

**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
SECCIÓN DE NÁUTICA, MÁQUINAS Y RADIOELECTRÓNICA NAVAL**

TRABAJO DE FIN DE GRADO

**COMPARACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE
SALA DE MÁQUINAS DE DOS BUQUES GEMELOS:**

**TRASMEDITERRÁNEA - CIUDAD DE GRANADA vs.
CIUDAD AUTÓNOMA MELILLA**

GRADO EN TECNOLOGÍAS MARINAS

Autores:

JONAY ALBERTO MORENO LEÓN.

EDUARDO BETANCOR ARMAS.

Director:

Dr. D. JOSÉ AGUSTÍN GONZÁLEZ ALMEIDA

MARZO 2020

D. José Agustín González Almeida, Profesor de la UD de Ingeniería Marítima, perteneciente al Departamento de Ingeniería Agraria, Náutica, Civil y Marítima de la Universidad de La Laguna:

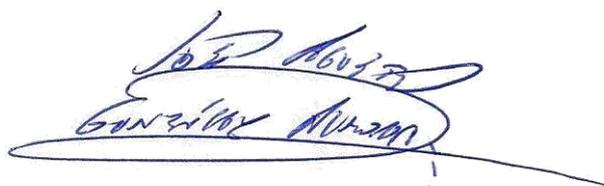
Expone que:

D/D^a. **JONAY ALBERTO MORENO LEÓN** con **DNI 78859041-E**, ha realizado bajo mi dirección el trabajo fin de grado titulado: **“COMPARACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE SALA DE MÁQUINAS DE DOS BUQUES GEMELOS: TRASMEDITERRÁNEA - CIUDAD DE GRANADA vs. CIUDAD AUTÓNOMA MELILLA”**.

Revisado dicho trabajo, estimo reúne los requisitos para ser juzgado por el tribunal que sea designado para su lectura.

Para que conste y surta los efectos oportunos, expido y firmo el presente documento.

En Santa Cruz de Tenerife a 29 de abril de 2020.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'José Agustín González Almeida', with a long horizontal flourish extending to the right.

Fdo.: José Agustín González Almeida.

Director del trabajo.

D. José Agustín González Almeida, Profesor de la UD de Ingeniería Marítima, perteneciente al Departamento de Ingeniería Agraria, Náutica, Civil y Marítima de la Universidad de La Laguna:

Expone que:

D/D^a. **EDUARDO BETANCOR ARMAS**. con **DNI 78853214-Z**, ha realizado bajo mi dirección el trabajo fin de grado titulado: **“COMPARACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE SALA DE MÁQUINAS DE DOS BUQUES GEMELOS: TRASMEDITERRÁNEA - CIUDAD DE GRANADA vs. CIUDAD AUTÓNOMA MELILLA”**.

Revisado dicho trabajo, estimo reúne los requisitos para ser juzgado por el tribunal que sea designado para su lectura.

Para que conste y surta los efectos oportunos, expido y firmo el presente documento.

En Santa Cruz de Tenerife a 29 de abril de 2020.



Fdo.: José Agustín González Almeida.

Director del trabajo.

INDICE GENERAL.

1.	AGRADECIMIENTOS.....	9
2.	RESUMEN.....	10
3.	ABSTRACT.....	12
4.	INTRODUCCIÓN.....	14
5.	OBJETIVOS.....	16
5.1.	OBJETIVO GENERAL.....	16
5.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
6.	ANTECEDENTES.....	17
7.	METODOLOGIA.....	22
7.1.	DOCUMENTACIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	22
7.2.	METODOLOGÍA DEL TRABAJO DE CAMPO.....	22
7.3.	MARCO REFERENCIAL.....	22
8.	DESARROLLO.....	23
8.1.	DATOS GENERALES DE LOS BUQUES MODELO.....	23
8.2.	DEFINICIONES DE MANTENIMIENTO Y CONCEPTOS CLAVES.....	26
8.3.	RIESGOS LABORALES Y MEDIDAS PREVENTIVAS.....	27
9.	RESULTADOS.....	30
9.1.	POLÍTICA DE MANTENIMIENTO.....	30
9.2.	MOTORES PRINCIPALES.....	32
9.2.1.	Características generales.....	32
9.2.2.	Mantenimiento por horas del motor.....	35
9.2.3.	Mantenimiento por horas de la turbina.....	40
9.2.4.	Mantenimiento por horas de la reductora.....	42
9.2.5.	Mantenimiento por horas del alternador de cola.....	43
9.3.	MOTORES AUXILIARES.....	45
9.3.1.	Características generales.....	45
9.3.2.	Mantenimiento por horas del motor.....	47
9.3.3.	Mantenimiento por horas de la turbina.....	49
9.4.	COMPRESORES.....	49
9.4.1.	Compresores de aire de arranque M.M.P.P.....	50
9.4.2.	Mantenimiento de los compresores por hora.....	51
9.5.	DEPURADORAS DE ACEITE Y F.O.....	52
9.6.	CALDERAS.....	55
9.7.	PLANTA SÉPTICA.....	59
9.8.	AIRE ACONDICIONADO.....	61
9.9.	MÓDULOS DE COMBUSTIBLE.....	63

10.	REGISTRO DE TRABAJOS DIARIOS REALIZADOS EN UN MES.....	66
11.	CONCLUSIONES.	103
12.	CONCLUSIONS.	105
13.	BIBLIOGRAFÍA.	107

INDICE DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1. Logo de Armas - Trasmediterránea. Fuente: trasmediterranea.es	17
Ilustración 2. Anuncio años 80 línea de Jet-Foil. Fuente: todocoleccion.net	17
Ilustración 3. HSC Almudaina Dos. Fuente: puentedemand.com	18
Ilustración 4. Ferry Juan J. Sister. Fuente: puentedemand.com	19
Ilustración 5. Buque de carga José María Entrecanales. Fuente: delacontecerportuario.wordpress.com	20
Ilustración 6. Buque Ciudad Autónoma Melilla. Fuente: Trabajo de campo.	23
Ilustración 7. Buque Ciudad de Granada. Fuente: Trabajo de campo.	23
Ilustración 8. Plano de cubierta con elementos de máquinas del Ciudad Autónoma Melilla. Fuente: Trabajo de campo.....	32
Ilustración 9. Motores principales 3 y 4 (Parte superior). Fuente: Trabajo de campo...	33
Ilustración 10. Filtro automático de aceite. 1: aspecto exterior. 2 y 3: filtro compuesto por las velas. Fuente: Trabajo de campo.	36
Ilustración 11. Unidad de control Visatron y Filtro de mochila / Filtro Policía de aceite. Fuente: Trabajo de campo.....	37
Ilustración 12. Culata de M.M.P.P. Fuente: Trabajo de campo.	38
Ilustración 13. Trabajos de extracción de pistón y revisión de aros. Fuente: Trabajo de campo.....	39
Ilustración 14. Compresor del turbocompresor y Turbina del turbocompresor. Fuente: Trabajo de campo.	40
Ilustración 15. Rellenado de agua destilada para la limpieza de la turbo. Fuente: Trabajo de campo.	41
Ilustración 16. Generadores de cola M.A.1 y 2. Fuente: Trabajo de campo.	44
Ilustración 17. Motor auxiliar 2. Fuente: Trabajo de campo.	46
Ilustración 18. Botellas de aire de arranque M.M.P.P. y Botellas de aire de arranque M.M.P.P. Fuente: Trabajo de campo.	50
Ilustración 19. Válvula comunicante de botellas. Fuente: Trabajo de campo.	51
Ilustración 20. Depuradora F.O. Fuente: Trabajo de campo.	53
Ilustración 21. Parte superior y Cuadro de la caldera. Fuente: Trabajo de campo.	57
Ilustración 22. Condensador. Fuente: Trabajo de campo.	58
Ilustración 23. Evaporador. Fuente: Trabajo de campo.....	58
Ilustración 24. Cuadro maniobra planta séptica. Fuente: Trabajo de campo.	59
Ilustración 25. Eyector planta séptica. Fuente: Trabajo de campo.	59
Ilustración 26. Unidad compresores A.A.C.C. Fuente: Trabajo de campo.....	62
Ilustración 27. Disposición de unidades en la sala de máquinas. Fuente: Trabajo de campo.....	63

Ilustración 28. Cuadro de averías del módulo y de las bombas. Fuente: Trabajo de campo.....	65
Ilustración 29. Módulo booster de babor. Fuente: Trabajo de campo.....	65
Ilustración 30. Sonda de nivel. Fuente: Trabajo de campo.....	69
Ilustración 31. Análisis de agua: 1. Mezcla agua-reactivo. 2 Instrucciones de procedimiento. 3 Reactivos. 4 Toma de muestra de agua de caldera. Fuente: Trabajo de campo.....	69
Ilustración 32. Análisis de %H ₂ O en aceite. 1 Resultado correcto de % de H ₂ O. 2 Reactivo del análisis. 3 Preparación del análisis. Fuente: Trabajo de campo.....	72
Ilustración 33. Estabilizador de babor. Fuente: Trabajo de campo	73
Ilustración 34. Depuradoras de aceite:1. Fuente: Trabajo de campo.....	74
Ilustración 35. Unidad enfriadora:1. Fuente: Trabajo de campo.	74
Ilustración 36. Filtro automático de aceite. Fuente: Trabajo de campo.....	76
Ilustración 37. Sistema inyección M.M.P.P. Fuente: Trabajo de campo.	78
Ilustración 38. Pañol de estabilizador de babor. Fuente: Trabajo de campo.....	80
Ilustración 39. 1 interior del pañol. 2 vista desde exterior del pañol de principales. Fuente: Trabajo de campo.....	82
Ilustración 40. Taller mecánico. Fuente: Trabajo de campo.....	83
Ilustración 41. Pañol de aceites y pinturas. Fuente: Trabajo de campo.....	85
Ilustración 42. Mecanismo sustituido en puerta de seguridad. Fuente: Trabajo de campo.....	87
Ilustración 43. Testigo revisión eyectores. Fuente: Trabajo de campo.....	89
Ilustración 44. Reglaje de válvulas de M.M.A.A. Fuente: Trabajo de campo.....	90
Ilustración 45. Comprobación del estado interno de los generadores de cola. Fuente: Trabajo de campo.	93
Ilustración 46. Bombona de aire comprimido de MMPP Fuente: Trabajo de campo.	95
Ilustración 47. Comprobación del estado interno de los generadores de cola. Fuente: Trabajo de campo.	97
Ilustración 48. Contador de horas de funcionamiento de caldera. Fuente: Trabajo de campo.....	100
Ilustración 49. Contador de horas de funcionamiento de caldera. Fuente: Trabajo de campo.....	101

1. AGRADECIMIENTOS.

En primer lugar, tenemos que dar nuestro agradecimiento a todo el personal de a bordo de ambos buques por estar siempre a la disposición de nuestras dudas y por facilitar toda la información requerida. Con la misma gratitud agradecemos a nuestro tutor D. José Agustín González Almeida y a la totalidad del profesorado de la escuela por el apoyo durante el proyecto y todo el trascurso del grado.

También nos gustaría agradecer a familiares y amigos externos al campo que su confianza y apoyo han sido cruciales en este proyecto que simboliza el culmen de un largo trabajo.

No pueden quedar atrás las amistades hechas durante este camino universitario. Queda claro que sin el grupito clave el camino no hubiera sido tan corto y ameno.

Muchas gracias a todos.

2. RESUMEN.

En el transporte marítimo, el departamento de máquinas es una de las principales unidades organizativas a bordo, que tiene a su cargo tareas de enorme responsabilidad para la normal operación del buque. El personal de máquinas es responsable de la operar, mantener y reparar los sistemas de propulsión y los sistemas de soporte para la tripulación, pasajeros y carga.

Dentro de todas estas tareas, podemos considerar que la operación son las tareas o trabajos necesarios para que el buque cumpla su función que es la de transportar carga; si bien, al tratarse de un elemento mecánico, en un entorno hostil, existe una mayor probabilidad de que partes del buque sufren averías, para ello es vital seguir un correcto plan de mantenimiento, para evitar precisamente las averías y que el buque pueda cumplir su función de transporte; tenemos pues en éste sentido la segunda de las tareas importantes que tiene en su haber dicho departamento, que es el mantenimiento y que es sobre todo en el que se basa el presente trabajo.

El mantenimiento es una operación o conjunto de operaciones que se debe hacer a diario, con un plan detallado y exhaustivo que comprenda todos y cada uno de los equipos a bordo. Ha quedado constatado que la falta de un correcto mantenimiento deriva irremediabilmente en una avería que puede llegar a ser de consideración y afectar sobremanera al normal funcionamiento de la embarcación y de sus obligaciones para con los usuarios, pasajeros, empresas, etc...

Este proyecto recoge información sobre el mantenimiento a bordo recabada durante el transcurso de las prácticas académicas. Se intenta detallar cuáles son los sistemas más importantes dentro de una sala de máquinas de un buque y se desarrolla un plan de mantenimiento preventivo diseñado en función de las horas de trabajo de cada sistema. De manera conjunta se realiza un seguimiento diario durante un mes de todas las tareas de mantenimiento que se hace en un buque para verificar la puesta en práctica de dichas pautas y como método de aprendizaje al tener un modelo de seguimiento de trabajos.

Para ello, nos hemos basado sobre todo en nuestra experiencia profesional, tomando como referencia de los buques “gemelos” de pasaje y carga rodada

Ciudad Autónoma Melilla y Ciudad de Granada de la compañía Armas-Trasmediterránea, que realizan las rutas de Málaga-Melilla a diario y Almería-Melilla los lunes y Melilla-Almería a diario y los lunes Melilla-Málaga respectivamente; en los cuáles hemos desempeñado nuestra labor durante varios meses como alumnos de Máquinas.

3. ABSTRACT.

In maritime transport, the engine department is one of the main organizational units on board, which is in charge of tasks of enormous responsibility for the normal operation of the ship. Engine department personnel are responsible for operating, maintaining, and repairing propulsion systems and support systems for crew, passengers, and cargo.

Among all these tasks, we can consider that the operation is the tasks or work necessary for the ship to fulfill its function, which is to transport cargo; Although, as it is a mechanical element, in a hostile environment, there is a greater probability that parts of the ship suffer breakdowns, for this it is vital to follow a correct maintenance plan, to precisely avoid breakdowns and that the ship can fulfill its transport function; We therefore have in this sense the second important task that this department has to its credit, which is maintenance and which is above all the basis of this work.

Maintenance is an operation or set of operations that must be done daily, with a detailed and exhaustive plan that includes each and every one of the equipment on board. It has been confirmed that the lack of proper maintenance inevitably leads to a breakdown that may become significant and greatly affect the normal operation of the boat and its obligations to users, passengers, companies, etc ...

This project collects information on the maintenance on board collected during the course of the academic practices. An attempt is made to detail which are the most important systems within a ship's engine room and a preventive maintenance plan is developed, designed to merge the working hours of each system. Together, a daily follow-up is carried out for a month of all the maintenance tasks carried out on a ship to verify the implementation of these guidelines and as a learning method by having a work monitoring model.

To do this, we have relied mainly on our professional experience, taking as reference the "twin" passenger and ro-ro ships Ciudad Autónoma Melilla and Ciudad de Granada of the company Armas-Trasmediterránea, which carry out the routes from Malaga-Melilla daily and Almeria-Melilla on Mondays and

Melilla-Almeria daily and Melilla-Malaga on Mondays respectively; in which we have carried out our work for several months as students of engine department.

4. INTRODUCCIÓN.

El presente Trabajo de final de grado, desarrollado conforme a las directrices establecidas por la normativa de Trabajo de Final de Grado de la Sección de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería y la Universidad de La Laguna, se basa en la exposición y desarrollo de una serie de cuestiones relacionadas con el mantenimiento preventivo en salas de máquinas a bordo. Nos centraremos en la descripción del plan de mantenimiento y las “tareas” y trabajos que dicho dentro de dicho plan deben desarrollarse, en dos buques gemelos de la compañía naviera Trasmediterránea, para los elementos de la sala de máquinas, dado que tuvimos la oportunidad de navegar en estos buques y nos pareció interesante abordar el tema del mantenimiento preventivo, pero considerando la aplicación del mismos en buques semejantes de una misma naviera.

La realización de este Trabajo de Final de Grado está basada en la experiencia adquirida durante el desempeño de las labores como alumno de máquinas a bordo. Dentro de los trabajos que habitualmente se desarrollan en la cámara de máquinas a bordo de un buque convencional, podemos dividir estos en dos grandes apartados; por un lado, tenemos los trabajos de mantenimiento cotidiano, que se realizan conforme al plan de mantenimiento, que afecta y considera tanto a los motores principales como a multitud de sistemas y equipos auxiliares, establecido conjuntamente con el fabricante. Es vital para la correcta operativa del buque seguir dicho plan de mantenimiento. En segundo lugar, nos encontramos con operaciones y trabajos que se salen de lo habitual, más allá de las revisiones y varadas periódicas, nos encontramos con fallos o averías poco comunes que se pueden reparar sin que ello suponga impedimento para la operativa normal del buque, si bien en ocasiones surgen averías de mayor gravedad que pueden ocasionar incluso la detención del buque durante un largo periodo de tiempo, lo que lleva aparejado la consiguiente pérdida económica para la naviera.

En el presente trabajo, trataremos cuál es la operativa de mantenimiento habitual de una sala de máquinas de dos buques convencionales, que tomaremos como modelo.

Para ello, hemos dividido este Trabajo de Fin de Grado en los siguientes apartados:

- Objetivos, proponemos una serie de objetivos, los cuales hemos de llevar a cabo a lo largo del desarrollo de este Trabajo de Fin de Grado.
- Antecedentes, introducción histórica de la compañía y enumeración de la flota actual.
- Metodología, se hace referencia al conjunto de procedimientos utilizados para alcanzar los objetivos de este Trabajo Fin de Grado, incluyendo tres apartados, en los que incluimos la documentación bibliográfica, la metodología del trabajo de campo y el marco referencial.
- Desarrollo, descripción de los buques modelos y plan de mantenimiento de la compañía. Política de prevención de riesgos.
- Resultados, tipología de los mantenimientos habituales y la descripción de los mismos. Trabajo realizado a bordo y desarrollo del plan de mantenimiento en un periodo amplio de tiempo.
- Conclusiones, exponemos las conclusiones alcanzadas en la realización de este Trabajo de Fin de Grado, en base a nuestra propia experiencia a bordo.
- Bibliografía, enumeramos los diferentes recursos utilizados a la hora de realizar este Trabajo de Fin de Grado.

5. OBJETIVOS.

5.1. OBJETIVO GENERAL

Los objetivos a cumplir realizando este proyecto se basan en determinar cuáles son los trabajos más relevantes a realizar dentro de una sala de máquinas, en cuanto al mantenimiento. Realizando un plan de mantenimiento por horas de trabajo en los sistemas de a bordo más importantes.

Otro aspecto a detallar, es la importancia que conlleva un mantenimiento predictivo, pudiendo diagnosticar el estado de funcionamiento, si existen anomalías, y en caso de que existieran como poderlas corregir a tiempo, antes de que se pueda agravar la situación, con esto se lograra una mayor eficiencia de funcionamiento y lograra una vida útil lo más larga posible.

Se ha tratado de averiguar en todos los equipos cuales son aquellas piezas que tienden a desgastarse, para poder realizarles un seguimiento y como realizar dichas operaciones de mantenimiento según el fabricante.

5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos que trataremos de abarcar de manera específica mediante el desarrollo de este documento serán los siguientes:

- Conocer los mantenimientos periódicos que se realizan a bordo y cada cuanto tiempo deben realizarse.
- Realizar una comparativa del plan de mantenimiento seguido en ambos buques.
- Poner de manifiesto como se procede a la hora de organizar el plan de mantenimiento de la compañía para dos buques de características similares.
- Estudiar qué ventajas representa para la compañía, desde el punto de vista del mantenimiento contar con buques “gemelos”.

6. ANTECEDENTES.



Ilustración 1. Logo de Armas - Trasmediterránea. Fuente: trasmediterranea.es.

La compañía Trasmediterránea (Trasmediterránea S.A.) es la primera de las navieras españolas con más de 100 años de historia. Desde su fundación se ha encargado de unir por mar los principales puertos de la península y fuera de ella, principalmente con Canarias, Baleares y el norte de África.

Trasmediterránea, se estableció el 25 de noviembre de 1916 y comenzó a operar en el año 1917. Los fundadores de Trasmediterránea formaron esta gran compañía con las contribuciones de flotas de las compañías navieras que representaban. La nueva compañía comenzó operaciones en el sector marítimo comercial el 1 de enero de 1917, con una flota de 44 barcos de varios tonelajes, algunos bastante modernos en ese momento. El objetivo principal de dicha unión con domicilio social en la ciudad de Barcelona no era otro que aunar los intereses y coordinar los servicios de transporte marítimo del país, sobre todo los relacionados con el comercio exterior de minerales y productos hortofrutícolas. Con la unión

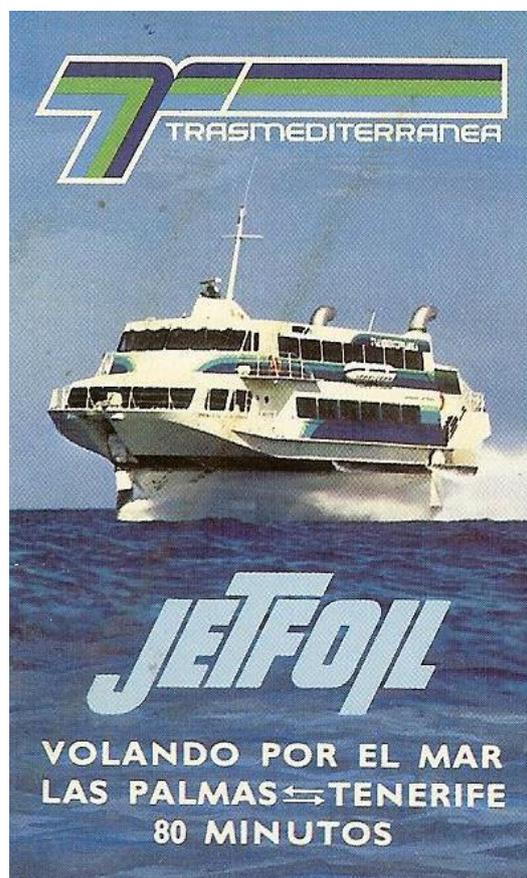


Ilustración 2. Anuncio años 80 línea de Jet-Foil. Fuente: todocoleccion.net

de las pequeñas flotas se buscó optimizar la conexión del tráfico interior del país, para tratar de dejar embarcaciones “libres” y poder dedicar las mismas al comercio con otros países y regiones. En 1978, la naviera pasó a titularidad pública, apostando decididamente a partir de la década de los 80 por la “alta

velocidad” incorporando a la flota embarcaciones como los hidrofoil en Baleares y los Jet-Foil en Canarias; hasta que en los 90, se inicia la producción de los fast-ferries, buques de pasaje y carga rodada principalmente, situándose a la vanguardia de los buques de este tipo en Europa, con el Alcántara y el Almudaina. A partir del año 2000, incorporaría los primero fast-ferries tipo catamarán, de la serie Millenium. El modelo de negocio de Trasmediterránea se basa en el transporte de personas y carga roda, hasta que, a partir de 2003, surge la división Trasmediterránea Cargo, haciendo incursión en el transporte intermodal y con servicio “puerta a puerta”. En 2017, la compañía propiedad de Acciona y que acarrea una deuda superior a los 100 millones de euros, sería adquirida por Naviera Armas, en una operación de 260 millones de euros.

En la actualidad, la flota de Trasmediterránea, está compuesta por una veintena de embarcaciones, como son:

FAST FERRY

- ALCANTARA DOS
- CIUDAD DE CEUTA
- ALMUDAINA DOS
- VILLA DE AGAETE



Ilustración 3. HSC Almudaina Dos. Fuente: puentedemando.com

FERRIES

- CIUDAD AUT. MELILLA
- CIUDAD DE GRANADA
- JUAN J SISTER
- VILLA DE TEROR
- VOLCÁN DE TIJARAFE
- VOLCÁN DE TINAMAR
- ALMARIYA
- CIUDAD DE IBIZA
- CIUDAD DE MAHON
- CIUDAD DE MALAGA
- CIUDAD DE PALMA
- FORZA
- LAS PALMAS GC
- TENACIA



Ilustración 4. Ferry Juan J. Sister. Fuente: puentedemando.com

BUQUES DE CARGA

- BUQUE JOSE MARIA ENTRECANALES
- BUQUE S.F. LEVANTE



Ilustración 5. Buque de carga José María Entrecanales. Fuente: delacontecerportuario.wordpress.com

El buque sobre el que versa el trabajo es el “Super-ferry” Ciudad de Granada/ Ciudad de Melilla, dichos buques son gemelos, puede diferenciarse algún elemento que pudiera haber sido sustituido o reemplazado por otro, pero en líneas generales son idénticos, dichos buques son propiedad de la compañía Trasmediterránea. Durante un periodo de tres meses a bordo como alumnos en prácticas, colaborando activamente en los mantenimientos programados, reparaciones, guardias de mar y puerto bajo supervisión de los Oficiales de Máquinas y, en primer término, del Jefe de Máquinas.

El personal de máquinas consta de:

- Jefe de Máquinas
- 1º Oficial de Máquinas
- 2º Oficial de Máquinas
- 3º Oficial de Máquinas
- 1 Calderero
- 1 Electricistas
- 1 Fontanero
- 2 Engrasadores

El Ciudad de Granada / Ciudad Autónoma Melilla son buques destinado al transporte de carga rodada y pasajeros. Con 172 m de eslora total, 4 motores

principales de 7240 kW de potencia propulsora cada uno y 26916 TRB, con capacidad para 1000 pasajeros y 1200 m lineales de carga rodada.

Este trabajo ha sido fruto de horas de documentación en el control de máquinas del buque. La estructura y los subtemas son de creación propia conforme a lo establecido en la guía docente, siendo únicamente tomados algunos fragmentos de los manuales de funcionamiento del buque. Con este trabajo no se intenta hacer una descripción minuciosa, sino intentar reflejar sobre un papel, lo más atractivo durante el tiempo de embarque.

7. METODOLOGIA.

La metodología empleada en referencia a este Trabajo Fin de Grado la hemos dividido en los siguientes apartados:

7.1. DOCUMENTACIÓN BIBLIOGRÁFICA

La documentación que se presenta en este Trabajo Final de Grado, se sustenta en fuentes bibliográficas en las que se incluyen páginas web, obras impresas, documentos, manuales y documentación personal elaborada durante el periodo de embarque.

7.2. METODOLOGÍA DEL TRABAJO DE CAMPO

La elaboración de este TFG se fundamenta también en nuestra experiencia personal como alumnos de máquinas en la CIA. Trasmediterránea, durante más de tres meses. Con esta experiencia personal junto con la documentación que manejamos a diario en el desempeño de nuestras funciones, nos hemos apoyado para realizar este trabajo.

7.3. MARCO REFERENCIAL

Nuestro marco referencial se circunscribe a los buques de bandera española Ciudad Autónoma Melilla y Ciudad de Granada; RO-RO pertenecientes a la compañía Armas-Transmediterránea y puestos en servicio en 2001, cubriendo en éstos momento las líneas que unen los puertos mediterráneos de Málaga, Melilla y Almería.

8. DESARROLLO

8.1. DATOS GENERALES DE LOS BUQUES MODELO.



Ilustración 6. Buque Ciudad Autónoma Melilla. Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración 7. Buque Ciudad de Granada. Fuente: Trabajo de campo.

Tabla 1. Características principales de los buques Ciudad Autónoma Melilla y Ciudad de Granada. Fuente: trasmeships.es

Nombres y propietarios	Sorolla (2001-2002) Compañía Trasmediterránea Sorolla (2002-2018) Acciona-Trasmediterránea Sorolla (2018-2019) Armas-Trasmediterránea Ciudad de Granada (desde 2019) Armas-Trasmediterránea	Fortuny (2001-2005) Compañía Trasmediterránea Fortuny (2005-2018) Acciona-Trasmediterránea Fortuny (2018-2019) Armas-Trasmediterránea Ciudad Autónoma Melilla (desde 2019) Armas-Trasmediterránea
Tipo	Passenger/RoRo Ship (vehículos)	
Año de construcción	2001	2001
Constructor	Hijos de J. Barreras S. A. Vigo (España)	Grupo Izar Construcciones Navales, S. A. Factoría de Puerto Real Cádiz (España)
Número de construcción	1.580	86

<i>Fecha de la puesta en grada</i>	Enero de 2000	28 de diciembre de 1999
<i>Fecha de la botadura</i>	25 de octubre de 2000	9 de diciembre de 2000
<i>Fecha de la entrega</i>	10 de mayo de 2001	8 de junio de 2001
<i>Estado actual del buque</i>	En servicio	En servicio
<i>Identificación</i>	9217125	9216585
<i>MMSI</i>	224600000	224675000
<i>Señal de llamada</i>	EBRI	EBTO
<i>Pabellón y puerto de registro</i>	España - Santa Cruz de Tenerife Registro Especial de Canarias	España - Santa Cruz de Tenerife Registro Especial de Canarias
<i>Tipo de ensamblamiento</i>	Soldado	
<i>Proa</i>	De bulbo	
<i>Popa</i>	De estampa con cola de pato	
<i>Número de cubiertas</i>	9 + techo puente	
<i>Situación de la sala de máquinas</i>	A popa	
<i>Desplazamiento en rosca</i>	11.568 t	
<i>Desplazamiento a máxima carga</i>	16.555 t	
<i>Peso muerto</i>	5.000 t	
<i>Registro bruto</i>	26.916 TRB	
<i>Registro neto</i>	14.308 TRN	
<i>Eslora total</i>	172,00 m	
<i>Eslora e.p.p.</i>	157,00 m	
<i>Manga de trazado</i>	26,20 m	
<i>Puntal de trazado a cubierta principal</i>	9,20 m	
<i>Puntal a cubierta superior</i>	14,84 m	
<i>Calado máximo de diseño</i>	6,200 m	
<i>Calado de escantillonado</i>	6,700 m	
<i>Equipos de fondeo y amarre</i>	<ul style="list-style-type: none"> • 2 molinetes de accionamiento hidráulico a baja presión en proa, con una capacidad de tracción de 20,7 t a 0-11,7 m/min. • 2 chigres de tensión constante en proa, con doble carretel y un cabirón, de accionamiento hidráulico a baja presión y con una capacidad de tracción de 16 t a 0-22 m/min. • 3 chigres de tensión constante en popa, con doble carretel y un cabirón (solo en dos de ellos), de accionamiento hidráulico a baja presión y con una capacidad de tracción de 16 t a 0-22 m/min. Cadena del ancla de 66 mm de diámetro. 	
<i>Acceso al garaje</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Dos puertas/rampas a popa • Longitud: 18 m (16 m de rampa y 2 m de uña) • Anchura: 8,50 m 	

<i>Altura libre en garaje</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Bodega: 5,1 m • Cubiertas principal y superior: 4,7 m • Cardeck: 2,2 m
<i>Capacidad de vehículos</i>	<ul style="list-style-type: none"> • De 80 camiones y 336 turismos o hasta 98 camiones y 165 turismos
<i>Capacidad de carga rodada</i>	1.800 metros lineales
<i>Ancho de líneas de carga</i>	3 m
<i>Habilitación</i>	<ul style="list-style-type: none"> • 1.100 personas entre pasajeros y tripulación alojadas en 202 cabinas con 744 literas y 356 en cubierta. • Tripulación de proyecto: 71 tripulantes
<i>Potencia de propulsión</i>	28.960 kW (39.372 BHP)
<i>Velocidad</i>	23 nudos
<i>Planta propulsora</i>	<ul style="list-style-type: none"> • 4 motores Wärtsilä 46A, 4 tiempos, simple acción, 8 cilindros c/u de 460 mm de diámetro por 580 mm de carrera y 500 r.p.m., fabricados por Wärtsilä Diesel S.A. - Bermeo, acoplados dos a dos, mediante acoplamiento flexible, a un reductor y su correspondiente eje de cola.
<i>Número de ejes</i>	2
<i>Hélices propulsoras</i>	<ul style="list-style-type: none"> • 2 hélices Lips, de paso controlable, 4.600 mm de diámetro y cuatro palas tipo "high skew"
<i>Hélices de maniobra</i>	<ul style="list-style-type: none"> • 2 hélices transversales de paso controlable en proa, Rolls-Royce Marine tipo 250 TV, de 1.880 mm de diámetro y 1.000 kW de potencia a 320 r.p.m.
<i>Grupos eléctricos auxiliares</i>	<ul style="list-style-type: none"> • 3 alternadores Leroy Somer LSAM53M85 C6/6 AREP de 1.962 kVA - 380 V - 50 Hz, accionados por 3 motores Wärtsilä 20, de 9 cilindros en línea, 1.620 kW a 1.000 r.p.m. • 2 alternadores de cola Leroy Somer LSAM53M85 C6/6 AREP de 1.962 kVA - 380 V - 50 Hz accionados por las tomas de fuerza de los reductores. • 1 grupo auxiliar de apoyo para generación eléctrica Demp accionado por un motor MAN D2842LE301 de 12 cilindros en V y 514 kW a 1.500 r.p.m.
<i>Grupo de emergencia</i>	<ul style="list-style-type: none"> • 1 de 250 kW a 1.500 r.p.m. accionado por un motor MAN D2866 LXE de 6 cilindros en línea.
<i>Maquinaria auxiliar especial</i>	<ul style="list-style-type: none"> • 2 calderas con mecheros Aalborg Industries tipo Mission OS con una producción de vapor de 2.800 kg/h a 7 bar. • 2 calderas de gases de escape Aalborg Industries tipo AQ-7 con una producción de vapor de 2.500 kg/h. • 1 condensador de 600 kg/h. • 1 generador de agua dulce por ósmosis inversa de 100 m³/día. • 1 generador de agua dulce tipo evaporador de vacío de 22 t/día.
<i>Tipo de combustible</i>	Fuel-oil pesado IFO 380
<i>Capacidades diversas</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Fuel-oil: 804 m³ • Diesel-oil: 167 m³ • Aceite lubricante: 110 m³ • Agua potable: 421 m³ • Agua para calderas: 25 m³ • Agua de lastre: 1.930 m³ • Tanques antiescora: 673 m³ • Otros: 368 m³
<i>Equipo antiescora</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Intering K-ISTS 25E 3325 • Máximo momento antiescora: 3.000 t·m • Velocidad media de variación del momento 1.300 t·m/min • Tiempo medio para compensar una carga de 30 t a 10,5 m de crujía: 0,24 minutos

<i>Estabilizadores</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Clase: De aletas • Suministrador y tipo: Neptune 200 Brown Brothers • Área de aletas: 6,32 m² • Cuerda: 1,65 m • Peso: 51 t • Potencia: 25 kW • Fuerza de sustentación: 530 kN a 16,64 m de brazo de palanca • Momento de estabilización: 17.643,61 kNm cada una
------------------------	--

8.2. DEFINICIONES DE MANTENIMIENTO Y CONCEPTOS CLAVES.

Para garantizar el correcto funcionamiento de la instalación, se deben realizar tareas de mantenimiento periódicas para comprobar el estado de las distintas partes, sustituir aquellas con defectos, limpiar y calibrar algunos instrumentos.

El mantenimiento preventivo es aquel que se realiza de manera anticipada con el fin de prevenir el surgimiento de averías en los sistemas de a bordo. El mantenimiento preventivo se efectúa periódicamente. De igual manera, el mantenimiento preventivo tiene como objetivo detectar fallas que puedan llevar al mal funcionamiento del sistema y, de esta manera se evita los altos costos de reparación y se disminuye la probabilidad de paros imprevistos, asimismo, permite una mayor duración de los equipos e instalaciones y mayor seguridad para los trabajadores.

Es importante, para el trabajo a realizar, disponer tanto de las herramientas como de los materiales adecuados para realizar el trabajo con responsabilidad. A la hora de realizar una operación de mantenimiento es fundamental disponer de todo lo necesario para desempeñar bien el trabajo. Así pues, dentro del equipo necesario para de a bordo, es prioritario la existencia de repuestos, materiales de apoyo etc.

Este tipo de mantenimiento se realiza antes de producirse la avería en el sistema. Radica bien en revisar o ya en sustituir, directamente, los elementos de los que se compone el sistema o que padezcan un desgaste al ser empleados. Se elaborará en intervalos que sean de manera regular, a modo de planificación, la cual facilita que no afecte a la actividad del buque, aprovechando paradas de la actividad o bien horas en las cuales no se vea ésta afectada, evitando costes por falta de operatividad.

Generalmente, se deben llevar a cabo controles en la instalación que permitan mantener la misma en un estado óptimo de funcionamiento, por lo cual es preciso e indispensable las operaciones de limpieza, pintado, desincrustado o engrase.

8.3. RIESGOS LABORALES Y MEDIDAS PREVENTIVAS.

Las operaciones de mantenimiento que se pueden realizar dentro de una sala de máquinas son muy variadas. Sin embargo, hay algunas precauciones que jamás se deberán pasar por alto.

- La realización de los trabajos de mantenimiento más peligrosos, por ejemplo, con riesgo eléctrico, solamente serán realizados por personal cualificado, competente y experto.
- Cuando el mantenimiento deba realizarlo la empresa suministradora, será esta la encargada de tomar las medidas preventivas. Debiendo comunicarse en caso de observar alguna anomalía.
- En todo momento los mandos encargados de los trabajos, seguirán las indicaciones, instrucciones y normas establecidas por el servicio de prevención, así como lo especificado en la evaluación de riesgos y su correspondiente plan de prevención para cada trabajo.

La clasificación de los riesgos laborales puede ser con respecto a muchos aspectos.

1. Los riesgos laborales presentes en el manejo de herramientas manuales son; el abuso de herramientas para efectuar cualquier tipo de operación, el uso de herramientas inadecuadas, defectuosas, de mala calidad, mal diseñadas, mal conservadas, realizar un transporte de las mismas de forma peligrosa y el uso de las herramientas de forma incorrecta.
2. Los riesgos eléctricos generales relacionados con las herramientas eléctricas portátiles son; trabajar en lugares húmedos o en atmósferas inflamables o explosivas. Trabajar con conductores con aislamientos

deficientes o con puntos desnudos. Tirar del cable para desconectar la herramienta o trabajar con el cable enrollado en el cuerpo. El operario jamás deberá intentar reparar la herramienta por sus propios medios ya que podría sufrir un accidente al intentarlo o, por otro lado, disminuir la seguridad de la herramienta, lo cual puede ser causante de un accidente posterior.

3. Para entender cuáles son los riesgos laborales de trabajos en calientes, primero se debe de aclarar algunos conceptos como lo son.
 - Atmósfera inflamable: Se considera como tal aquella que supera el 20% el límite inferior de inflamabilidad.
 - Lugares peligrosos a efectos de incendio e inflamación: Se consideran como tales aquellos en los que se realizan trabajos en caliente y los contiguos o anexos. Así como también aquellos en los que deriven conducciones, tuberías, escotillas... que puedan dar lugar a la continuidad de los riesgos.
 - Focos de ignición: Algunos de los focos más importantes son las llamas desnudas en general, aparatos de ignición, equipos de soldadura y oxicorte, herramientas deflagrantes, superficies calientes o trabajos de esmerilado.

Una vez aclarado dichos conceptos, hay algunas medidas a tomar previas al inicio del trabajo en caliente; Comprobación de los niveles de oxígeno, comprobación de posible toxicidad o de niveles de expresividad. De carácter general y en todo momento se debe tener en cuenta que queda prohibido fumar, hacer fuego, llevar mecheros, el acceso con teléfonos móviles y el uso de portátiles anticongelantes. Se debe evitar herramientas mecánicas que puedan generar chispas y siempre realizará el montaje de sistemas contra incendios con carácter previo a los trabajos en caliente.

4. Existen una serie de medidas a tomar con respecto a los trabajos en tuberías, aparatos y accesorios que han contenido sustancias inflamables; Antes de hacer fuego comprobar que no se comunican y aislar el circuito. Comprobar atmósferas en el interior de los mismos y

limpieza si contienen residuos. Evitar sopletes o cualquier otra fuente de calor.

5. Los riesgos más importantes en los trabajos de alta presión (superior a 8 bar) son; escapes de gases comprimidos, explosión o sobrepresión. Por otra parte, existen algunas reglas generales antes de la acometida de presión, como pueden ser, purgar las conducciones de aire, revisión y comprobación de manómetros, nunca sobrepasar la presión requerida, examinar la situación de los tubos flexibles, verificar el estado de los flexibles y manguitos de empalmes. Al finalizar los trabajos también existen reglas a cumplimentar como son el cerrar la válvula de utilización del circuito del aire. Cerrar la válvula de admisión de aire del equipo o máquina y abrir la válvula de escape de forma que se purgue el circuito. Desconectar la máquina.
6. Dentro de los riesgos a considerar en soldadura, desde el punto de vista de seguridad, se pueden señalar los derivados de, características de los gases utilizados. Condiciones de transporte y almacenamiento de botellas. Proyecciones de partículas. Características de las piezas a soldar tanto como de los puestos de trabajo.

9. RESULTADOS

A continuación describiremos cual es el proceso de mantenimiento que se seguía de manera habitual en ambos buques, lo que supone para la naviera importantes beneficios, sobre todo porque aunque ambos buques naveguen de manera independiente y cada uno presenta sus particularidades, todas las características comunes que presentan son una importante ventaja de cara al mantenimiento de sus equipos, además de que puede intercambiar la tripulación de un buque a otro sin ningún tipo de problema o necesidad de adaptación previa.

9.1. POLÍTICA DE MANTENIMIENTO.

La política de mantenimiento de la empresa Trasmediterránea se aplica igual para todos los buques de la flota, consta de un programa de mantenimiento donde diariamente se introducen las horas de funcionamiento de los distintos equipos.

El software EOLO TLSS para la gestión del mantenimiento y desarrollado por Navantia, da soporte a la tripulación y al personal de base para la realización de las actividades necesarias para garantizar la disponibilidad del buque, permitiendo comprender los componentes instalados, así como los documentos relacionados con los mismos, y planificar las tareas de mantenimiento diario, a la vez que permite planificar repuestos, materiales y herramientas necesarios.

Mediante una plantilla de Excel ya diseñada, avisa al oficial de guardia que mantenimiento es preciso realizar por horas de funcionamiento a los distintos equipos que podemos encontrar en el buque.

Entre los barcos existe una conexión, no por exigencia de la compañía, sino por iniciativa propia de los oficiales para tener facilidades a la hora de enfrentar cualquier anomalía. Los oficiales se comunican entre ellos para realizar comparativas sobre el funcionamiento de los equipos en otro buque igual o similar para poder llegar a una solución lógica. De

este modo los oficiales logran superar en equipo las dificultades o imprevistos que puedan surgir a bordo, ya que todo no viene en los manuales y a veces hay que improvisar y tomar la mejor decisión. Adicionalmente, entre los buques que tocan los mismos puertos, se llega a realizar intercambio de piezas de respeto si las necesidades urgentes así lo exigen.

Existe también una plataforma llamada EOLO, la empresa tiene constancia de las horas de funcionamiento de los equipos, pero esta simplemente es un medio de comunicación entre la empresa y el buque.

Una vez se prevé el próximo mantenimiento de un equipo lo primero es buscar si hay existencia de los respetos necesarios, para ello, existe una plantilla con el inventario de todos los respetos, una vez comprobado que existen a bordo se procede a la planificación de dicho mantenimiento. Dicho mantenimiento generalmente lo planifica el 1º oficial, supervisado por el jefe de máquinas. En esta planificación se lleva a cabo la comprobación de los respetos necesarios, las normas de seguridad a tener en cuenta si como los EPIS necesarios, el tiempo estimado del trabajo, los operarios que lo van a realizar y sus funciones. Si no existieran los EPIS o respetos necesarios para un mantenimiento, el jefe de máquinas se encarga de realizar un pedido a la empresa de lo que hace falta, y una vez aceptado dicho pedido la empresa se encarga de hacer llegar al barco aquello que hayan pedido, por lo que es importante adelantarse a los mantenimientos para que no hallan retrasos en los trabajos. Existen en la sala de control dos libretas, donde se anota a mano en una de ellas las anomalías que se puedan observar en las distintas guardias de los oficiales, y otro donde se anota de un día para el otro todos los trabajos que se realizaran al día. En la libreta de las anomalías y posibles averías pueden escribir cualquiera de los oficiales, sin embargo, en la libreta de las tareas a realizar diariamente se encarga el 1º oficial, los demás operarios que trabajan en la maquina únicamente

añadirán una marca para confirmar que se ha realizado sin problema, o de lo contrario una anotación diciendo que no está realizada o terminada. De esta manera El 1º oficial tiene constancia día a día de los trabajos realizados a bordo.

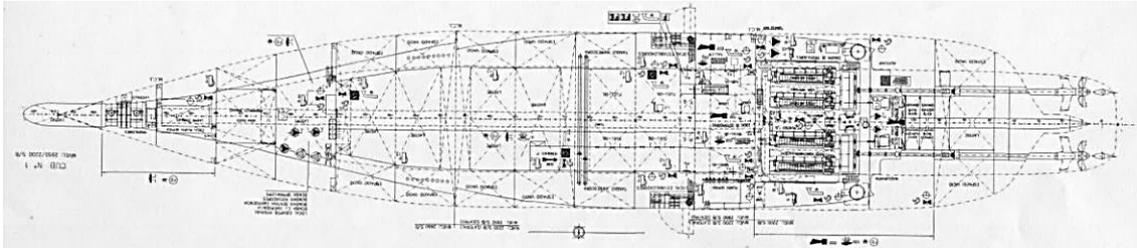


Ilustración 8. Plano de cubierta con elementos de máquinas del Ciudad Autónoma Melilla.
Fuente: Trabajo de campo.

9.2.MOTORES PRINCIPALES.

9.2.1. Características generales.

- **Número de motores:** 4
- **Tipo de Motor:** Wartsila 8L46A
- **Diámetro de cilindro:** 460 mm
- **Carrera:** 580 mm
- **Cilindrada por cilindro:** 96.4 litros
- **Números de cilindros:** 8
- **Disposición de los cilindros:** En línea
- **Ciclo de trabajo:** 4 tiempos
- **Inyección:** Directa
- **Sobrealimentación:** Turbo-compresor
- **Sentido de giro:** Motores 1 y 2 sentido horario. Motores 3 y 4 sentido antihorario.

- **Orden de encendido:** Motores 1 y 2 (1-3-2-5-8-6-7-4). Motores 3 y 4 (1-4-7-6-8-5-2-3)
- **Velocidad nominal:** 500 r.p.m
- **Potencia al 100% de carga:** 7240 kW



Ilustración 9. Motores principales 3 y 4 (Parte superior). Fuente: Trabajo de campo.

Los buques están dotados de 4 motores principales (M.P.1 / M.P.2 / M.P.3 / M.P.4). La disposición de los motores se presenta con dos motores (M.P.1 y M.P.2) en la banda de babor y dos motores (M.P.3 y M.P.4) en la banda de estribor. La finalidad de los motores principales es la de proporcionar la potencia propulsora del buque. Por lo que, en este buque, se podría entender como motor principal, aquel dispositivo cuya única misión es la de administrar la potencia mecánica a los demás dispositivos que componen la planta propulsora.

Aunque los motores son capaces de entregar 7240 kW al 100% de la carga, a bordo suelen ir con una limitación de carga que oscila entre el 75% y el 88%, por lo que la potencia real entregada en servicio a bordo oscila entre 5400kW y 6500 kW

Tabla 2. Características de operación de los MM.PP. Elaboración propia.

	carga 100%	carga 30%	Límites de alarma
Aceite lubricante antes del motor	62-70 °C 4.0 bar	73-80 °C 3.5-4.0 bar	80 °C 3.0 bar
Aceite lubricante después del motor	10-13 °C (más alto)	5-8 °C (más alto)	
Agua de AT después del motor	85-95 °C	85-95 °C	
Agua de AT antes del motor	5-8 °C más bajo 3.2-4.8 bar	5-8 °C más bajo 3.2-4.8 bar	2.0 bar
Aumento de temp. de agua de AT en turbo. (solo cargadores VTR y EGT)	8-12 °C	6-10 °C	
Agua de BT antes del motor	28-38 °C	65-70	
Aire de admisión en receptor de aire	40-60 °C	60-70 °C	75 °C
Gases de escape después del cilindro	(ver registro de pruebas)	(ver registro de pruebas)	490 °C
Pre calentamiento de agua de AT	70 °C		
Aceite lubricante antes del turbocompresor. (VTR)	0.5-1.5 bar	0.5-1.5 bar	0.4 bar
Aceite lubricante antes del turbocompresor. (TPL)	1.25-2.25 bar	1.25-2.25 bar	1.0 bar
Aceite lubricante antes del turbocompresor. (EGT)	2.3-3.3 bar	2.3-3.3 bar	2.1 bar

Agua de BT antes de bomba BT	0.7-1.5 bar	0.7-1.5 bar	
Agua de BT antes de calentador del aire de admisión	2.8-4.4 bar	2.8-4.4 bar	2.0 bar
Combustible antes del motor	7-9 bar	7-9 bar	4.0 bar
Aire de arranque	Max 30 bar	Max 30 bar	
Apertura de válvula de inyección principal	450 bar	450 bar	
Apertura de válvula de inyección piloto	320 bar	320 bar	
Apertura de válvula de seguridad en bomba de aceite lubricante.	6-8 bar	6-8 bar	

9.2.2. Mantenimiento por horas del motor.

A bordo del buque modelo de este trabajo, se cuenta con 4 motores principales. Con el objetivo de simplificar la información, se expondrán los trabajos de mantenimiento de un sólo motor. Entendiéndose que se deberá llevar el mismo control de horas y mantenimiento a cada motor por separado.

En primer lugar, hay que tener en cuenta que, para un mantenimiento eficiente, diariamente se deben controlar parámetros en parada, como por ejemplo niveles de aceite, y también en funcionamiento, como por ejemplo temperaturas, posibles fugas, vibraciones anormales. El mantenimiento de la máquina principal se puede dividir en varias secciones atendiendo a las horas de trabajo del motor.

- Cada 500 horas se debe hacer un análisis de agua de refrigeración y controlar el nivel del Ph ya que mediante análisis regulares es la manera más directa de asegurar que los niveles son los correctos y por consiguiente, el funcionamiento del motor es óptimo. Por otro lado,

dentro de este periodo de trabajo, se revisa el diagrama de presiones máximas y se confirman niveles normales. Así como una comprobación de los mecanismos de control.

- Cada 750 horas se debe de realizar una limpieza del filtro centrífugo de aceite ya que este filtro es el encargado de eliminar la mayor parte de las impurezas y debido a su naturaleza móvil cualquier obstrucción podría ocasionar daños mayores. De igual manera, en cada guardia se deben comprobar los indicadores de diferencial de presión de dicho filtro asegurándose así que el filtro no se encuentra obstruido.



Ilustración 10. Filtro automático de aceite. 1: aspecto exterior. 2 y 3: filtro compuesto por las velas. Fuente: Trabajo de campo.

- Cada 1000 horas se realiza un mantenimiento al Visatrón que consiste en la limpieza general, cambio de filtros y realizar cualquier ajuste necesario para el correcto funcionamiento de este sistema. Se debe asegurar un estado óptimo del mismo ya que es un fiel indicador de niebla. A su vez, se limpian los filtros de combustible y los filtros de cartucho o policías de aceite. El buen estado de todos los filtros de a bordo es una tarea imprescindible para evitar futuras averías mayores, a parte de su sustitución, se debe de llevar un control diario de todos los filtros, comprobando su diferencial de presión y asegurando que no existe ninguna fuga en el mismo o en sus conexiones. De igual manera

se comprueba el estado de las válvulas y se les hace el reglaje, a su vez, se comprueba el funcionamiento de los rotocaps asegurando así que el desgaste de las válvulas es uniforme y por lo tanto el sellado del motor sigue siendo óptimo. Se comprueban los dispositivos de alarmas y las paradas de seguridad, estas tareas deben de hacerse con la mayor atención y rigurosidad ya que todo lo relacionado con la seguridad en la sala de máquinas es de vital importancia. Dentro de las 1000 horas de funcionamiento, también entran comprobaciones como la del apriete correcto de los pernos de anclaje del motor, reconocimiento del cárter y el buen estado de las superficies de contacto del eje de levas.



Ilustración 11. Unidad de control Visatron y Filtro de mochila / Filtro Policía de aceite. Fuente: Trabajo de campo.

- Cada 2000 horas se deben de comprobar los instrumentos de medición, los dispositivos mecánicos de sobrevelocidad así como los electro-neumáticos. Cambiar el aceite regulador y limpiar los filtros de aspiración de bomba prelube y el filtro de la bomba de aceite acoplada.
- Cada 4000 horas se debe comprobar la alineación del cigüeñal y asegurarse de los esfuerzos de flexión no han deformado o agrietado la pieza. Comprobar el buen funcionamiento del sistema limitador de combustible de arranque ya que si este sistema no suministra la cantidad apropiada de combustible

- Cada 6000 horas se comprueban las toberas de los inyectores principales.
- Cada 8000 horas Se limpia el enfriador del aire por el lado del aire. En este punto se debe de realizar una comprobación completa de todas las conexiones de tubos flexibles.
- Cada 12000 horas se comprueban las toberas de los inyectores pilotos.
- Cada 18000 horas, ya se deben de cambiar las conexiones de tubos flexibles al igual que el aceite lubricante del virador, se ha de revisar las culatas. Se realiza una inspección de las bombas de aceite acoplada, la de A/T y B/T también acopladas. Revisar camisas, aros anti-desgaste y pistones. Se procede a la comprobación de los amortiguadores de vibraciones, los cojinetes principales, las bombas de inyección y el sistema de engranajes de los ejes de levas. Por último, dentro de este periodo de horas, se debe realizar una limpieza de la válvula termostática de aceite, la de B/T y la de A/T, así como una revisión y limpieza más exhaustiva de la válvula principal de arranque.



Ilustración 12. Culata de M.M.P.P. Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración 13. Trabajos de extracción de pistón y revisión de aros. Fuente: Trabajo de campo.

- Cada 24000 horas se han de comprobar el dispositivo mecánico de sobrevelocidad y los parientes en los pernos de fijación del motor.
- Cada 36000 horas se han de inspeccionar el distribuidor de aire de arranque, los cojinetes del eje de levas. Las bielsa se revisan en pie, cabeza y cojinetes. Se comprueban las galerías de refrigeración de pistones y los mecanismos de las válvulas.
- Cada 30 Días de trabajo regular, enviar una muestra de aceite a analizar en un laboratorio. Realizando el cambio de aceite entero al motor bajo requerimientos basados en los análisis. Con la misma periodicidad es recomendable una revisión de los tornillos y anclajes de los enfriadores de aire, así como la comprobación del correcto funcionamiento de la maniobra de desembrague y parada de los motores, desde la consola central del puente, la consola central del E.C.R., desde el alerón de puente de babor y estribor.

9.2.3. Mantenimiento por horas de la turbina.

- Cada 75 horas se debe cambiar la filtrina de aire de admisión, ya que dentro de la sala de máquina existe una gran cantidad de partículas en suspensión que de entrar en la turbo y por consiguiente en el motor, aparte de generar una combustión inapropiada, podría llegar a obstruir algún elemento del sistema pudiendo llevar a problemas mayores.

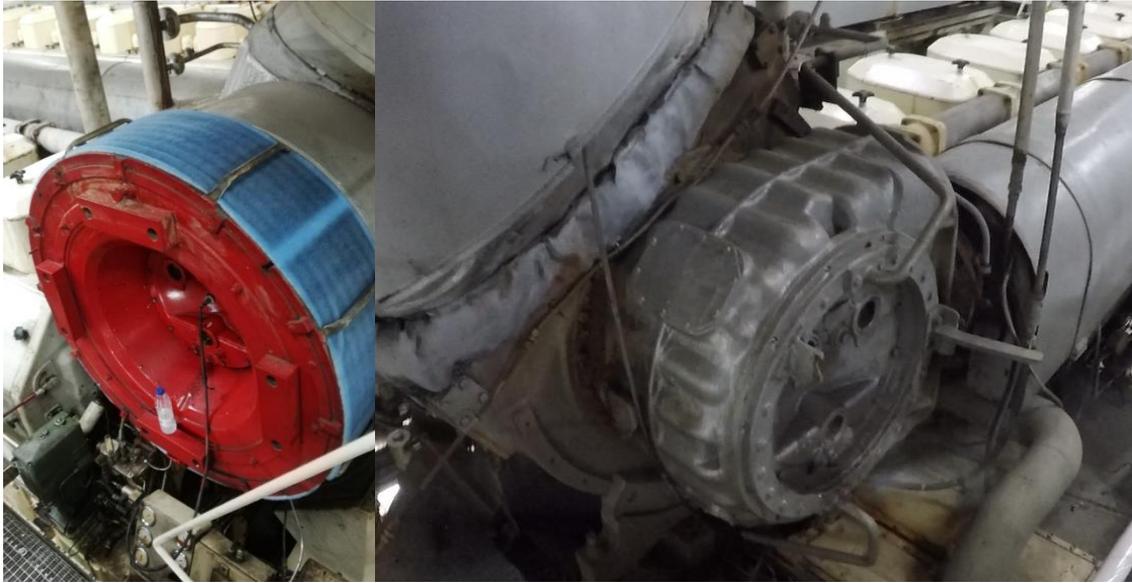


Ilustración 14. Compresor del turbocompresor y Turbina del turbocompresor. Fuente: Trabajo de campo.

- Cada 750 horas se realiza una limpieza con agua durante un tiempo estipulado (10 min). Con los motores a un régimen inferior al normal de funcionamiento. para estar en un rango de temperaturas antes de la turbina de entre 350-430°C
- Cada 4000 horas se debe cambiar el aceite ya que el turbocompresor es un elemento que sufre unas grandes exigencias mecánicas. Se trata de un elemento con un tamaño bastante considerable y con unas revoluciones de trabajo que rondan las 13000 r.p.m. por lo que la lubricación y refrigeración son parámetros a tener en cuenta si se espera una larga y funcional vida del turbocompresor.



Ilustración 15. Rellenado de agua destilada para la limpieza de la turbo. Fuente: Trabajo de campo.

- Cada 10000 horas se deben cambiar los cojinetes por motivo de posible desgaste. A la hora de realizar el cambio, es conveniente examinar los cojinetes usados y asegurarse que su desgaste es uniforme y controlado, si no fuese así y el desgaste fuese irregular o desmesurado, se debe prestar especial atención para conocer el motivo.
- Cada 48000 horas se debe cambiar compresor del turbocompresor ya que es un elemento que sufre un mayor desgaste con respecto al compresor. El compresor sufre grandes picos de temperatura debido a las altas temperaturas de los gases de escape, unido a la cantidad de partículas provenientes de la combustión, hacen que el desgaste y picaduras en el compresor puedan generar deficiencias en el funcionamiento.
- Cada 30 días de funcionamiento regular se deben enviar muestras de aceite para un análisis del mismo. Así mismo, en el mismo trascurso de tiempo, se revisan y aseguran los tornillos y anclajes del turbocompresor.

9.2.4. Mantenimiento por horas de la reductora.

A bordo del barco modelo existen dos líneas de potencia (Babor y estribor), cada una de ellas consta de una reductora accionada cada una por los dos motores de la banda correspondiente. Se trata de dos reductoras tipo DLGF 8890 K31 con coeficiente reductor de 2,725: 1. Tanto el sentido de entrada como el de la salida son constantes en cada banda, esto quiere decir que, en la banda de babor, el sentido de entrada y salida es hacia la derecha y en estribor, hacia la izquierda. El sistema de reductoras de este buque cumple con cuatro misiones principales: Dotar al eje de la velocidad de rotación adecuada para las hélices. Adicionalmente la reductora cuenta con un eje de menor diámetro y mayor velocidad de giro para los generadores de cola. Evitar el desplazamiento axial del cigüeñal actuando, así como chumacera de empuje. Unifica los ejes de los dos motores logrando una sola línea para dos motores. Por último, el embragado y desembragado de los motores, permitiendo así tener una línea con un motor apagado y otro en funcionamiento. Siguiendo la estructuración del mantenimiento dividido en horas. Los trabajos más relevantes a realizar son:

- Cada 3000 horas se realiza el cambio de aceite y filtros del mismo ya que como en todo sistema mecánico móvil de tal envergadura el aceite es un elemento crucial para el buen funcionamiento, así como un claro indicador de un correcto o incorrecto funcionamiento pudiendo propiciar a sospechas de mal funcionamiento si se encuentran pequeñas partículas mecánicas en suspensión o la presencia de agua en el aceite, lo cual, aparte de indicar una fuga en algún punto del sistema, ocasionaría la pérdida de las características del aceite llevando a posibles futuras averías mayores.
- Cada 6000 horas se comprueba la estanqueidad y buen estado del enfriador, asegurando así, como se explica en el punto anterior, un buen estado del aceite y por lo tanto un correcto funcionamiento de la reductora.
- Cada 60000 horas, si no ha surgido un problema o algún indicador de posible futura avería, se realiza una revisión total de la reductora asegurando el buen estado de todas sus partes. La buena práctica de

esta tarea es crucial para el mantenimiento de la máquina ya que se trata de un elemento crítico. La reductora, debido a la potencia de los motores y el par transmitido a las hélices de paso variable, sufre un gran estrés mecánico y una avería que incapacite la reductora, no sólo dejaría sin accionamiento al generador de cola, sino que el barco quedaría sin potencia de empuje en una de las bandas, y al tratarse de un buque de pasaje, no está permitido su explotación si una de las bandas no se encuentra en servicio.

A todos estos trabajos de mantenimiento, y al igual que en todos los sistemas de abordaje, se debe añadir la sustitución de bombas, motores eléctricos y demás elementos que por horas de trabajo hayan llegado al final de su vida útil o que hayan sufrido alguna avería llegando al final de su vida útil. Si la sustitución se ocasiona por avería, se debe analizar el causante y remediarlo para evitar una futura repetición del mismo problema.

9.2.5. Mantenimiento por horas del alternador de cola.

A bordo del buque modelo existen 5 alternadores de las mismas características. Alternadores Leroy-Somer LSAM53M85 C6/6 AREP de 380V, 50Hz y 1962 KVA cada uno. La distribución de los mismo responde a uno para cada reductora y uno para cada motor auxiliar. Ya que la instalación de los alternadores acoplados a las reductoras es incompleta, estos solo alimentan a las hélices de proa en los momentos de maniobra y las conexiones de los camiones refrigerados durante las travesías. Debido a esta situación, al menos dos auxiliares se encuentran en todo momento en funcionamiento encargándose así del suministro eléctrico general del buque. A continuación, se expondrá el plan de mantenimiento básico de dichos sistemas.

- Cada 1000 horas se debe de realizar la limpieza de los filtros de entrada y salida. Normalmente a bordo existen filtros de este tipo de respeto. Como se trata de un filtro metálica, se procede a su limpieza con la karcher y sustituyendo los limpios en el lugar de los que están en servicio, que se procederá a su posterior limpieza dejándolos listos para su próximo uso. Gracias al plan de mantenimiento normal que existe a bordo de los buques, las horas de funcionamiento de los sistemas gemelos nunca son las mismas, por lo que este tipo de trabajo se realiza

escalonadamente en el tiempo. Aprovechando que se desmontan los filtros para su sustitución, se limpian y aprietan los diodos, así como los tornillos del estátor. En general a la hora de realizar este servicio, se hace una comprobación visual de todos los elementos posibles, asegurando un estado óptimo de funcionamiento. Poniendo especial atención a los dispositivos de protección.

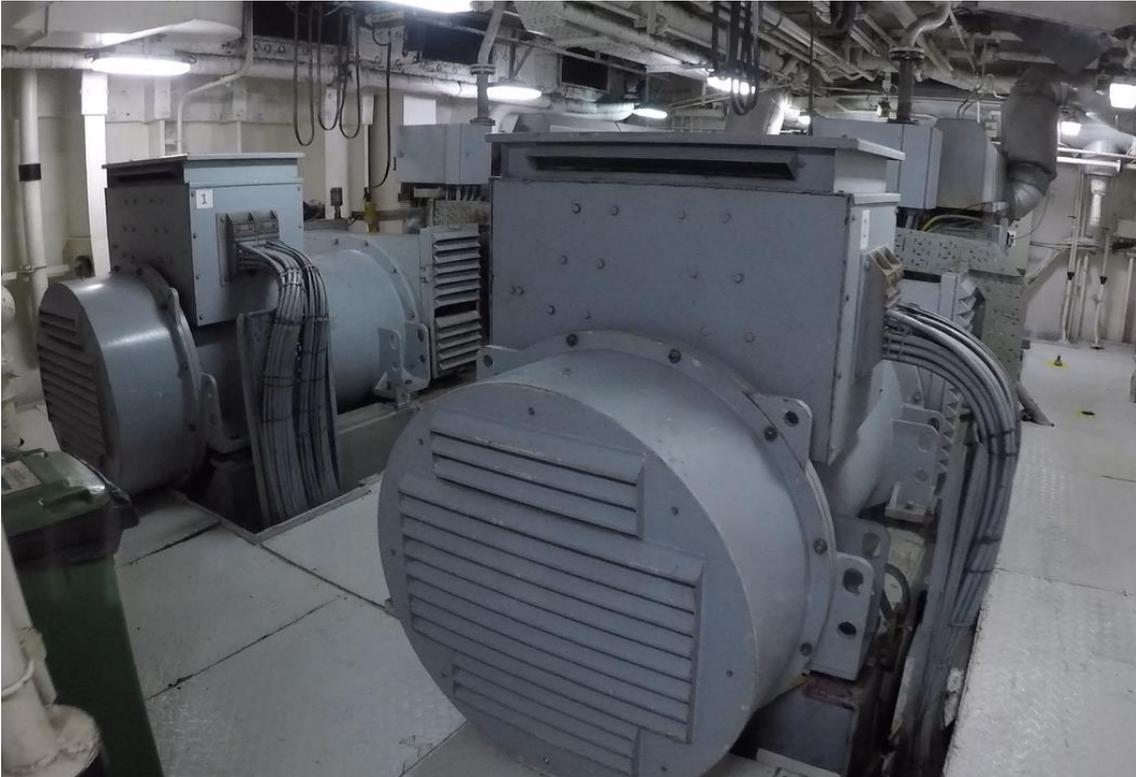


Ilustración 16. Generadores de cola M.A.1 y 2. Fuente: Trabajo de campo.

- Cada 3000 horas se realiza la lubricación de todos los cojinetes presentes en el alternador, aprovechado para asegurar un estado óptimo de los mismos.
- Cada 40000 horas se realiza la limpieza del devanado del rotor y del estátor. En este procedimiento se debe de comprobar el estado del barniz protector.

9.3. MOTORES AUXILIARES

9.3.1. Características generales.

- **Número de motores:** 3
- **Tipo de Motor:** Wartsila 9L20C
- **Especificación:** 173060
- **Ciclo de trabajo:** 4 tiempos
- **Diámetro del cilindro:** 200 mm
- **Carrera:** 280 mm
- **Cilindrada por cilindro:** 8.80 litros
- **Disposición de los cilindros:** En línea.
- **Número de cilindros:** 9
- **Orden de encendido:** horario (1-7-4-2-8-6-3-9-5) antihorario (1-5-9-3-6-8-2-4-7) normalmente giran en sentido horario.
- **Potencia al 100% de carga:** 1610 kW
- **Velocidad nominal:** 1000 r.p.m.
- **Volumen aprox. de aceite cárter normal:** 550 litros
- **Volumen aprox de agua de refrigeración:** 160 litros



Ilustración 17. Motor auxiliar 2. Fuente: Trabajo de campo.

En condiciones de referencia, presión (1 bar), temperatura (25 °C), humedad relativa (30%) y temperatura del. agua de refrigeración antes del enfriador (25 °C)

Tabla 3. Tabla de características de los MM.AA. Fuente: Elaboración propia.

	Carga 100%	Carga 30%	Límite de alarmas
Aceite lubricante antes del motor	63-67 °C 4.0-5.0 bar	77 °C 3.0-3.5 bar	80 °C 3.0 bar
Aceite lubricante después del motor	10-15 °C más alto	5-8 °C más alto	
Agua AT después del motor	86-95 °C	86-95 °C	105 °C
Agua AT antes del motor	6-10 °C más bajo 1.6+ presión estática	6-10 °C más bajo 1.6+ presión estática	+1 bar presión estática

Agua BT antes del enfriador de aire de carga	25-38 °C 1.6+ presión estática	65-70 °C 1.6+ presión estática	+1 bar presión estática
Aire de carga en el colector	50-70 °C	60-70 °C	75 °C
Pre calentamiento de agua AT	60 °C	60 °C	
Agua AT / BT antes de la bomba AT / BT (estática)	0.7-1.5 bar	0.7-1.5 bar	
Combustible antes del motor	(MD)2.5-5 bar (HD)5-7 bar	(MD)2.5-5 bar (HD)5-7 bar	
Aire comprimido arranque motor	Máx 30 bar	Máx 30 bar	18 bar
Presión de apertura de la válvula de seguridad de la bomba de aceite lubricante	6-8 bar	6-8 bar	
Indicador visual y alarma electrónica de caída de alta presión en el filtro de aceite	<1.2-1.8 bar	<1.2-1.8 bar	1.2-1.8 bar

9.3.2. Mantenimiento por horas del motor.

A bordo existen 3 motores auxiliares los cuales son los encargados de suministrar la electricidad a todos los sistemas de a bordo. Debido a que dos de ellos son capaces de satisfacer las necesidades eléctricas de todo el barco, en funcionamiento sólo se encuentran dos a la vez. El encendido de los motores se va alternando, consiguiendo así un reparto homogéneo de horas de trabajo, pero siempre con diferencia entre las horas de trabajo de cada uno, asegurando así que los plazos de mantenimiento de ellos también serán escalonados asegurando siempre la disponibilidad de al menos un auxiliar en perfectas condiciones para su funcionamiento. El mantenimiento de los 3 auxiliares se estructura de la siguiente manera.

- Cada 250 horas se toma un análisis de aceite comprobando así el % de H₂O en él. En el mismo servicio se limpia el filtro centrífugo de aceite y se lubrica el mecanismo de control.

- Cada 500 horas se comprueba el PH del agua de refrigeración. Este dato es de gran importancia, ya que, si el PH se ve afectado y varían sus resultados, el agua podría empezar a oxidar rápidamente los conductos ayudado por las altas temperaturas de la misma.
- Cada 1000 horas se toman los diagramas de presiones máximas del cilindro y se estudia si hay alguna anomalía en el correcto funcionamiento del motor. Se comprueban los dispositivos de alarmas y paradas. Se cambian los filtros de combustible y los de aceite, así como el aceite del motor. En el mismo servicio se realiza la comprobación del estado de las válvulas y su correspondiente reglaje.
- Cada 2000 horas se cambia el aceite del regulador y se comprueba la efectiva parada por sobrevelocidad.
- Cada 4000 horas se comprueba el mecanismo de control, se cambian las toberas de los inyectores, se limpia el enfriador de aire de carga. Se comprueban la alineación del cigüeñal y las tuercas del colector de gases de escape. En el mismo servicio se inspecciona el engranaje de impulsión del eje de levas y los orificios de engrase.
- Cada 12000 horas se realiza la limpieza del enfriador de aceite. Se inspecciona el engranaje de impulsión del regulador y se revisan las culatas.
- Cada 18000 horas se realiza la revisión de las bombas inyectoras, las bombas de alta y baja temperatura acopladas y la bomba de aceite acoplada. En el mismo servicio se realiza la limpieza de la válvula termostática de alta temperatura, la válvula de control de baja temperatura, la válvula termostática de aceite. Se revisa la bomba de aceite de prepublicación y se inspeccionan los amortiguadores de vibraciones.
- Cada 24000 horas se revisan los acoples flexibles, el regulador y los sistemas de parada y de sobrevelocidad y se comprueban los pernos de fijación del motor.
- Cada 64000 se realiza un desmontaje y revisión general del motor

9.3.3. Mantenimiento por horas de la turbina.

- Cada 75 horas se limpia el compresor con agua destilada.
- Cada 150 horas se cambia la filtrina ya que en el interior de la sala de máquinas existen muchas partículas en suspensión que quedan atrapadas en la filtrina y si esta no es cambiada regularmente, estas partículas pueden obstruir la entrada de aire al motor o incluso llegar estas partículas al interior del motor
- Cada 12000 horas se limpia del compresor y la turbina, se inspecciona el anillo de inyector y se cambian los cojinetes y con 480000 horas el rotor.

9.4. COMPRESORES

A bordo de un buque de estas características existe un gran número de compresores de aire debido a la demanda de aire a presión en bastantes sistemas. Los compresores que se encuentran en este buque son:

- Un compresor sónico.
- Un compresor de aire de control.
- Un compresor de arranque de motores auxiliares.
- Un compresor de aire de trabajo
- Dos compresores para arranque de principales.

Estos compresores, para facilitar el mantenimiento de ellos, son exclusivamente de dos modelos dependiendo de las necesidades. Aprovechando que los motores principales tienen dos compresores para el aire de arranque y cada uno es de uno de los tipos, en el siguiente apartado se procederá al desglose de las características de dichos compresores que será válido para todos los compresores de a bordo, así como el posterior plan de mantenimiento por horas.

9.4.1. Compresores de aire de arranque M.M.P.P.

El buque modelo consta de dos compresores de arranque para los motores principales, cada uno con una botella independiente. Aunque inicialmente la instalación está diseñada para el funcionamiento de dos vías separadas de aire a presión, una para los motores de babor (1 y 2) y otra para los de estribor (3 y 4). En la práctica, gracias a una válvula que comunica las dos botellas, en el momento del arranque, se comunican ambas botellas igualando así sus presiones y obteniendo una misma línea de aire. La comunicación de ambas botellas se realiza para asegurar un volumen mínimo de aire con la presión necesaria para el arranque de los 4 motores, siendo esta presión ideal de 15 bar, pudiendo llegar a arrancar en caso excepcional con una presión mínima de 8 bar.

Una vez finalizada la puesta en marcha de los motores, se incomunican entre sí las botellas permitiendo así la recuperación de presión en ambas. En régimen normal de trabajo a bordo, se deja un compresor en automático, asegurando siempre la presión requerida en una de las botellas, y el otro en manual, sólo entrando en marcha con la preparación de la maniobra de arranque o cuando la presión de la botella disminuye considerablemente. Esto se hace de esta manera para asegurar una diferencia de horas de trabajo con el objetivo de distanciar en el tiempo sus servicios de mantenimiento, así como disminuir las posibilidades de una posible avería en ambos compresores a la vez.



*Ilustración 18. Botellas de aire de arranque M.M.P.P. y Botellas de aire de arranque M.M.P.P.
Fuente: Trabajo de campo.*

A bordo estos dos compresores no son gemelos. El compresor n°1 correspondiente a la línea de babor, es un Sauer WP 81L. Es un compresor de 3 etapas, con 3 cilindros, 1470 r.p.m, un caudal de 1165 l/min, un consumo de 15 Kw y un peso de 415 Kg. El compresor n°2 correspondiente a la línea de estribor es un Sauer WP 65L. Es un compresor de 2 etapas, con 2 cilindros, 1470 r.p.m, un caudal de 230 l/min, un consumo de 3,5 Kw y un peso de 120 Kg.



Ilustración 19. Válvula comunicante de botellas. Fuente: Trabajo de campo.

9.4.2. Mantenimiento de los compresores por hora.

- Cada 500 horas de trabajo se realiza la comprobación de las válvulas de descarga y la de aspiración de la primera y segunda etapa, en caso de ser un compresor de tres etapas, también se realizará la comprobación

a la tercera válvula. En el mismo servicio se comprueban los pernos de las placas de asiento de los compresores.

- Cada 1000 horas de trabajo se comprueban los cilindros a través de abertura de las válvulas y se comprueban las conexiones de tuberías.
- Cada 3000 horas se limpia el cárter y se cambia el aceite. Se comprueban los cojinetes de las cabezas de biela, el pistón a través de abertura de válvulas. Se analizan los acoplamientos flexibles buscando alguna fuga, así como la válvula de seguridad. En el mismo servicio se limpian los filtros de aire y los refrigeradores.
- Cada 12000 horas se comprueban los cojinetes principales, los pistones, bulones, aros, cojinetes de bulones y la bomba de aceite lubricante. Si se detecta alguna anomalía en esta revisión se procederá directamente a su reacondicionamiento y si este no es posible, a su sustitución.

9.5. DEPURADORAS DE ACEITE Y F.O.

Debido a las dimensiones de los motores, a bordo hay dispuestas una depuradora de D.O. para cada motor principal, las cuales están en funcionamiento en todo momento. La correcta depuración del aceite en estos motores es crucial, ya que, por ejemplo, si algún elemento interno se está desgastando y liberando pequeñas partículas al aceite, estas partículas podrían trancar otro elemento móvil del interior del motor. No sólo el aceite debe de depurarse. El fuel, al ser un combustible tan pesado y poco refinado debe pasar por una depuradora para asegurarse la mejor calidad posible del combustible en el momento de entrar al motor, por ello, a bordo hay 3 depuradoras de fuel, una en standby, otra en desuso y unas 24 horas en funcionamiento. Si el caudal de esta depuradora es mayor al consumo, el fuel se re circula al mismo tanque de donde es alimentada.

A bordo se utiliza el mismo modelo de depuradora tanto para D.O, como para F.O. debido a que de esta manera el suministro de repuestos es mucho más sencillo al igual que el mantenimiento ya que el personal de a bordo solo tiene que familiarizarse con un modelo. Dicho modelo de depuradora es el OSC-30-0196-066 de la casa Westfalia separator AG. A estas depuradoras como a la gran mayoría del mercado, se le pueden variar los caudales, asegurando así

que, entre menor caudal, más tiempo dentro de la depuradora está el fluido por lo cual la depuración será de mejor calidad. Debido al continuo funcionamiento de todas las depuradoras y la imposibilidad de poder distanciar sus horas de funcionamiento para hacer lo propio con los momentos de mantenimiento, los periodos entre mantenimiento se alargan o acortan de manera muy reducida para así lograr un distanciamiento de los momentos de mantenimiento, asegurando así que siempre esté alguna depuradora en funcionamiento y no condenar todos los motores. La disposición del mantenimiento dividido por horas sería la siguiente:



Ilustración 20. Depuradora F.O. Fuente: Trabajo de campo.

- Cada 1000 horas se realiza una limpieza de los filtros de aspiración, ya que este elemento es un seguro de una mínima calidad en el fluido que se introduce en la depuradora. Al tratarse de fluidos tan poco refinados, tienen en suspensión bastantes impurezas que podrían incluso llevar a una avería en la depuradora. De igual manera, si el filtro de aspiración recoge demasiadas impurezas taponando total o parcialmente la entrada de fluido a la depuradora, esta verá su funcionalidad comprometida. En el mismo servicio, se realiza el cambio de aceite de la propia depuradora, siendo este un aceite MOBIL SHC 630.
- Cada 1500 horas de funcionamiento se realiza una limpieza del tambor y discos ya que son los elementos principales de la depuradora y los que

están continuamente en contacto con el fluido a depurar y por lo tanto deben de estar en buenas condiciones para asegurar las mejores calidades del fluido. Durante el mismo servicio y aprovechando que se tiene que abrir la depuradora, se realiza la sustitución de las juntas del tambor y capó.

- Cada 4000 horas se realiza la comprobación del espesor de las zapatas de embrague, en caso de que el espesor sea insuficiente, se detecte alguna anomalía o se predice que por el estado fallará en un periodo cercano, se realizará la sustitución para evitar un fallo mayor.
- Cada 8000 horas se revisan los dientes del engranaje helicoidal, como es sabido, un sistema de engranajes es bastante efectivo, pero si la excentricidad de algún elemento varía o se sobreesfuerza, puede comenzar a desgastarse irregularmente, por lo que se aconseja un control del mismo y en caso de detectar alguna anomalía analizarla y si es necesario, realizar la sustitución. En el mismo trascurso de tiempo se realiza el desmontaje completo del tambor y se sustituyen todas las juntas. Una vez abierta la depuradora se revisan los rodamientos del eje vertical, asegurarse que mantienen su sello y no presenta resistencia al libre movimiento.
- Cada 16000 horas se realiza el cambio de los rodamientos del eje vertical anteriormente nombrados, los del embrague centrifugo, los del eje horizontal y los del motor eléctrico. Este servicio de las 16000 horas es la más importante y la de mayor complejidad ya que si a la hora de la sustitución de los rodamientos estos quedan descentrados, el giro de los elementos irá desgastando irregularmente los rodamientos e incluso llegando a desgastar otros elementos internos de la depuradora por lo que este procedimiento debe de realizarlo personal de abordaje que esté familiarizado con el equipo y asegure una buena práctica. En este mismo servicio se aprovecha para realizar el cambio de las zapatas del embrague.
- Cada 48000 horas, como servicio complementario, se debe de hacer el cambio de amortiguador de vibraciones y como siempre, hacer una

comprobación visual del mayor número de elementos para detectar alguna posible anomalía.

9.6. CALDERAS

A bordo se dispone de dos calderas AALBORG MISSION OS 2500. En una sala de máquinas tan compleja como la del barco modelo, el servicio de vapor es de gran importancia ya que muchos sistemas requieren de él para su correcto funcionamiento. Por ejemplo, si no se dispone de vapor se hace imposible llegar a la viscosidad necesaria para el transporte y posterior inyección del combustible.

En condiciones normales el buque trabaja con la caldera de babor en standby, con temperatura y presión, pero incomunicada, quemando combustible sólo cuando baje la presión por motivos de pérdidas controladas o por enfriamiento del vapor. La caldera de estribor es la que se encuentra en constante funcionamiento suministrando el vapor necesario para toda la sala de máquinas. Estas calderas se pueden mantener en un funcionamiento automático, el cual controla la presión del vapor manteniendo este a la presión de trabajo regulada de 7 bar. En la práctica, normalmente se trabaja con la caldera en manual ya que, por requerimientos del barco, no es necesario subir la presión a 7 bar, por lo que entra en funcionamiento cuando baja de los 3.5 bar y se apaga manualmente a los 5.5 bar.

Este modelo de caldera consta con dos quemadores. A bordo se procura no tener ambos quemadores en funcionamiento a la vez, aunque esto asegure una subida más rápida de la presión, se generan temperaturas demasiado altas y por la antigüedad de la instalación, esta se puede ver comprometida. Este es otro motivo por el que no se deja la caldera en automático, para evitar que entren en funcionamiento ambos a la vez.

Siguiendo la estructuración de este plan de mantenimiento, a continuación, se presenta el mantenimiento preventivo que se debe realizar a las calderas para un funcionamiento óptimo y continuado en el tiempo.

- Cada 30 días se debe realizar una inspección del mechero, así como la comprobación del bloqueo del quemador y el correcto accionamiento de la alarma de bajo nivel de agua, ya que, si el sistema no detecta un

bajo nivel, y entra en funcionamiento, la elevación excesiva de la temperatura podría dañar seriamente la estructura de la caldera.

- Cada 60 días se deben de limpiar los filtros de ambas bombas de alimentación de combustible, así como el prefiltro de combustible del mechero. Esta limpieza es de gran importancia ya que estas calderas a bordo queman F.O. y una obstrucción de los quemadores llevaría a la imposibilidad de la puesta en marcha de las calderas llevando esto a una posible parada total de la sala de máquinas.
- Cada 180 días se realiza un engrase de todas las válvulas de vapor. Esto se hace ya que son válvulas que sufren grandes elevaciones de temperatura, lo que lleva a una dilatación de los elementos y a un gran esfuerzo de los mismos. De esta manera se consigue una larga vida útil de las válvulas y por consiguiente un funcionamiento correcto de ellas.
- Cada 365 días se realiza una limpieza del interior del hogar y de los tubos de gases, así como el remplazo de la tobera del quemador. Estas acciones deben de realizarse correctamente ya que, como anteriormente se ha nombrado, son calderas que normalmente queman F.O. y este en su proceso de combustión deja bastantes residuos sólidos que podrían llegar a obstruir los conductos, aparte de que la incrustación de ellos en las paredes tiene como resultado un aislamiento del calor por lo que el rendimiento de la caldera se vería afectado.

Hay elemento de la caldera que no tienen establecido un tiempo concreto de mantenimiento pero que son de vital importancia. Estos elementos deben de estar en constante revisión por el personal de abordó, tanto en las guardias diarias como en los mantenimientos de la caldera en general. Entre estos elementos se encuentran la bomba de alta presión de combustible del quemador, los niveles ópticos, las bombas de combustible, bombas de alimentación de agua, bombas de circulación y las válvulas de seguridad. En caso de que en las revisiones rutinarias se detecte algún fallo en estos elementos, se debe realizar el inmediato re acondicionamiento. En el caso de que el re acondicionamiento no sea posible por una avería mayor, se sustituirá por uno nuevo.

En relación al condensador de vapor sobrante, cada 30 días se limpian los filtros de aspiración y cada 60 el haz tubular. En cuanto a las bombas de agua salada de refrigeración se realiza el re acondicionamiento o sustitución solamente cuando sea necesario o su vida útil empiece a acercarse al final.



Ilustración 21. Parte superior y Cuadro de la caldera. Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración 22. Condensador. Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración 23. Evaporador. Fuente: Trabajo de campo.

9.7. PLANTA SÉPTICA.

A bordo del buque modelo existen dos plantas sépticas localizadas una de ellas en la proa del buque y otra dentro de la sala de máquinas. Ambas plantas se tratan de plantas sépticas FACET VTP.



Ilustración 24. Cuadro maniobra planta séptica. Fuente: Trabajo de campo.

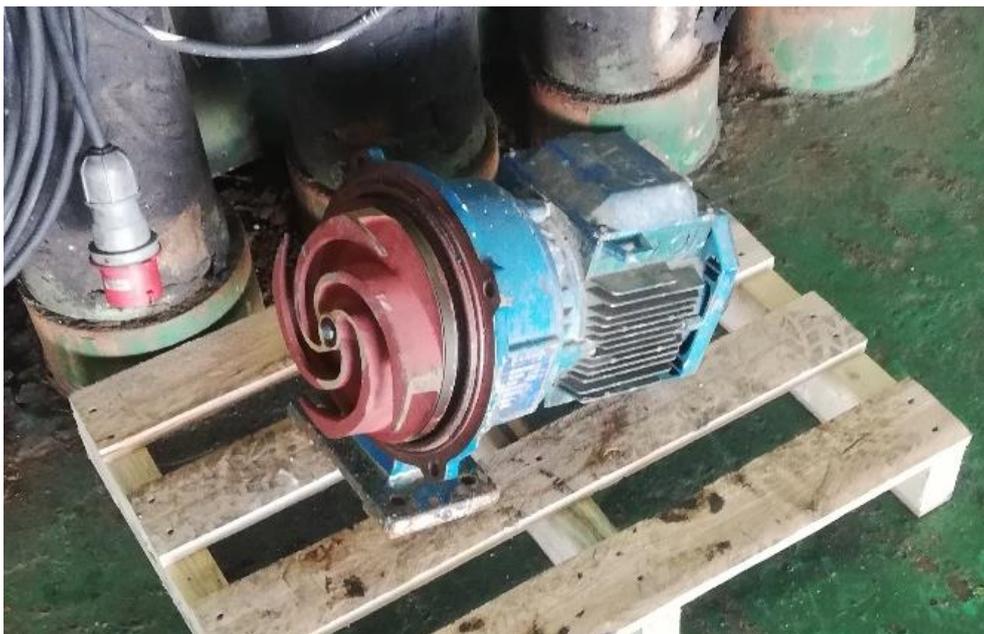


Ilustración 25. Eyector planta séptica. Fuente: Trabajo de campo.

Las plantas sépticas en buques como estos, donde transportan pasaje y una gran parte de ellos navegan en camarotes, son de gran importancia ya que la generación de aguas grises y negras es elevada. Por el mismo motivo de transporte de pasaje, se genera uno de los mayores problemas que presentan este tipo de instalaciones. El pasaje, motivados por la ignorancia, arroja todo tipo de residuos a los conductos de aguas como papeles o bolsas al wáter generando obstrucciones en los conductos o incluso llevar a la retirada de servicio de algunos eyectores de la planta. Los elementos de este tipo de plantas están preparados para estos efectos y están diseñados con materiales resistente, sin embargo, para una larga vida y un correcto funcionamiento de la planta, se debe seguir con el plan de mantenimiento que se presenta a continuación.

- Cada 7 días se comprueba el PH en la cámara de decantación, así como el oxígeno disuelto o el cloro residual de la misma. Esto junto con inspecciones visuales del efluente de la cámara de desinfección y la de la cámara de aireación, se comprueba el correcto funcionamiento cada semana y si estos valores son anormales o el estado de los componentes se ven afectados, inmediatamente se procede a un estudio de las causas para posteriormente proceder a su solución. Durante el mismo periodo se realiza la purga de la válvula de venteo de la cámara de decantación y se comprueba la válvula reguladora de presión del sistema de aireación.
- Cada 30 días se realiza la limpieza de los vacuestatos, de las válvulas de no retorno y se limpia con ácido fosfórico los últimos WC de líneas para asegurar la libre circulación por los conductos de desagües.
- Cada 90 días se realiza el cambio de aceite inyector en el sistema de cloro.
- Cada 180 días se realiza la limpieza de los eyectores. Estos nunca se harán todos en el mismo momento, debido a que, si es necesario la entrada en servicio de alguno, siempre se tendría uno instalado.
- Cada 365 días se realiza una limpieza integral del sistema y de todas sus cámaras. Este servicio es realizado por alguna empresa externa que se

encarga de vaciar del todo las cámaras, limpiarlas y extraer todos los residuos de dicho mantenimiento. Este es un momento crucial para revisar el mayor número de componentes posibles y detectar los que han llegado al final de su vida útil o los que están llegando a ese punto, para ser sustituidos.

Debido a los materiales resistentes por los que están compuestos los elementos de este sistema, muchos de ellos no tienen definido un mantenimiento exhaustivo y simplemente se basan en una continua revisión de su estado y su reacondicionamiento cuando éste sea necesario. Estos elementos son todas las bombas eyectora que tiene cada planta séptica (3 aguas grises y 3 aguas negras) así como las dos bombas de descarga al mar.

9.8. AIRE ACONDICIONADO.

A bordo el sistema de refrigeración está compuesto por una serie de ventiladores distribuidos a lo largo de toda la cubierta superior. Donde cada uno da servicio a una zona del buque. En caso de que la temperatura exterior sea elevada y ya que se trata de un buque que transporta pasaje, entran en servicio los equipos de aire acondicionados. Estos equipos están localizados en la sala de máquinas. Se trata de 3 grupos compresores MYCOM 250 VSD de los cuales normalmente entra en servicio únicamente uno, pero en meses de verano, cuando es necesario, entra en servicio un segundo.

La puesta en marcha de los grupos es regular en el transcurso del tiempo, aunque no sea necesario ya que así se asegura la circulación del fluido frigorífico que en este caso es el R-507, así como el accionamiento de las partes móviles, asegurando así una mayor vida útil de la instalación. Respondiendo a esta misma finalidad, y siguiendo con la misma estructura de este plan de mantenimiento, a continuación, se expone el plan de mantenimiento básico de los elementos de este sistema.

- Cada 15 días, se realiza una puesta en marcha (rodaje) para así comprobar su buen funcionamiento, advertir de alguna fuga si la hubiera.
- Cada 2000 horas de trabajo se realiza el engrase de los cojinetes.

- Cada 4000 horas se muestra una toma de aceite y es enviada a un análisis de laboratorio. Esto es un procedimiento de gran importancia ya que es una manera bastante eficaz de prevenir futuras averías. Los resultados de estos análisis indican si hay alguna fuga de líquido refrigerante o si algún elemento se está desgastando de manera inapropiada arrojando residuos al aceite.
- Cada 8000 horas se realiza un reconocimiento de algunos elementos, tales como la alineación de los ejes o elementos de acoplamiento. En un mantenimiento preventivo, el aspecto más importante es el del análisis de los elementos y apoyado en la experiencia, obtener información del sistema para predecir futuras averías. En el mismo lapso de tiempo, se realiza la limpieza de los filtros de aceite, así como la sustitución del aceite.
- Cada 25000 horas se realiza un Overhaul, consistiendo este en un mantenimiento completo del sistema, sustituyendo los elementos necesarios, limpiando y re acondicionando todos aquellos que se vean comprometidos.
- Cada 120 días se cambia la manta filtrante de impulsión y cada 180 días la de extracción.
- Cada 730 días se realiza la limpieza del condensador.



Ilustración 26. Unidad compresores A.A.C.C. Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración 27. Disposición de unidades en la sala de máquinas. Fuente: Trabajo de campo.

- Cada 1400 días se realiza la sustitución de los filtros deshidratadores.

A parte de todos estos mantenimientos anteriormente nombrados, algunos elementos no tienen definidos un mantenimiento por horas exacto, pero gracias a las revisiones periódicas de los mismos, se puede determinar el momento en el que es necesario un re acondicionamiento, o en el caso de no ser posible, realizar la sustitución del mismo. Entre estos elementos se encuentran la bomba de aceite, la sustitución de los cojinetes o la limpieza del evaporador.

9.9. MÓDULOS DE COMBUSTIBLE.

En los buques de construcción a partir de finales de los 90`s se empezó a implementar un sistema denominado módulo booster o módulo de combustible. Esto tiene como origen las dificultades que se presentaban anteriormente a la hora de detectar alguna anomalía o el desafío que llevaba una correcta distribución de los elementos de alimentación de combustible en la sala de máquinas. Estos módulos se implementan en la sala de máquinas

como un único sistema, el cual consta con elementos como bombas de alimentación, de circulación, controladores de viscosidad, calentadores, válvulas automáticas de vapor, etc.

El aspecto más positivo de estos módulos es que el combustible sale de ellos listo para entrar en las bombas inyectoras sin ningún elemento de por medio simplificando así la instalación y su posterior mantenimiento, que en este caso y se ve altamente reducido en comparación con el mantenimiento que antes requería todo lo relacionado con el sistema de alimentación. A continuación, se expone el mantenimiento de estos módulos cronológicamente.

- Cada 45 días se realiza la limpieza de los filtros automáticos, así como los de aspiración de la bomba de alimentación. Dependiendo de la calidad del combustible suministrado y del estado general de la instalación, este periodo se puede ver modificado. Una clara forma de detectar la necesidad de una limpieza es simplemente observando el diferenciador de presión de los filtros. En el mismo servicio, se procede al engrase de todas las bombas. El correcto engrase de las bombas es crucial para el buen funcionamiento de las mismas ya que se trata de bombas que trabajan a elevadas temperaturas con fueles pesados que exigen un esfuerzo por parte de las bombas.
- Cada 365 días se realiza la limpieza del viscosímetro. Este es uno de los elementos más sensibles del módulo y uno de los más importantes. El combustible sale del módulo con temperatura y viscosidad óptimas para su consumo, por lo que si el viscosímetro no lee correctamente y envía el combustible con una gran temperatura o una gran viscosidad puede llegar a gripar la bomba de inyección, o cualquier otro elemento sensible.

Gracias a la simplificación que facilita el módulo de combustible el mantenimiento del mismo se ve reducido considerablemente, pero no se puede dejar de lado las inspecciones visuales diarias de todo el sistema, así como un seguimiento constante de los valores de temperatura, presión o viscosidad. Como consecuencia de todo esto, elementos como bombas de alimentación, bombas de circulación, bomba blackout, o válvulas automáticas

de vapor no llevan un mantenimiento mayor que el reacondicionamiento de los mismos cuando sea necesario o su sustitución si este no es posible



Ilustración 28. Cuadro de averías del módulo y de las bombas. Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración 29. Módulo booster de babor. Fuente: Trabajo de campo.

10. REGISTRO DE TRABAJOS DIARIOS REALIZADOS EN UN MES.

En este apartado se expondrá un listado de trabajos diarios realizados a bordo. Para asegurar el funcionamiento continuo de la sala de máquinas, todos los días el primer oficial de máquinas decreta las tareas a realizar por los diferentes miembros del equipo. Estas tareas son definidas por las horas de trabajo de los sistemas y por las necesidades que se vayan detectando por todo el equipo durante las guardias. Dentro de una sala de máquinas tan grande, es muy importante que todo el equipo sienta la responsabilidad de mantener la máquina en buen estado, ya que al primer oficial se le hace imposible controlar todos los sistemas, por lo que los demás oficiales y la maestranza, durante sus guardias o trabajos diarios deben de estar alerta a cualquier fallo o detectar cualquier indicador de alguna futura avería.

Gracias a que se tratan de líneas de cabotaje con cortos periodos de navegación, los trabajos más delicados o de mayor dificultad son realizados por empresas externas las cuales tienen mano de obra especializada y de esta manera se asegura una correcta praxis de los trabajos. Esto es posible ya que los buques modelo de este trabajo están atracados durante todas las mañanas, tiempo que se utiliza para el mantenimiento y donde pueden subir a bordo empresas externas a trabajar. Si la avería o el mantenimiento programado son de gran dificultad y no es posible finalizarlo durante el tiempo de atraque, los equipos externos pueden salir a navegar con el barco para completar las tareas. Esto se hace cuando las tareas son compatibles con el funcionamiento normal de la sala. Si el mantenimiento no es compatible, el equipo externo desembarca y al día siguiente, cuando el buque vuelva al puerto, seguirían con los trabajos.

Con objetivo de facilitar la exposición de las taras realizadas, estas se dividirán por días, siendo estos un total de 60 y por departamento. Los diferentes departamentos serán:

- Limpieza, estas tareas son realizadas por los mecánicos o engrasadores. Las tareas de limpieza suelen ser todos los días los mismos. Estas tareas son de vital importancia ya que un ambiente sucio de trabajo es incómodo y puede llegar a ser peligroso.

- Varios, este apartado se reserva para mantenimientos de sistemas auxiliares, análisis, trasiegos, refuellings, etc. dependiendo de los sistemas que se vean afectados, estas tareas serán realizadas por oficiales, por maestranza o por ambas a la vez.
- Electricidad, fontanería y aire acondicionado. Este apartado es específico para electricista, fontanero y en ocasiones al calderero. Dentro de este apartado entran tareas no solo dentro de la sala de máquinas, si en diferentes zonas de abordó es necesario mantenimiento de fontanería o electricidad, el puente lo comunicará al primer oficial de máquinas para que la maestranza se ocupe de resolver dichos problemas.
- Motores principales y motores auxiliares, debido a su complejidad e importancia de estos equipos, se reserva un apartado exclusivo para ellos donde se expondrán todas las tareas relacionados con ellos. Estos servicios son realizados por oficiales, maestranza y empresas externas.
- Talleres, este último apartado se reserva para definir los trabajos realizados por talleres externos o equipo cedido por el puente como pueden ser marineros dedicados al reacondicionamiento del entorno de trabajo.

A continuación, se presenta el historial de estas tareas, comenzando el día 01/12/2019 al 01/02/2020.

01/12/19

Limpieza	<p>Limpieza bandejas y polines de MM.AA..</p> <p>Limpieza bandejas enfriadores y filtros aceite MM.PP..</p> <p>Limpieza bandejas depuradoras</p>
Varios	<p>Revisión niveles aceite y agua de los equipos, rellenos.</p> <p>Tomar sondas tanques combustible, aceite, agua y lodos.</p> <p>Trasiegos de combustible</p> <p>Sevimar: motor emergencia / m. Puerto: comprobar niveles y puesta en marcha.</p> <p>Sevimar: revisar UPS's y baterías (radio)</p> <p>Sevimar: mantenimiento semanal mini-fog</p> <p>Cumplimentar todos los procedimientos sig maquinas</p> <p>Mantenimiento semanal separador de sentinas: Limpieza de célula, comprobar descarga</p> <p>Sistema protección fondos incorr y ejes de cola (0/0/0/1,3/0,8/1/0/0) Br 420 Er 300</p> <p>Comprobar purgador y copa de aceite aire control</p> <p>Relleno de tanques aceite fuera sala de maquinas</p> <p>Limpieza célula separador de sentinas</p> <p>Achicar sentina estribor intering</p>
Electricidad, fontanería y aire acondicionado	<p>Calentadoras agua/sanit.: control cloro y dosaje</p> <p>Revisión cloros y temperatura agua sanitaria</p> <p>Mantenimiento semanal planta sépticas</p> <p>Purgar calentadores agua caliente</p> <p>Revisar señal pick-up n°2 y m/p n°2 alarma menor Woodward.</p> <p>Revisar polipasto m/p n°1; eléctricamente funciona bien problema con el engranaje de la corredera.</p>
MM.PP.; MM.AA.; y maquinaria auxiliar	<p>Relleno de cárteres MM.PP.</p> <p>Cambio filtrinas MM.PP. Y MM.AA.</p> <p>Análisis de agua de caldera</p> <p>Enfriador a/d (contraflujo) MM.PP. Y MM.AA.</p> <p>Análisis de aceite buque (%h2o) m.p. n°1 < 0,02%</p>
Talleres	<p>La galera: sustituir la culata n°6 del m.p. n°1</p>



Ilustración 30. Sonda de nivel. Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración 31. Análisis de agua: 1. Mezcla agua-reactivo. 2 Instrucciones de procedimiento. 3 Reactivos. 4 Toma de muestra de agua de caldera. Fuente: Trabajo de campo.

02/12/19

Limpieza	Limpieza bandejas y polines de MM.AA.. Limpieza bandejas enfriadores y filtros de aceite de MM.PP.
Varios	Tomar sondas tanques combustibles, aceite, lodos y agua. Trasiegos de combustible. Revisión de aceite y agua de los equipos, rellenos.
Electricidad, fontanería y aire acondicionado	Partes de cámara de fontanería y electricidad. Contenedores garaje: enchufar y desconectar. Purgar unidades aa.cc. Revisión luces de cubierta.
MM.PP.; MM.AA.; y maquinaria auxiliar	Engrasar mecanismos de control m.p n°2 Diagramas (presiones máx.) m.aux n°1 Limpieza filtro centrífugo m.aux n°3 Lubricar mecanismo de control m.aux n°3
Talleres	

03/12/19

Limpieza	Limpieza bandejas y polines MM.AA.. Limpieza bandejas enfriadores y filtros de aceite MM.PP.. Limpieza de bandejas depuradoras. Limpieza estabilizadores y achique nichos (aceite) Estibas bombas inyección Trajos espiches
Varios	Tomar sondas tanques combustible, aceite, lodos y agua. Trasiego de combustible. Revisión de niveles aceite y agua de los equipos, rellenos. Toma de combustible: 7 de bajo contenido y 1 de G.O. Rellenar grasa caja engranajes separador sentinas.
Electricidad, fontanería y aire acondicionado	Partes de cámara de fontanería y electricidad. Contenedores garaje: enchufar y desconectar. Mantenimiento alternador de cola babor limpieza filtros, revisión cableado, apriete diodos. Aguada. Inicio:46498 final: 46541 total: 43

MM.PP.; MM.AA.; y maquinaria auxiliar	<p>Mantenimiento depuradora de aceite n°3 limpieza tambor y discos.</p> <p>Análisis %H2O aceite hélice de proa/popa. 150 litros</p> <p>Limpieza filtro manual y automático de estribor</p> <p>Limpieza filtro de aspiración bomba a/s condensador de vapor sobrante</p> <p>Colector agua H.T. M.P. n°3</p> <p>Limpieza filtro aspiración trasiego combustible.</p>
Talleres	

04/12/19

Limpieza	<p>Limpieza bandejas y polines de MM.AA..</p> <p>Limpieza bandejas enfriadores y filtros aceite MM.PP..</p> <p>Limpieza pr mm/pp y pasillo central mm/pp</p> <p>Achicar bb214</p>
Varios	<p>Tomar sondas tanques combustible, aceite, agua y lodos.</p> <p>Trasiegos de combustible</p> <p>Revisión niveles aceite y agua de los equipos, rellenos.</p>
Electricidad, fontanería y aire acondicionado	<p>Partes de cámara de fontanería y electricidad.</p> <p>Contenedores garaje: enchufar y desconectar.</p> <p>Limpieza rejilla planta séptica c.m</p> <p>Purgar calentadores agua sanitaria</p> <p>Engrasar cojinete Cooper apoyo puntos Br y Er (2 emboladas)</p>
MM.PP.; MM.AA.; y maquinaria auxiliar	<p>Mantenimiento depuradora de aceite n°3 Limpieza tambor y discos y cambio de aceite</p> <p>Análisis % h2o aceite hélice de proa/popa. Refresco en caso de que aumente</p> <p>Cambio de junta brida en tubería de vapor mamparo reductora babor.</p> <p>Limpiar compresor con agua MM.PP. Y MM.AA.</p> <p>Limpieza filtro centrifugo m.aux n°1</p> <p>Lubricar mecanismo de control m.aux n°1</p> <p>Análisis de aceite buque (% h2o) m.aux n°1<0.02%</p> <p>Perdida de vapor en tanque de observación de purgas mirilla estribor</p>

	Limpieza filtro aspiración depuradora F.O. n°1
Talleres	



Ilustración 32. Análisis de %H2O en aceite. 1 Resultado correcto de % de H2O. 2 Reactivo del análisis. 3 Preparación del análisis. Fuente: Trabajo de campo.

05/12/19

Limpieza	Limpieza bandejas y polines MM.AA.. Limpieza bandejas enfriadores y filtros de aceite MM.PP.. Limpieza tecles MM.PP.
Varios	Tomar sondas tanques combustible, aceite, lodos y agua. Trasiego de combustible. Revisión de niveles aceite y agua de los equipos, rellenos. Recepcionar pedido aceite para hélice de proa Aceite purga hélice de proa a tanque de lodos de combustible
Electricidad, fontanería y aire acondicionado	Partes de cámara de fontanería y electricidad. Contenedores garaje: enchufar y desconectar. Aguada. Inicio:46541 final: 46585 total: 44 Sustituir alumbrado cámara de maquinas
MM.PP.; MM.AA.; y maquinaria auxiliar	Análisis %H2Oaceite hélice de proa/popa. 80 litros Limpieza filtro automático m.p n°4 Diagramas (presiones máx.) m.p n°1 Diagramas (presiones máx.) M.aux n°3 Limpieza filtros estabilizadores
Talleres	



Ilustración 33. Estabilizador de babor. Fuente: Trabajo de campo

06/12/19

Limpieza	<p>Limpieza bandejas y polines MM.AA..</p> <p>Limpieza bandejas enfriadores y filtros de aceite MM.PP..</p> <p>Limpieza bandejas depuradora.</p>
Varios	<p>Tomar sondas tanques combustible, aceite, lodos y agua.</p> <p>Trasiego de combustible.</p> <p>Toma de combustible: 7 de bajo contenido.</p> <p>Marpol</p> <p>Limpieza del filtro de aspiración bomba de lodos</p> <p>Pasta a poros tubería descarga a/s bomba condensador vapor sobrante (hay que soldar)</p> <p>Limpieza filtros alternador (MM.AA. y colas)</p>
Electricidad, fontanería y aire acondicionado	<p>Partes de cámara de fontanería y electricidad.</p> <p>Contenedores garaje: enchufar y desconectar.</p> <p>Limpieza el tanque de la grasa</p>
MM.PP.; MM.AA.; y maquinaria auxiliar	<p>Análisis de aceite buque (%H₂O) MM.PP. 3 y 4 <0.02%</p> <p>Cambiar aceite compresor aire de arranque nº1 babor, filtro de aire y Limpieza radiador.</p> <p>Arrancar los grupos de aa.cc parados.</p>
Talleres	



Ilustración 34. Depuradoras de aceite:1. Fuente: Trabajo de campo



Ilustración 35. Unidad enfriadora:1. Fuente: Trabajo de campo.

Limpieza	Limpieza bandejas y polines MM.AA.. Limpieza bandejas enfriadores y filtros de aceite MM.PP. Limpieza bandejas depuradora.
Varios	Tomar sondas tanques combustible, aceite, lodos y agua. Trasiego de combustible. Tubo salida agua caliente sanitaria calentador proa (con agujero de 6mm de diámetro se le pone espiche) Achicar agua pocete interring (nos sirve de chivato para el tubo de agua caliente sanitaria)
Electricidad, fontanería y aire acondicionado	Partes de cámara de fontanería y electricidad. Contenedores garaje: enchufar y desconectar. Aguada: inicio: 46585 final: 46639 total: 54
MM.PP.; MM.AA.; y maquinaria auxiliar	Análisis (%h2o) aceite hélice de proa/popa. Se refresca 80 litros. Dispositivo alarmas y parada seguridad m.p nº2 Limpieza, cambio filtros, ajuste visatron m.p nº4 Comprobar apriete pernos anclaje motor m.p nº4 Estado de las válvulas (reglaje) m.p nº4 Reconocimiento cárter m.p nº4 Superficie contacto eje de levas m.p nº4 Funcionamiento rotocaps Filtro automático m.p nº4
Talleres	



Ilustración 36. Filtro automático de aceite. Fuente: Trabajo de campo.

Limpieza	<p>Limpieza bandejas y polines MM.AA..</p> <p>Limpieza bandejas enfriadores y filtros de aceite MM.PP.</p> <p>Limpieza bandejas depuradora.</p>
Varios	<p>Revisión niveles aceite y agua de los equipos, rellenos.</p> <p>Tomar sondas tanques combustible, aceite, agua y lodos.</p> <p>Trasiegos de combustible</p> <p>Sevimar: motor emergencia / m. Puerto: comprobar niveles y puesta en marcha.</p> <p>Sevimar: revisar UPS ´s y baterías (radio)</p> <p>Sevimar: mantenimiento semanal mini-fog</p> <p>Purgar lips bocinas y hélices proa.</p> <p>Cumplimentar todos los procedimientos sig maquinas</p> <p>Mantenimiento semanal separador de sentinas: limpieza de célula, comprobar descarga</p> <p>Sistema protección fondos incorr. y ejes de cola (0/0/0/1,2/0,8/1/0/0) Br 350 Er 280</p> <p>Comprobar purgador y copa de aceite aire control</p> <p>Relleno de tanques aceite fuera sala de maquinas</p> <p>Limpieza célula separador de sentinas</p> <p>Comprobar señal fallo tensión relé tacométrico m.p nº4 (reapriete conexionada caja a1 comprobar señal caja a2 ok) se sopla 2 veces y no da fallo señal tarjeta ok.</p>
Electricidad, fontanería y aire acondicionado	<p>Calentadoras agua/sanit. : control cloro y dosaje</p> <p>Contenedores garaje: enchufar y desenchufar</p> <p>Revisión cloros y temperatura agua sanitaria</p> <p>Mantenimiento semanal planta sépticas</p> <p>Purgar calentadores agua caliente</p>
MM.PP.; MM.AA.; y maquinaria auxiliar	<p>Análisis %H2O aceite hélice de proa/popa.0.26% H2O / refrescar 80l</p> <p>Relleno de cárteres MM.PP.</p> <p>Comprobar dispositivos alarmas y paradas seguridad m.p nº3</p> <p>Análisis de agua refrigeración MM.PP. Y MM.AA.</p> <p>Limpieza filtro policía m.p nº1</p> <p>Limpieza canastilla filtro a/s evaporador (Limpieza con química evaporador cociendo)</p> <p>Limpieza filtro aspiración depuradora F.O. nº1</p>

	Comprobar sistema de inyección M.P.3.
Talleres	



Ilustración 37. Sistema inyección M.M.P.P. Fuente: Trabajo de campo.

Limpieza	<p>Limpieza bandejas y polines MM.AA..</p> <p>Limpieza bandejas enfriadores y filtros de aceite MM.PP.</p>
Varios	<p>Tomar sondas tanques combustible, aceite, lodos y agua.</p> <p>Trasiego de combustible.</p> <p>Revisión niveles aceite y agua de los equipos y rellenos.</p>
Electricidad, fontanería y aire acondicionado	<p>Partes de cámara de fontanería y electricidad.</p> <p>Contenedores garaje: enchufar y desconectar.</p> <p>Purgar unidades aa.cc</p> <p>Revisión luces de cubierta</p> <p>Abrir/cerrar válvulas de corte agua caliente-fría cubierta 5</p>
MM.PP.; MM.AA.; y maquinaria auxiliar	<p>Aclarar el evaporador y puesta en servicio</p> <p>Limpiar compresor con agua MM.AA. N°1 y 3</p> <p>Análisis %H2O en hélice de proa/popa (bajando 0.20% h2o en aceite)</p>
Talleres	

Limpieza	<p>Limpieza bandejas y polines MM.AA..</p> <p>Limpieza bandejas enfriadores y filtros de aceite MM.PP.</p> <p>Limpieza bandejas depuradora.</p>
Varios	<p>Tomar sondas tanques combustible, aceite, lodos y agua.</p> <p>Trasiego de combustible.</p> <p>Limpieza retención colector sanitas intering (medio cubo)</p> <p>Inventario de pañol de estabilizador de babor.</p>
Electricidad, fontanería y aire acondicionado	<p>Partes de cámara de fontanería y electricidad.</p> <p>Contenedores garaje: enchufar y desconectar.</p> <p>Purgar calentadores agua sanitaria</p> <p>Sustituir conexionado para planta séptica proa aspiración antiespumante</p>
MM.PP.; MM.AA.; y maquinaria auxiliar	<p>Mantenimiento depuradora de aceite n°2</p> <p>Limpieza tambor y discos.</p> <p>Análisis de aceite buque m.p n°2<0.02</p> <p>Aligerar mecanismo virador MM.PP.</p>

Talleres	2 marineros saneando zona por tecele inferior MM.PP. Inicio: 08:00h / final: 17:00h
-----------------	--



Ilustración 38. Pañol de estabilizador de babor. Fuente: Trabajo de campo.

11/12/19

Limpieza	Limpieza bandejas y polines MM.AA.. Limpieza bandejas enfriadores y filtros de aceite MM.PP.. Limpieza Pr MM.PP.. y pasillo central MM.PP.
Varios	Tomar sondas tanques combustible, aceite, lodos y agua. Trasiego de combustible.
Electricidad, fontanería y aire acondicionado	Partes de cámara de fontanería y electricidad. Contenedores garaje: enchufar y desconectar. Aguada. Inicio: 46689 final: 46764 total:75 Limpiar tanque de la grasa Montar motor eléctrico a bomba de aceite depuradora aux n°1 (falta conexión eléctrica)
MM.PP.; MM.AA.; y maquinaria auxiliar	Limpieza filtro policia m.p n°2 Análisis de %H2O en aceite hélice de proa/popa (0,26% h2o refresco 80 litros) Sustituir válvula de 3 vías depuradora de aceite n°2 (comprobar abre y cierra bien) Desmontar depuradora de aceite n°2
Talleres	2 marineros saneando zona por tecele inferior MM.PP. inicio: 08:00h / final: 17:00h

Limpieza	<p>Limpieza bandejas y polines MM.AA..</p> <p>Limpieza bandejas enfriadores y filtros de aceite MM.PP..</p> <p>Achique estabilizador estribor (casi toda agua)</p>
Varios	<p>Tomar sondas tanques combustible, aceite, lodos y agua.</p> <p>Trasiego de combustible.</p> <p>Aligerar válvula de sentinas nº206 (se prueba el achique con la manguera y va bien)</p>
Electricidad, fontanería y aire acondicionado	<p>Partes de cámara de fontanería y electricidad.</p> <p>Contenedores garaje: enchufar y desconectar.</p> <p>Aguada. Inicio: 46764 final: 46798 total: 34</p> <p>Mantenimiento alternador de cola de estribor: limpieza de filtros, apriete diodos, comprobar conexión cableado.</p> <p>Limpiar rejilla planta séptica de proa.</p> <p>Cambiar luces embrague panel control puente</p> <p>Bomba agua caliente sanitaria en servicio (se pone la de reserva)</p>
MM.PP.; MM.AA.; y maquinaria auxiliar	<p>Limpieza del fondo de babor</p> <p>Limpiar compresor con agua MM.PP.</p> <p>Diagramas (presiones máx.) M.p nº4</p> <p>Análisis de aceite buque(%h2o) m.aux nº3<0.02%</p>
Talleres	<p>2 marineros saneando zona por tecele inferior MM.PP.</p> <p>inicio: 08:00h / final: 17:00h</p>

Limpieza	<p>Limpieza bandejas y polines MM.AA..</p> <p>Limpieza bandejas enfriadores y filtros de aceite MM.PP.</p> <p>Limpieza bandejas depuradora.</p>
Varios	<p>Tomar sondas tanques combustible, aceite, lodos y agua.</p> <p>Trasiego de combustible.</p> <p>Toma de combustible: 7 de bajo contenido, 1 de g.o</p> <p>Marpol</p> <p>Toma de aceite: 6 hélice y molinete</p> <p>Inventario del pañol de principales.</p>

Electricidad, fontanería y aire acondicionado	Partes de cámara de fontanería y electricidad. Contenedores garaje: enchufar y desconectar. Se reparan radiales de cubierta Eyector nº1 eyector planta séptica de proa (bajo vacío) Se sacan y comprueban tras limpieza los otros dos (nº2 y nº3) quedan en servicio
MM.PP.; MM.AA.; y maquinaria auxiliar	Análisis %H2O aceite hélice de proa/popa (refresco 80l) Análisis de aceite buque(%h2o) MM.PP. 3 y 4 <0.02% Cambiar filtros aceite de reserva m.aux nº1
Talleres	2 marineros saneando zona por tecele inferior MM.PP. inicio: 08:00h / final: 17:00h



Ilustración 39. 1 interior del pañol. 2 vista desde exterior del pañol de principales. Fuente: Trabajo de campo.

14/12/19

Limpieza	Limpieza bandejas y polines MM.AA.. Limpieza bandejas enfriadores y filtros de aceite MM.PP.. Limpieza bandejas depuradoras. Limpieza de taller mecánico
Varios	Tomar sondas tanques combustible, aceite, lodos y agua. Trasiego de combustible. Revisión niveles aceite y agua de los equipos, rellenos. Soldar abarcon tubería agua m.p nº2

<p>Electricidad, fontanería y aire acondicionado</p>	<p>Partes de cámara de fontanería y electricidad. Contenedores garaje: enchufar y desconectar. Aguada. Inicio: 46799 final:46820 total:21 Bomba agua caliente sanitaria (motor ok pero bomba agarrada)</p>
<p>MM.PP.; MM.AA. y maquinaria auxiliar</p>	<p>Revisión tornillos y anclajes enfriadores aire MM.PP. Comprobar vacío visatron (60-80mm) m.p nº1 (70) Filtro centrifugo aceite m.p nº2 Cambiar juntas en la válvula de salida de vapor de la caldera de estribor (2 juntas espiro metálicas - falta probar) Limpieza del m.p nº1</p>
<p>Talleres</p>	<p>2 marineros saneando zona por tecele inferior MM.PP.</p>



Ilustración 40. Taller mecánico. Fuente: Trabajo de campo

Limpieza	<p>Limpieza bandejas y polines MM.AA..</p> <p>Limpieza bandejas enfriadores y filtros de aceite MM.PP.</p> <p>Limpieza bandejas depuradora.</p>
Varios	<p>Revisión niveles aceite y agua de los equipos, rellenos.</p> <p>Tomar sondas tanques combustible, aceite, agua y lodos.</p> <p>Trasiegos de combustible</p> <p>Sevimar: motor emergencia / m. Puerto: comprobar niveles y puesta en marcha.</p> <p>Sevimar: revisar UPS ´s y baterías (radio)</p> <p>Sevimar: mantenimiento semanal mini-fog</p> <p>Purgar lips bocinas y hélice s proa.</p> <p>Cumplimentar todos los procedimientos sig maquinas</p> <p>Mantenimiento semanal separador de sentinas: limpieza de célula, comprobar descarga</p> <p>Sistema protección fondos incorr y ejes de cola (0/0/0/1,2/0,8/1/0/0) Br 320 Er 270</p> <p>Comprobar purgador y copa de aceite aire control</p> <p>Relleno de tanques aceite fuera sala de maquinas</p> <p>Limpieza célula separador de sentinas</p> <p>Asistencia a cubierta para abrir válvula manual del fondo de proa</p>
Electricidad, fontanería y aire acondicionado	<p>Calentadoras agua/sanit. : control cloro y dosaje</p> <p>Contenedores garaje: enchufar y desenchufar</p> <p>Revisión cloros y temperatura agua sanitaria</p> <p>Mantenimiento semanal planta sépticas</p> <p>Purgar calentadores agua caliente</p> <p>Calentadores agua/sanit.: control cloro y dosaje</p> <p>Se cambia bombilla del intering cub 3</p> <p>Se rellena batería con agua (radio)</p>
MM.PP.; MM.AA.; y maquinaria auxiliar	<p>Análisis %H2O aceite hélice de proa/popa. 0.24%. Extracc. 50l.</p> <p>Limpieza filtro aspiración bomba lodos</p> <p>Cambio de filtrinas MM.PP. Y MM.AA.</p> <p>Probar caldera de Er, dar templeores y reapriete de bridas</p> <p>Limpieza compresor MM.AA. Con agua.</p>
Talleres	

Limpieza	<p>Limpieza bandejas y polines MM.AA..</p> <p>Limpieza bandejas enfriadores y filtros de aceite MM.PP.</p>
Varios	<p>Tomar sondas tanques combustible, aceite, lodos y agua.</p> <p>Trasiego de combustible.</p> <p>Revisión niveles aceite y agua de los equipos, rellenos.</p> <p>Inventario pañol de aceites y pinturas.</p>
Electricidad, fontanería y aire acondicionado	<p>Partes de cámara de fontanería y electricidad.</p> <p>Contenedores garaje: enchufar y desconectar.</p> <p>Revisión luces de cubierta</p> <p>Mantenimiento caldera Br, limpieza de mechero, células de medición, filtros de combustible</p> <p>Abrir/cerrar válvulas de corte de agua caliente/fría cubierta 5</p>
MM.PP.; MM.AA.; y maquinaria auxiliar	<p>Lubricar mecanismos de control m.aux. N°3</p> <p>Limpieza filtro centrífugo m.aux n°3</p> <p>Abrir/cerrar válvulas telecomandadas de sentinas y fondos</p> <p>Prueba stand-by bombas: a/s MM.AA., módulos, lips..</p>
Talleres	



Ilustración 41. Pañol de aceites y pinturas. Fuente: Trabajo de campo

Limpieza	<p>Limpieza bandejas y polines MM.AA..</p> <p>Limpieza bandejas enfriadores y filtros de aceite MM.PP.</p> <p>Limpieza bandejas depuradora.</p>
Varios	<p>Tomar sondas tanques combustible, aceite, lodos y agua.</p> <p>Trasiego de combustible.</p> <p>Revisión niveles aceite y agua de los equipos, rellenos.</p> <p>Toma de combustible: 9 de ultra bajo</p> <p>Estiba de bidones aceite hélices de proa</p>
Electricidad, fontanería y aire acondicionado	<p>Partes de cámara de fontanería y electricidad.</p> <p>Contenedores garaje: enchufar y desconectar.</p> <p>Aguada. Inicio: 46871 final: 46930 total: 59m3</p>
MM.PP.; MM.AA.; y maquinaria auxiliar	<p>Mantenimiento depuradora de F.O. N°1. Limpieza tambor y discos (60.995h)</p> <p>Comprobar vacío visatrón (60-80mm) m.p. N°4 (74) (78.213h)</p> <p>Limpieza, cambio filtros, ajuste visatrón m.p. N°1 (75.550h)</p> <p>Dispositivos de alarma y paradas de seguridad m.p. N°1 (75.550h)</p> <p>Comprobación tornillos y anclajes turbo MM.PP.. (falta 1 tornillo anclaje lateral turbo m.p. N°2)</p>
Talleres	<p>1 marinero: saneamiento tecele inferior MM.PP.. Br.</p>

Limpieza	<p>Limpieza bandejas y polines MM.AA..</p> <p>Limpieza bandejas enfriadores y filtros de aceite MM.PP..</p> <p>Limpieza Pr MM.PP.. y pasillo central MM.PP.</p>
Varios	<p>Tomar sondas tanques combustible, aceite, lodos y agua.</p> <p>Trasiego de combustible.</p> <p>Revisión niveles aceite y agua de los equipos, rellenos.</p> <p>Macho purga colector gases de escape m.p. N°1.</p> <p>Arrancar y acoplar m.aux. N°2.</p> <p>Sustitución mecanismo cierre automático puertas (sala MM.AA. A la sala de aire acondicionado.)</p>

<p>Electricidad, fontanería y aire acondicionado</p>	<p>Partes de cámara de fontanería y electricidad. Contenedores garaje: enchufar y desconectar. Limpieza vacuestatos plantas sépticas Limpieza charnelas plantas sépticas Revisión karcher y foco de proa.</p>
<p>MM.PP.; MM.AA.; y maquinaria auxiliar</p>	<p>Limpieza fondo de er Lubricación mecanismo de control m.p. N°1 (75.564) Enfriador a/d (contraflujo) MM.PP.. Y MM.AA.. Desembrague y parada de los MM.PP.. Análisis de aceite buque (% h2o) m.aux. N°1 (<0.02) (18.361) Limpieza filtro centrífugo m.aux. N°1 Lubricación mecanismo de control m.aux. N°1</p>
<p>Talleres</p>	



Ilustración 42. Mecanismo sustituido en puerta de seguridad. Fuente: Trabajo de campo.

19/12/19

Limpieza	<p>Limpieza bandejas y polines MM.AA..</p> <p>Limpieza bandejas enfriadores y filtros de aceite MM.PP.</p> <p>Limpieza tecles MM.PP.</p>
Varios	<p>Tomar sondas tanques combustible, aceite, lodos y agua.</p> <p>Trasiego de combustible.</p> <p>Revisión niveles aceite y agua de los equipos, rellenos.</p> <p>Toma de combustible: 7 de ultra bajo.</p> <p>Marpol</p> <p>Toma de aceite: 12.000l Mobilgard m440, 1 depuradoras y 1 compresores</p> <p>Limpieza filtro de aspiración bomba de lodos.</p> <p>Toma de combustible: 1 de gas-oil.</p>
Electricidad, fontanería y aire acondicionado	<p>Partes de cámara de fontanería y electricidad.</p> <p>Contenedores garaje: enchufar y desconectar.</p> <p>Aguada.: inicio: 46930 final: 46971 total: 41m³</p> <p>Revisión estado unidades de climatizadoras</p> <p>Revisión luces de cubierta</p> <p>Se revisa consumo de térmico cafeteras (cafetería)</p>
MM.PP.; MM.AA.; y maquinaria auxiliar	<p>Dispositivos de alarmas y paradas de seguridad m.p. N°4 (78.240)</p> <p>Poro en carrete enfriador popa sección principales</p> <p>Filtro automático aceite m.p. N°3 (69.038)</p> <p>Limpiar compresor con agua MM.PP.. (75.577/ /70.568/ /69.038/ /12.674)</p>
Talleres	<p>2 marineros: sanear tecla inferior MM.PP.. br (pintando tecla en azul)</p>

20/12/19

Limpieza	<p>Limpieza bandejas y polines MM.AA..</p> <p>Limpieza bandejas enfriadores y filtros de aceite MM.PP.</p> <p>Limpieza bandejas depuradora.</p>
Varios	<p>Tomar sondas tanques combustible, aceite, lodos y agua.</p> <p>Trasiego de combustible.</p> <p>Revisión eyectores planta séptica de sala de máquinas.</p>

Electricidad, fontanería y aire acondicionado	Partes de cámara de fontanería y electricidad. Contenedores garaje: enchufar y desconectar. Revisión luces de cubierta Engrasar cojinete cilindro repliegue y despliegue estabilizadores Engrasar todos los puntos de lubricación estabilizadores
MM.PP.; MM.AA.; y maquinaria auxiliar	Análisis de aceite m.p. N°1 (0.02%) (75.596h) Limpiar compresor con agua MM.AA. N°1 y n°3
Talleres	1 marinero: saneamiento tecele inferior MM.PP.. Br



Ilustración 43. Testigo revisión eyectores. Fuente: Trabajo de campo.

Limpieza	Limpieza bandejas y polines MM.AA.. Limpieza bandejas enfriadores y filtros de aceite MM.PP. Limpieza bandejas depuradora.
Varios	Tomar sondas tanques combustible, aceite, lodos y agua. Revisión niveles aceite y agua de los equipos, rellenos Trasiegos de combustible Estibar pedidos
Electricidad, fontanería y aire acondicionado	Partes de cámara de fontanería y electricidad. Contenedores garaje: enchufar y desconectar.
MM.PP.; MM.AA.; y maquinaria auxiliar	Limpieza filtro automático módulo de Er Limpieza filtro aspiración bomba alimentación módulo de Er Limpieza velas filtro automático aceite Cambio de aceite y reglaje válvulas M.MA.A. 1
Talleres	1 marínero: saneamiento tecele inferior MM.PP.. Br hasta 16:15 (pasa a cubierta)



Ilustración 44. Reglaje de válvulas de M.M.A.A. Fuente: Trabajo de campo

Limpieza	<p>Limpieza bandejas y polines MM.AA..</p> <p>Limpieza bandejas enfriadores y filtros de aceite MM.PP.</p> <p>Limpieza bandejas depuradora.</p>
Varios	<p>Revisión niveles aceite y agua de los equipos, rellenos.</p> <p>Tomar sondas tanques combustible, aceite, agua y lodos.</p> <p>Trasiegos de combustible</p> <p>Sevimar: motor emergencia / m. Puerto: comprobar niveles y puesta en marcha.</p> <p>Sevimar: revisar UPS's y baterías (radio)</p> <p>Sevimar: mantenimiento semanal mini-fog</p> <p>Purgar lips bocinas y hélice s proa.</p> <p>Cumplimentar todos los procedimientos sig maquinas</p> <p>Mantenimiento semanal separador de sentinas: limpieza de célula, comprobar descarga</p> <p>Sistema protección fondos incorr y ejes de cola (0/0/0.8/0/0,8/1/0/0)</p> <p>Comprobar purgador y copa de aceite aire control</p> <p>Relleno de tanques aceite fuera sala de maquinas</p> <p>Limpieza célula separador de sentinas</p> <p>Descarga tanques imbornales</p> <p>Vaciado y llenado tanque F.O. F30c</p>
Electricidad, fontanería y aire acondicionado	<p>Partes de cámara de fontanería y electricidad</p> <p>Calentadoras agua/sanit.: control cloro y dosaje</p> <p>Contenedores garaje: enchufar y desenchufar</p> <p>Revisión cloros y temperatura agua sanitaria</p> <p>Mantenimiento semanal planta sépticas</p> <p>Purgar calentadores agua caliente</p> <p>Aguada.: inicio: 46971 final:47039 total:68m3</p>
MM.PP.; MM.AA.; y maquinaria auxiliar	<p>Análisis %H2Oaceite hélice de proa/popa. 0.3%. Extracción 30l.</p> <p>Limpieza filtro policia de aceite m.p. N°1 (fuera de servicio)</p> <p>Cambio de filtrinas MM.PP. Y MM.AA.</p> <p>Relleno de cárter MM.PP..</p> <p>Limpieza filtro aspiración bba a/s condensador vapor sobrante</p> <p>Limpieza filtro depuradora F.O. N°1</p>
Talleres	

Limpieza	<p>Limpieza bandejas y polines MM.AA..</p> <p>Limpieza bandejas enfriadores y filtros de aceite MM.PP.</p>
Varios	<p>Tomar sondas tanques combustible, aceite, lodos y agua.</p> <p>Revisión niveles aceite y agua de los equipos, rellenos</p> <p>Trasiegos de combustible</p>
Electricidad, fontanería y aire acondicionado	<p>Partes de cámara de fontanería y electricidad.</p> <p>Contenedores garaje: enchufar y desconectar.</p> <p>Purgar unidades de aa.cc</p> <p>Mantenimiento semanal planta sépticas</p> <p>Purgar calentadores de agua caliente</p> <p>Apriete de cuadros de bombas de rociadores</p> <p>Cambiar pantalla en la cocina y foco de cubierta</p> <p>Cambio filtro generador de cola y revisión del estado general.</p>
MM.PP.; MM.AA.; y maquinaria auxiliar	<p>Mantenimiento 1500h. Dep. Aceite nº1 ... limpieza platos ... cambio de aceite (134.570h)</p> <p>Diagramas (presiones máximas) m.p. N°2 (70.622h)</p> <p>Comprobar fugas gas grupos aa.cc</p> <p>Reconocimiento cárter m.p nº4</p> <p>Superficie contacto eje de levas m.p nº4</p> <p>Funcionamiento rotocaps</p> <p>Filtro automático m.p nº4</p>
Talleres	<p>1 marinero: saneamiento tecele inferior MM.PP.. er (hasta 17:00h)</p>



Ilustración 45. Comprobación del estado interno de los generadores de cola. Fuente: Trabajo de campo.

Limpieza	<p>Limpieza bandejas y polines MM.AA..</p> <p>Limpieza bandejas enfriadores y filtros de aceite MM.PP.</p> <p>Limpieza bandejas depuradora.</p>
Varios	<p>Tomar sondas tanques combustible, aceite, lodos y agua.</p> <p>Revisión niveles aceite y agua de los equipos, rellenos</p> <p>Trasiegos de combustible</p> <p>Toma de combustible: 5 de ultra bajo</p> <p>Solucionar enclavamiento bomba de aceite MM.AA. Número 15.2. Falta relé para protección; consumo bomba 1.5 a. Relé instalado 9a</p>
Electricidad, fontanería y aire acondicionado	<p>Aguada. Inicio= 47104 final 47161 total 57 metros cúbicos</p> <p>Limpieza rejilla planta séptica proa</p> <p>Abrir / cerrar válvulas de corte agua caliente-fría cubi.5</p>
MM.PP.; MM.AA.; y maquinaria auxiliar	<p>Comprobación previa camisa m.p. Numero 3</p> <p>Templores caldera de Er y dejar en servicio</p> <p>Comprobar fugas gas compresores frigorífica</p> <p>Comprobar vacío visatrón (60-80mm) M.O número 2 0.9 (70631)</p> <p>Reconocimiento cárter M.P.3</p> <p>Superficie contacto eje de levas m.p.3</p> <p>Análisis de aceite buque (%h2o) m.aux.3 menor que 0.02% (112.395) (112.415)</p> <p>Inyector cilindro 9 máx. 1 sustitución (108496 horas)</p>
Talleres	<p>1 marintero: saneamiento tecele inferior MM.PP.. Br (5 metros cuadrados)</p>

Limpieza	<p>Limpieza bandejas y polines MM.AA..</p> <p>Limpieza bandejas enfriadores y filtros de aceite de MM.PP..</p> <p>Limpieza Pr MM.PP. y pasillo central MM.PP.</p>
Varios	<p>Tomar sondas tanques combustible, aceite, lodos y agua.</p> <p>Revisión niveles aceite y agua de los equipos, rellenos</p> <p>Trasiegos de combustible</p> <p>Se rellenan turbos MM.PP.</p>

	Desmontar inyector m.aux Purgar bombona de aire comprimido de mmpp
Electricidad, fontanería y aire acondicionado	Revisión estado unidades climatizadoras
MM.PP.; MM.AA.; y maquinaria auxiliar	
Talleres	1 marintero: saneamiento tecele inferior MM.PP.. Br



Ilustración 46. Bombona de aire comprimido de MMPP Fuente: Trabajo de campo.

Limpieza	<p>Limpieza bandejas y polines MM.AA..</p> <p>Limpieza bandejas enfriadores y filtros de aceite de MM.PP..</p> <p>Limpieza pr mm/pp y pasillo central mm/pp.</p> <p>Limpieza filtro automático módulo de combustible</p>
Varios	<p>Tomar sondas tanques combustible, aceite, lodos y agua.</p> <p>Trasiegos de combustible.</p> <p>Revisión niveles aceite y agua de los equipos, rellenos.</p> <p>Toma de combustible: 8 de ultra bajo. 1 G.O.</p> <p>Marpol.</p> <p>Limpieza del filtro de aspiración bomba de lodos.</p>
Electricidad, fontanería y aire acondicionado	<p>Aguada. Inicio: 47161 final: 47217 total: 56 metros cúbicos.</p> <p>Se cambian pantallas en máquina.</p>
MM.PP.; MM.AA.; y maquinaria auxiliar	<p>Reconocimiento cárter M.P.1. (75682)</p> <p>Superficie contacto eje de levas m.p.1. (75682)</p> <p>Limpiar compresor con agua MM.PP. y MM.AA..</p> <p>Engrasar mecanismo de control m.p.4. (78338)</p> <p>Limpiar canastilla filtro a/s evaporador.</p> <p>Puesta en marcha-rodaje grupos aa.cc.</p> <p>Limpieza filtros automáticos módulos de combustible Br y Er.</p>
Talleres	<p>1 marinero: saneamiento tecele inferior MM.PP.. Er – superficie</p> <p>Aprox 5 metros cúbicos.</p> <p>m.p.1: 75699 horas.</p> <p>m.p.2: 70692 horas.</p> <p>m.p.3: 69092 horas.</p> <p>m.p.4: 78325 horas.</p> <p>m.aux.1: 108532 horas.</p> <p>m.aux.3: 112443 horas.</p>



Ilustración 47. Comprobación del estado interno de los generadores de cola. Fuente: Trabajo de campo.

Limpieza	Limpieza bandejas y polines MM.AA.. Limpieza bandejas enfriadores y filtros de aceite MM.PP. Limpieza bandejas depuradora.
Varios	Tomar sondas tanques combustible, aceite, lodos y agua. Revisión niveles aceite y agua de los equipos, rellenos. Trasiegos de combustible. Se limpian discos módulos combustibles. Achique nichos estabilizadores. (a lodos aceite.)
Electricidad, fontanería y aire acondicionado	Limpiar el tanque de la grasa. Indicador luz servo puente.
MM.PP.; MM.AA.; y maquinaria auxiliar	Estibar y arrancar pañol pintura. Filtro automático módulo de babor.
Talleres	

Limpieza	Limpieza bandejas y polines MM.AA.. Limpieza bandejas enfriadores y filtros de aceite MM.PP. Limpieza bandejas depuradora.
Varios	Tomar sondas tanques combustible, aceite, lodos y agua. Revisión niveles aceite y agua de los equipos, rellenos. Trasiegos de combustible. Se limpian filtros módulo combustible. (discos) Filtro combustible m.aux número 2.
Electricidad, fontanería y aire acondicionado	Partes de cámara de fontanería y electricidad. Contenedores garaje: enchufar y desconectar. Revisión luces de cubierta. Purgar unidades de aa.cc. Limpieza rejillas planta séptica proa. Se instalan contadores horarios en caldera Br y Er.
MM.PP.; MM.AA.; y maquinaria auxiliar	Filtro de aire arranque previo bendix MM.AA..
Talleres	2 marineros: sanear tecele inferior MM.PP.. Er.

<p>Limpieza</p>	<p>Limpieza bandejas y polines MM.AA..</p> <p>Limpieza bandejas enfriadores y filtros de aceite MM.PP.</p> <p>Limpieza bandejas depuradora.</p> <p>Tomar sondas tanques combustible, aceite, lodos y agua.</p> <p>Revisión niveles aceite y agua de los equipos, rellenos.</p> <p>Trasiegos de combustible.</p> <p>Sevimar: motor emergencia. / m. Puerto: comprobar niveles y puesta en marcha.</p> <p>Sevimar: revisar UPS y baterías. (radio)</p> <p>Sevimar: mantenimiento semanal mini-fog.</p>
<p>Varios</p>	<p>Purgar lips, bocinas y hélices proa. (0.36%H2O, extracción 60l)</p> <p>Cumplimentar todos los procedimientos sig máquinas.</p> <p>Mantenimiento semanal separador sentinas: limpieza célula, comprobar descarga.</p> <p>Sistema protección fondos incorr y ejes de cola. (240v Br 260v Er) (1:0 2:0 3:0 4:0 5:0.7 6:1)</p> <p>Comprobar purgado y copa de aceite aire control.</p> <p>Relleno tanques aceite fuera sala de máquinas.</p> <p>Marpol imbornales proa.</p> <p>Calentadores agua/sanit: control cloro y dosaje.</p> <p>Revisión cloros y temperatura agua sanitaria.</p> <p>Mantenimiento semanal planta sépticas.</p> <p>Purgar calentadores agua caliente.</p>
<p>Electricidad, fontanería y aire acondicionado</p>	<p>Aguada. inicio: 47217 final: 47283 total:66 metros cúbicos.</p> <p>Luz tope Pp.</p>
<p>MM.PP.; MM.AA.; y maquinaria auxiliar</p>	<p>Filtro centrífugo aceite m.p.4.</p> <p>Filtro policía aceite m.p.4.</p> <p>Cambio de filtrinas MM.PP.. y MM.AA..</p> <p>Relleno de cárter MM.PP..</p>
<p>Talleres</p>	<p>2 marineros: sanear tecele inferior MM.PP.. Er. 1 metro cuadrado.</p>



Ilustración 48. Contador de horas de funcionamiento de caldera. Fuente: Trabajo de campo.

30/12/19

Limpieza	Limpieza bandejas y polines MM.AA..
	Limpieza bandejas enfriadores y filtros de aceite de MM.PP..
Varios	Limpieza filtro de aire comprimido
	Tomar sondas tanques combustible, aceite, lodos y agua.
Electricidad, fontanería y aire acondicionado	Revisión niveles aceite y agua de los equipos, rellenos.
	Trasiegos de combustible.
	Contadores garaje: enchufar y desconectar.
	Purgar unidades aa.cc.
	Revisión luces de cubierta.
MM.PP.; MM.AA.; y maquinaria auxiliar	Abrir/cerrar válvulas de corte agua caliente-fría cubi.5.
	Mantenimiento 1500h. Dep. Aceite n4.
	Limpieza platos.
	Cambio de aceite (132488)
Talleres	Filtro centrífugo m.aux3
	Lubricar mecanismo m.aux n3 (112498)
	2 marineros: sanear tecele inferior MM.PP.. Er.



Ilustración 49. Contador de horas de funcionamiento de caldera. Fuente: Trabajo de campo.

31/12/19

Limpieza	<p>Limpieza bandejas y polines MM.AA..</p> <p>Limpieza bandejas enfriadores y filtros de aceite MM.PP.</p> <p>Limpieza bandejas depuradora.</p> <p>Tomar sondas tanques combustible, aceite, lodos y agua.</p> <p>Revisión niveles aceite y agua de los equipos, rellenos.</p>
Varios	<p>Trasiegos de combustible.</p> <p>Toma de combustible: 6 de ultra bajo.</p> <p>Se rellena tk. Almacén aceite m.aux.</p>
Electricidad, fontanería y aire acondicionado	<p>Contadores garaje: enchufar y desconectar.</p> <p>Parte de cámara de fontanería y electricidad.</p> <p>Aguada. Inicio: 47336 final: 47381 total: 45 metros cúbicos.</p>
MM.PP.; MM.AA.; y maquinaria auxiliar	<p>Enviar muestra análisis aceite laboratorio (día 2 mando)</p> <p>Inventario aceites fin de mes.</p> <p>Análisis de aceite buque m.p n2 (70710) y MM.AA.. 1 y 2. (m.p.2: <0.002% 70703.2h. M.a.1: <0.002% 108653.4h m.a.2: <0.002% 955.35h)</p> <p>Filtro centrífugo m. Aux n1 (108672). Ph agua refrigeración.</p> <p>Aligerar válvulas stand-by rs 38 y rs 37 cambio distribuidor de aire.</p> <p>Dispositivos alarmas y paradas m.aux n1</p> <p>Limpieza filtro automático módulo de Br. 129 y manual Br</p>
Talleres	<p>2 marineros: sanear tecele inferior MM.PP.. Br.</p>

Limpieza	Limpieza bandejas y polines MM.AA.. Limpieza bandejas enfriadores y filtros de aceite de MM.PP.. Limpieza pr mm/pp y pasillo central mm/pp.
Varios	Tomar sondas tanques combustible, aceite, lodos y agua. Revisión niveles aceite y agua de los equipos, rellenos. Trasiegos de combustible.
Electricidad, fontanería y aire acondicionado	Contadores garaje: enchufar y desconectar.
MM.PP.; MM.AA.; y maquinaria auxiliar	Limpieza filtros módulos.
Talleres	

11. CONCLUSIONES.

El equipo humano que compone el departamento de máquinas es un conjunto de personas cualificadas que desarrollan su trabajo en un medio nada “amigable” como es la sala de máquinas de un barco, donde el calor, el ruido, los olores, la iluminación artificial...no hacen fácil las tareas que allí se desarrollan.

Resulta importante que las personas que desarrollan allí su labor tengan capacidad de adaptación, al trasladarse de una instalación a otra, que por lo general no serán nunca semejantes. Aunque en esencia las salas de máquinas y sus equipos sean semejantes, las particularidades de cada una hacen que la forma de proceder sea distinta de una embarcación a otra.

Gracias a la implicación de ambos durante el embarque, aprovechando que fueron en la misma temporalidad, pudimos comenzar a desarrollar la idea de este proyecto. Consolidando de esta manera los conocimientos sobre la naturaleza de los sistemas de abordaje, así como sobre su mantenimiento.

Viéndonos obligados a aprender sobre los sistemas de abordaje con los respectivos manuales, pudimos consolidar aspectos que no teníamos en cuenta, tales como lo detallado y extenso que puede llegar a ser un plan de mantenimiento de un buque de dichas características, así como obtener cualidades para desarrollar por nosotros mismos un plan de mantenimiento y saberlo llevar a cabo distribuyendo las tareas entre todo el equipo de la máquina.

El departamento de máquinas, al tratarse de un departamento técnico, es necesario tener conocimientos en varias áreas tecnológicas, sobre todo las personas responsables de las guardias, para que el buque opere con seguridad para las personas y la carga que en el mismo se transporta.

Este registro de tareas diarias es crucial para entender cómo se debe de realizar el mantenimiento de una sala de máquinas de un buque de tal envergadura. Se trata de un ejemplo real, dichas tareas han sido realizadas por profesionales con años de experiencia. Como conclusiones, se puede entender que, aunque se tenga un mantenimiento preventivo definido, se intente realizar de la mejor manera y el equipo esté involucrado, siempre saldrán fallas inesperadas que día tras día deben ser reparadas por el personal viéndose reflejada la importancia de unión en el equipo y de una organización correcta de los trabajos.

12. CONCLUSIONS.

The human team that makes up the engine department is a group of qualified people who carry out their work in a "not friendly" environment such as the engine room of a ship, where heat, noise, odors, artificial lighting ... they do not make the tasks that take place there easy.

It is important that the people who carry out their work there have the ability to adapt, when moving from one installation to another, which in general will never be similar. Although in essence the engine rooms and their equipment are similar, the particularities of each one makes the way of proceeding different from one boat to another.

Thanks to the involvement of both during shipment, taking advantage of the fact that they were at the same time, we were able to start developing the idea of this project. Thus, consolidating knowledge about the nature of the on-board systems, as well as about their maintenance.

Being forced to learn about the onboard systems with the respective manuals, we were able to consolidate aspects that we did not consider, such as how detailed and extensive a maintenance plan for a ship of these characteristics can be, as well as obtaining qualities for develop a maintenance plan by ourselves and know how to carry it out by distributing the tasks among all the equipment on the machine.

The engine department, being a technical department, it is necessary to have knowledge in various technological areas, especially the people responsible for the guards, so that the ship operates safely for the people and the cargo that is transported in it.

This record of daily tasks is crucial to understand how the maintenance of an engine room of such a ship should be carried out. This is a real example; these tasks have been performed by professionals with years

of experience. As conclusions, it can be understood that, even if there is a defined preventive maintenance, it is tried to be carried out in the best way and the team is involved, unexpected failures will always arise that day after day must be repaired by the personnel, reflecting the importance of union in the team and a correct organization of work.

13. BIBLIOGRAFÍA.

- Sistema SGS, (Sistema para la gestión de la Seguridad de la compañía ARMAS - TRASMEDITERRANEA)
- Planos del buque CIUDAD AUTONOMA MELILLA. ARMAS - TRASMEDITERRANEA.
- Planos del buque CIUDAD DE GRANADA. ARMAS - TRASMEDITERRANEA.
- Soporte informático EOLO (Entorno Operativo Logístico, or logistical operating environment, desarrollado por Navantia). ARMAS - TRASMEDITERRANEA, para el control: mantenimientos, paños, stock de repuestos...
- Fotografías y apuntes personales.