



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

Grado en arquitectura naval e ingeniería de sistemas marinos

PLAN DE MANTENIMIENTO DEL BARCO PESQUERO
"CIUDAD DE CARTAGENA"



TRABAJO FINAL DE GRADO

Autor: Yesenia Abigail Capa Morocho

Director: Gregorio Munuera Saura

Cartagena, abril 2019

INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	7
1.1.	IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO.....	8
1.2.	OBJETIVOS.....	8
1.3.	METODOLOGIA Y ESTRUCTURA DEL PROYECTO.....	9
2.	MANTENIMIENTO NAVAL.....	11
2.1.	DEFINICIÓN DE MANTENIMIENTO	12
2.1.1.	Ciclo de vida de un sistema/equipo	12
2.2.	HISTORIA DEL MANTENIMIENTO	13
2.3.	TIPOS DE MANTENIMIENTO.....	14
2.3.1.	Aplicación práctica de los tipos de mantenimiento.....	15
2.3.2.	Otros aspectos a tener en cuenta.....	15
2.4.	PLAN DE MANTENIMIENTO.....	16
2.5.	PROCESOS DE MANTENIMIENTO	16
2.5.1.	Información	17
2.5.2.	Planificación.....	17
2.5.3.	Asignación.....	17
2.5.4.	Ejecución	18
2.5.5.	Análisis.....	18
2.6.	VALORACIÓN ECONÓMICA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO.....	19
2.7.	GENERALIDADES EN EL MANTENIMIENTO DE BUQUES PESQUEROS	20
2.8.	MANTENIMIENTO DEL CASCO, CUBIERTA Y ESTRUCTURA.....	21
2.8.1.	Biodegradación debida a los microorganismos marinos (fouling)...	21
2.8.2.	Pinturas antiincrustantes.....	22
2.8.3.	Corrosión.....	23
2.8.4.	Protección contra la corrosión.....	24
3.	DESCRIPCIÓN DEL BUQUE OBJETIVO DEL PROYECTO	27
3.1.	HISTORIA.....	28
3.2.	DATOS DE LA EMBARCACIÓN	30
3.3.	FUNCIONES ACTUALES.....	31
3.4.	ESTADO ACTUAL.....	32
4.	DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS Y SISTEMAS	35
4.1.	DISPOSICIÓN GENERAL.....	36
4.2.	SISTEMA DE CASCO, CUBIERTA Y ESTRUCTURA.....	37
4.3.	SISTEMA DE PROPULSIÓN.....	40

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

4.3.1. Conjunto motor.....	41
4.3.2. Conjunto de transmisión.....	44
4.3.3. Conjunto propulsor.....	46
4.3.4. Subsistema de admisión de aire del motor principal.....	47
4.3.5. Subsistema de exhaustación del motor principal.....	48
4.3.6. Subsistema de refrigeración del motor principal.....	50
4.3.7. Subsistema de aceite de lubricación.....	52
4.3.8. Subsistema de inyección.....	52
4.4. SISTEMA ELÉCTRICO.....	54
4.4.1. Generadores SINCRÓ.....	55
4.4.2. Motores auxiliares serie H.....	59
4.4.3. Cuadros eléctricos.....	67
4.4.4. Toma de corriente desde tierra.....	69
4.4.5. Aparatos y alumbrado.....	69
4.5. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE.....	70
4.6. SISTEMA DE EXHAUSTACIÓN.....	73
4.7. SISTEMA DE GOBIERNO.....	74
4.8. SISTEMA DE ACHIQUE.....	76
4.9. SISTEMA CONTRA INCENDIOS.....	77
4.9.1. Funcionamiento del sistema C.I.....	79
4.10. EQUIPOS DE PUENTE.....	81
4.10.1. Radio comunicaciones.....	82
4.10.2. Equipos de ayuda a la navegación.....	94
4.11. SISTEMA DE AGUA DULCE, AGUAS GRISES Y NEGRAS.....	105
4.12. SISTEMA DE ABANDONO DEL BUQUE.....	106
4.13. EQUIPOS DE CUBIERTA.....	110
4.14. HABILITACIÓN.....	111
4.15. SISTEMAS DE SEGURIDAD.....	112
4.15.1. Botiquín.....	112
4.15.2. Señalización y comunicaciones internas.....	114
4.16. INSTALACIÓN FRIGORÍFICA Y DE CONGELACIÓN.....	115
4.16.1. Instalación de congelación.....	115
4.16.2. Instalación frigorífica.....	117
4.17. SISTEMA DE FONDEO.....	119
5. ANÁLISIS DE CRITICIDAD.....	121
5.1. INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS DE CRITICIDAD.....	122
5.2. DEFINICIÓN DE LOS CRITERIOS.....	122

5.3. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CRITICIDAD	124
6. PLAN DE MANTENIMIENTO.	143
6.1. TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO.....	144
6.2. TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO.....	144
6.2.1. Inspección visual.	145
6.2.2. Análisis de aceite.....	145
6.2.3. Análisis de vibraciones.....	146
6.2.4. Termografía.	147
6.2.5. Análisis por ultrasonidos.	148
6.2.6. Análisis por líquidos penetrantes.	149
6.3. GAMAS DE MANTENIMIENTO.....	152
6.4. MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	163
6.5. TAREAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVAS / CORRECTIVAS REALIZADAS	165
7. CONCLUSIONES	169
BIBLIOGRAFÍA	171
ANEXO 1. PLANO DE FORMAS.....	172
ANEXO 2. PLANO DE DISPOSICIÓN GENERAL	173
ANEXO 3. CERTIFICADOS	176

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Gregorio, director del proyecto, y a Miguel por su paciencia, ayuda y orientación para la realización del proyecto.

Gracias a mis padres, a Marta y a mis compañeros por su apoyo estos años.

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA



1. INTRODUCCIÓN

1.1. IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO.

Desde hace años el mantenimiento es una rama importante en la industria naval, desde que ocurrieran accidentes marítimos como el “Prestige” en las costas españolas, la explosión de la plataforma "Deepwater Horizon" en el golfo de México y el vertido del buque chino “Shen Neng” que dañaron gravemente el ecosistema, se ha endurecido las normas y reglamentos sobre seguridad marítima.

El mantenimiento en los buques no es una acción obligatoria, pero si muy recomendable por sus numerosos beneficios. Al estar operando en el mar, la probabilidad de averías aumenta. Sin un buen mantenimiento el buque puede perder su operatividad debido a averías que obligan al buque a parar en puerto, con el consiguiente gasto económico. Una parada en puerto supone perder tiempo de operación, que se traduce en pérdidas económicas. Además, las acciones correctivas que se apliquen suponen gastos no previstos para el armador. Por lo tanto, debe evitarse en la medida de lo posible.

Un plan de mantenimiento es un sistema de organización que establece las tareas a realizar periódicamente, en función de la criticidad de los componentes de la instalación. Estas tareas se clasifican en correctivas y preventivas. Este plan debe ser adecuado al tipo de buque y a su explotación. También debe tenerse en cuenta el personal disponible para llevar a cabo el plan, así como los recursos disponibles.

Actualmente es muy importante aplicar un correcto plan de mantenimiento a cualquier tipo de buque ya que el medio en el que trabajan es especialmente agresivo. El presupuesto invertido por armadores suele ser elevado pues un correcto mantenimiento a la larga sólo aporta beneficios. Entre los beneficios cabe destacar:

- Reducción de costes en reparaciones.
- Alargamiento de la vida del buque.
- Aumento de la productividad de los equipos y sistemas.
- Reducción de riesgos de averías.

1.2. OBJETIVOS.

El siguiente proyecto tiene como finalidad el desarrollo y planificación de un plan de mantenimiento para el barco pesquero, en concreto se utilizará para el proyecto el buque “Ciudad de Cartagena”, logrando así, la más alta disponibilidad y el máximo rendimiento. El plan de mantenimiento servirá como guía para el personal, se persigue un mejor estado del barco y un aumento de su disponibilidad.

Los objetivos pueden resumirse en:

1. Descripción de los elementos objeto del plan de mantenimiento.
2. Realización de un análisis de criticidad con dichos elementos.
3. Desarrollo de un plan de mantenimiento para la protección del casco y de la estructura del barco.
4. Desarrollo de un plan de mantenimiento para los equipos y sistemas del barco.
5. Programación de las acciones de mantenimiento.

1.3. METODOLOGIA Y ESTRUCTURA DEL PROYECTO.

La estructura del proyecto podría resumirse en la siguiente:

1. Introducción y objetivos del proyecto.
2. Introducción al mantenimiento. Tipos de mantenimiento.
3. Descripción del buque objetivo del proyecto.
4. Listado de equipos y descripción de estos.
5. Análisis de criticidad.
6. Desarrollo del plan de mantenimiento.

Al final del desarrollo del proyecto, se anexan varios documentos que se consideran relevantes para el proyecto, como los planos de formas, planos de disposición general y la gestión documental.

Respecto a la metodología, se ha seguido el siguiente procedimiento para la elaboración del presente documento:

En primer lugar, se procedió a la recopilación de documentación teórica del barco Ciudad de Cartagena. Mediante varias visitas se pudo conocer físicamente el barco, sus equipos y sistemas. También se identificaron los principales fallos y equipos no operativos. Se elaboró un listado de actividades que se realizan en el barco con la finalidad de conocer cuáles son las necesidades actuales específicas para la puesta a punto del buque.

De este mismo modo y con ayuda de los reglamentos se pudo identificar los documentos necesarios para que el buque esté operativo.

En segundo lugar, se establecieron los criterios de valoración para el análisis de criticidad suponiendo el barco operando como pesquero de nasas. Tras esto, se procedió a la realización del análisis de criticidad. De esta forma, se estableció la importancia y necesidad de mantenimiento de cada equipo. Así como cuanto impacto tendría su fallo en la vida operacional del buque.

En tercer lugar, se elaborará el plan de mantenimiento de acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis y se programarán las acciones de mantenimiento

Por último, se creará un archivo que permita gestionar el mantenimiento y los documentos del buque, facilitando así las futuras tareas a realizar.

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA



2. MANTENIMIENTO NAVAL

2.1. DEFINICIÓN DE MANTENIMIENTO

Según la norma UNE-EN 133306-2011, el mantenimiento se define como “la combinación de acciones técnicas, de administración y de gestión durante el ciclo de vida de un equipo o instalación, destinadas a conservarlos o devolverlo a un estado en el cual puede desarrollar una función requerida”.

El mantenimiento engloba las técnicas y sistemas que permiten prever las averías, efectuar revisiones y reparaciones. El objetivo es buscar la más alta disponibilidad y el máximo rendimiento. Se entiende como disponibilidad, tener el equipo en condiciones de operar el mayor tiempo posible, lo cual no implica que tenga que estar operando.

El mantenimiento es especialmente importante en aquellos sistemas o equipos requeridos para la producción de bienes o servicios. Una avería trae como consecuencia final pérdidas económicas.

2.1.1. Ciclo de vida de un sistema/equipo

El ciclo de vida es el conjunto de etapas consecutivas de un equipo, está dividido en tres partes:

- Fase preparatoria (1)
- Fase de explotación (2)
- Fase de desmontaje (3)

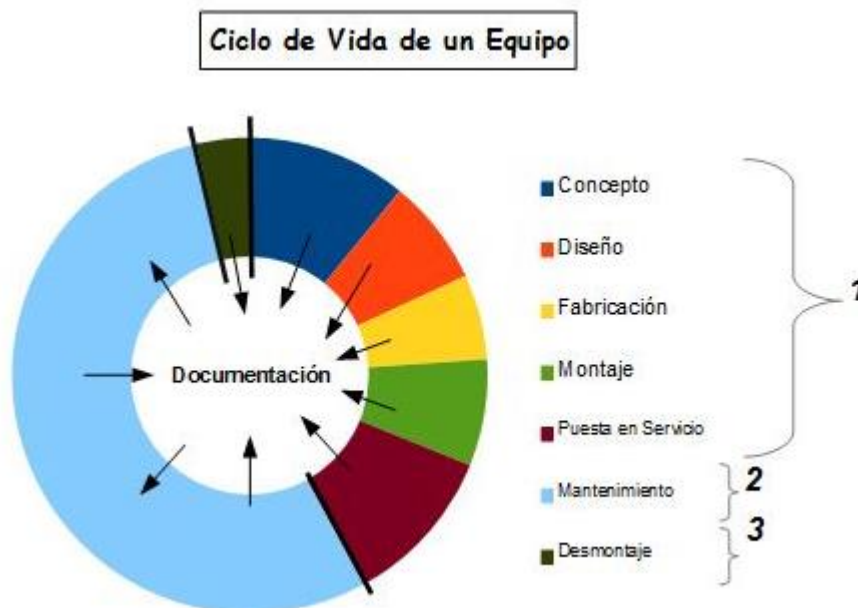


Figura 1. Ciclo de vida de un equipo

Tal y como puede observarse en la imagen anterior, la etapa más larga es la fase operativa, en donde el principal objetivo es la conservación del equipo para su buen funcionamiento.

2.2. HISTORIA DEL MANTENIMIENTO

La historia del mantenimiento se desarrolla a la par que el desarrollo tecnológico-industrial. Durante el siglo XVIII y principios del siglo XIX, con la revolución industrial se produjo el desarrollo de los equipos, avanzando desde diseños simples hasta máquinas complejas.

Los equipos se usaban a máxima potencia durante el mayor tiempo posible provocando sobrecargas. Durante este periodo los operarios realizaban las reparaciones necesarias cuando los equipos dejaban de funcionar.

Con la primera guerra mundial, surge la necesidad de crear un equipo de personas encargado de ejecutar las tareas de mantenimiento, es entonces, cuando surge el concepto de mantenimiento correctivo y los primeros departamentos de mantenimiento.

Tras la segunda guerra mundial, con el desarrollo de la industria aérea, surge la necesidad de revisar los aviones cada cierto intervalo de tiempo para evitar accidentes. El personal se centra no sólo en solucionar las averías, sino en prevenirlas. Se empieza a estudiar el ciclo de vida de las piezas y el cambio de piezas por número de horas de funcionamiento. Aparece el concepto de mantenimiento preventivo. No obstante, éste está limitado por la incertidumbre, ya que es difícil conocer con exactitud cuándo ha de sustituirse una pieza o cada cuánto tiempo debe revisarse un equipo.

En los años 60, surge el mantenimiento predictivo que soluciona la incertidumbre del anterior. El mantenimiento predictivo basa su actuación sobre el conocimiento del estado operativo del equipo. Es decir, conociendo el tipo de fallos y su frecuencia, puede predecir que tareas son necesarias.

En 1969, la empresa Toyota, implanta el Mantenimiento Productivo Total (TPM). El TPM implica a todos los miembros de un equipo/empresa en las tareas de mantenimiento. Los objetivos perseguidos son:

- Cero averías.
- Cero tiempos muertos.
- Cero defectos debidos al mal estado de los equipos.
- Cero perdidas de rendimiento.

Desde entonces, han surgido nuevas tendencias referentes al mantenimiento: 5S, RCM (Mantenimiento basado en Fiabilidad), GMAO (Gestión de Mantenimiento Asistida por Ordenador), etc.

2.3. TIPOS DE MANTENIMIENTO.

En este apartado se van a describir los principales tipos de mantenimiento que se aplicarán al buque, distinguimos entre mantenimiento correctivo y mantenimiento preventivo.

Mantenimiento correctivo. Es el conjunto de tareas destinadas a corregir las averías que se van presentando en los distintos equipos, se considera un mantenimiento no planificado. Se caracteriza porque las averías son totalmente imprevisibles y provocan daños en el sistema. Según el objetivo de las acciones realizadas ante un fallo podemos clasificar el mantenimiento correctivo en:

En general, el mantenimiento correctivo tiene como consecuencia un coste elevado, por las pérdidas en productividad y la reparación del equipo.

Mantenimiento preventivo. Según el enfoque se distingue dos subtipos:

- Mantenimiento preventivo según condición, conocido como mantenimiento predictivo. La intervención se condiciona a la detección precoz de los síntomas de un posible fallo o avería. Para su detección es necesario conocer valores de determinadas variables, representativas del estado y operatividad del equipo.

Entre sus ventajas destaca:

- La capacidad para detectar averías que puedan repercutir gravemente en la instalación.
- Permite planificar las operaciones y requiere de poco personal
- La creación de un historial del equipo y de su comportamiento en operación.

Entre las técnicas más utilizadas se encuentra la inspección visual, el análisis de aceite lubricante, el análisis de vibraciones, la termografía, etc.

- Mantenimiento preventivo a tiempo fijo. Tiene como objetivo mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene, aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema. El objetivo es anticiparse a la avería antes de que esta se produzca.

Es primordial elegir correctamente los periodos de inspección, de modo que no se produzcan averías en ese intervalo de tiempo, pero sin acotarlos innecesariamente ya que no resultaría económico.

2.3.1. Aplicación práctica de los tipos de mantenimiento.

Los tipos de mantenimiento anteriormente mencionados presentan el inconveniente de que no pueden aplicarse aisladamente. En la realidad se aplica una mezcla de los anteriores sin que interfieran entre ellos. Lo ideal en el mantenimiento es minimizar las acciones correctivas a través de una adecuada aplicación de medidas preventivas y predictivas.

Por ejemplo, un motor necesita de lubricación (mantenimiento preventivo periódico), podemos registrar su temperatura o la transmisión de vibraciones (mantenimiento predictivo), puede programarse una puesta a punto anual y, además, repararemos las averías que surjan (mantenimiento correctivo).

2.3.2. Otros aspectos a tener en cuenta.

El diseño de un plan de mantenimiento debe tener en cuenta dos consideraciones muy importantes: el mantenimiento legal y el mantenimiento subcontratado.

- **Mantenimiento legal**

El mantenimiento legal engloba el mantenimiento preventivo obligatorio que afecta a determinados sistemas. En general, afecta a sistemas y equipos que suponen riesgos para la seguridad de las personas o el entorno.

Está regulado mediante una normativa fijada por la administración competente. En dicha normativa se especifican las tareas a realizar, la frecuencia con la que debe realizarse y quién está autorizado a llevarlas a cabo.

El propietario de cada instalación es el responsable del cumplimiento de la normativa.

- **Mantenimiento subcontratado.**

Son el conjunto de actividades que por sus características especiales no pueden realizarlas el personal propio. Debemos recurrir al especialista si:

- No tenemos conocimientos suficientes.
- No tenemos los medios necesarios.

Los especialistas pueden ser los fabricantes, una empresa externa especializada, una empresa certificada por la administración, etc.

Este tipo de mantenimiento genera elevados costes pues al tratarse de empresas especializadas no hay mucha competencia. Por lo general, debe evitarse en la medida de lo posible, por el coste que supone y por la dependencia externa.

2.4. PLAN DE MANTENIMIENTO.

El mantenimiento planificado puede definirse como un “sistema de organización donde se planifican a largo plazo las operaciones de mantenimiento previamente definidas, de forma que se consiga mayor aprovechamiento del tiempo útil y un menor reparto de la carga de trabajo del personal”.

El plan de mantenimiento definirá las actividades a realizar en las instalaciones y la frecuencia de ejecución, para optimizar la vida de los equipos y reducir averías. La planificación debe responder a las necesidades específicas de la instalación y en concreto de los equipos.

Los objetivos del plan de mantenimiento son:

- Aumentar la disponibilidad del buque.
- Mantener un rendimiento de máquinas y equipos en su nivel máximo.
- Controlar la cantidad de averías reduciéndolas a un nivel mínimo.
- Evitar que se produzcan averías que supongan la reducción o parada de la operatividad del buque.

La metodología que se ha usado para el desarrollo del plan de mantenimiento puede resumirse en:

1. Definición de objetivos.
2. Creación de listado de equipos a mantener.
3. Análisis de criticidad.
4. Propuesta de planificación de mantenimiento.
5. Programación del mantenimiento.
6. Evaluación y análisis de la ejecución del mantenimiento.

2.5. PROCESOS DE MANTENIMIENTO

No existen unas pautas específicas para el desarrollo de un plan de mantenimiento, ya que este debe adaptarse a las necesidades de cada instalación. El desarrollo del plan puede resumirse en los siguientes procesos: información, planificación, asignación, ejecución y análisis.

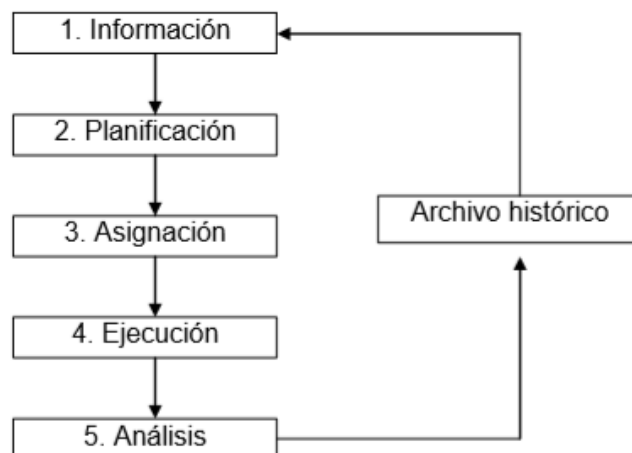


Figura 2. Procesos de mantenimiento.

2.5.1. Información

La recopilación de información acerca de los equipos instalados es fundamental para definir correctamente las tareas de mantenimiento. La información puede obtenerse a través de diversas fuentes:

- “Historial de averías”. El objetivo del análisis de fallos es determinar las causas que han provocado determinadas averías para adoptar medidas preventivas que las eviten.
- Instrucciones de mantenimiento de los fabricantes de los equipos. Contienen información sobre desmontaje, instrucciones para reparaciones y cambios de piezas y esquemas de las máquinas y sus componentes.
- Normas de las Sociedades de Clasificación.
- Legislación: MARPOL, SOLAS, ISO.
- Protocolos genéricos. Documentos que establecen las tareas de mantenimiento genéricas que necesita una determinada máquina. Pueden existir tantos protocolos como máquinas diferentes.
- Experiencia de la tripulación y de los operadores que realizan el mantenimiento.

2.5.2. Planificación.

La planificación consiste en asignar fechas a las tareas a realizar y al personal para ejecutarlas, debe tenerse en consideración los siguientes puntos:

- El plan de mantenimiento debe extenderse un periodo de tiempo lo suficientemente largo para ser capaz de abarcar todas las posibles revisiones de la administración o sociedades de clasificación.
- Algunas de las tareas de mantenimiento deben realizarse en dique, con el casco en seco, interrumpiendo las actividades operacionales del buque.
- En relación con lo anterior, deben programarse las intervenciones más grandes para que coincidan con las varadas.
- La carga de trabajo en los equipos debe ser homogénea.

Es conveniente en la planificación dividir los trabajos en gamas. Las gamas son un listado de tareas a realizar en un equipo, sistema o instalación. Se agrupan actividades que tengan una característica en común.

- Según el especialista que realice el mantenimiento distinguimos las siguientes gamas: mecánica, eléctrica, electrónica, etc.
- Según la frecuencia de ejecución, habrá gamas diarias, mensuales, anuales, etc.
- Tareas que pertenezcan a un mismo sistema, da origen a gamas del sistema de propulsión, sistema eléctrico, sistema de achique, etc.

2.5.3. Asignación.

En esta parte es importante conocer la plantilla disponible y sus conocimientos y habilidades.

Primero, se asignarán tareas que tiene fecha de realización, como inspecciones de la administración, y después aquellas que no tengan fecha fija.

Para la asignación del personal, lo primero que podemos considerar es la clase de trabajo a realizar, podemos distinguir a grandes rasgos trabajos mecánicos, eléctrico o electrónicos. También distinguiremos entre las tareas en seco o a flote.

Debe tenerse presente que la mayoría de las intervenciones se realizarán durante las estancias en puerto. Durante la navegación sólo se realizarán tareas de emergencia.

2.5.4. Ejecución

El equipo de ejecución debe ser el más indicado y profesional para cada caso, y se debe contar en todo momento con los recursos necesarios.

Es en esta etapa donde se refleja todo el trabajo previo que se ha hecho durante la planificación. Sin una buena ejecución no se conseguirán los objetivos del mantenimiento.

La ejecución da lugar a las siguientes operaciones:

1. La persona responsable, por lo general el jefe de máquinas, analizará el mantenimiento previsto para el mes, teniendo presente los mantenimientos atrasados y el plan de operaciones del buque en el mes entrante.
2. Diariamente se entregarán las instrucciones de mantenimiento.
3. La persona responsable ejecutará las operaciones.
4. Todos los trabajos serán recogidos en el parte de mantenimiento, incluso aquellos que no estén programados. Se indicará los respetos utilizados y el tiempo de ejecución.

En esta etapa es importante archivar los procedimientos y resultados obtenidos. Este archivo permitirá conocer las intervenciones llevadas a cabo de cada equipo. Los datos recopilados son:

- Fecha y trabajo realizado.
- Especialidad responsable del trabajo
- Tipo de fallo
- Número de horas de trabajo y material empleado (costes)
- Tiempo fuera de servicio
- Datos de la intervención: síntomas, defectos encontrados, corrección.

2.5.5. Análisis.

Toda la información recopilada debe ser conocida por el armador. Esto le permite realizar un seguimiento del proceso y crear un archivo histórico que permitirá reprocesar y mejorar el plan en un futuro.

2.6. VALORACIÓN ECONÓMICA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO.

Respecto de los costes hay tres focos principales que coinciden con los procesos necesarios para el desarrollo del plan:

1. Implantación del plan de mantenimiento.
 - Requiere de un estudio minucioso de máquinas y equipos
 - Análisis de las necesidades y aprovisionamiento de respetos.
 - Programar las acciones de mantenimiento e inspección
 - Analizar las necesidades de personal

Todas estas tareas requieren un desembolso inicial pequeño en comparación con el precio del buque. Factores como el grado de sofisticación del buque, así como el lugar de operación obligan a un mayor desembolso

2. Ejecución. Debe estudiarse desde tres ámbitos.
 - Personal. El plan de mantenimiento aumenta la carga de trabajo de la tripulación, pero normalmente esto ya viene incluido en el contrato laboral.
 - Respetos. El plan obliga a tener un número mínimo de respetos a bordo, que conlleva a invertir un capital.
 - Varadas. No provocan grandes cambios, ya que siempre están contempladas en la vida del buque.
3. Administración y control. El control informático de plan ayuda a reducir los costes administrativos.

Por otro lado, los gastos derivados de la implantación del mantenimiento se compensan mediante:

- Menor coste de reparaciones. Al reducir el número de averías, reduce el volumen de reparaciones por talleres externos.
- Mayor número de días de explotación.
 - Debido, por un lado, al menor número de días de parada por realización de obras y a la eliminación de varadas imprevistas.
 - Por otro lado, al aumento de los días en que el buque se encuentra operativo, aumentando su explotación. Contribuyendo a un aumento de las ganancias.
- Mejor precio de venta para el buque.
 - Dado que el precio se fija por la antigüedad y el estado.

2.7. GENERALIDADES EN EL MANTENIMIENTO DE BUQUES PESQUEROS

El objetivo es cumplir con el artículo 14, del Real Decreto 1837/2000, que enuncia: “Mantener el estado del buque y de todo su equipo conforme a las disposiciones de reglas nacionales o internacionales en vigor, para así garantizar que el buque seguirá estando en condiciones de hacerse a la mar, sin peligro para la seguridad marítima, y en condiciones de evitar cualquier incidente de contaminación del medio ambiente marino”.

Según el Real Decreto 1216/1997, de 18 de Julio, se recomienda prestar especial atención los siguientes aspectos en el mantenimiento a bordo de los buques de pesca.

La estanqueidad del buque. Debe asegurarse la resistencia y protección del casco, la estanqueidad de mamparos y puertas, el estado de cierre de escotillas, el guardacalor y portillos, la revisión del cierre de ventiladores y de los tubos de aireación, la revisión de las aberturas del casco y revisar los servicios de lastre y sentinas.

La estabilidad del buque. Se tomarán precauciones con relación a los métodos de pesca que puedan influir en la estabilidad del barco, procurando que no se acumule agua en cubierta, evitando corrimientos de la cara, etc.

La prevención de incendios. Se proporcionará formación de la tripulación en la prevención y extinción de incendios. Se revisará la señalización de peligro, se vigilarán los sistemas automáticos de detección de incendios y alarmas, se comprobará todos los servicios contra incendios: bombas, mangueras, colectores, extintores...

El estado de la maquinaria y de las instalaciones eléctricas. Con una frecuencia diaria o señala se comprobarán los indicadores de nivel de agua, aceite y manómetros y las diversas alarmas concernientes a las máquinas. Se comprobará los servicios de combustible, los circuitos eléctricos, etc. Las plantas frigoríficas se examinarán periódicamente. Se revisará periódicamente la maquinaria relativa a los equipos de pesca tales como frenos de las maquinillas, malletas y cables, puntales, grúas y demás equipos de elevación, así como sus elementos propios, tales como cables, ganchos, grilletes, cadenas, etc. Se comprobarán los equipos de fondeo como anclas y cadenas, así como los equipos de gobierno, timón mecha y pinzotes.

En cuanto a la limpieza, al ser lugares de trabajo donde se pueden acumular residuos y desperdicios, conviene hacerla a diario, retirando todos los residuos y desperdicios en contenedores adecuados. Los trabajadores que realicen las operaciones de limpieza han de recibir la información y formación suficientes sobre los riesgos derivados de los productos de limpieza que manejen, sobre la utilización segura de los equipos de limpieza y sobre la utilización de los equipos de protección individual.

Todo buque de pesca deberá tener a bordo los medios de salvamento y supervivencia que esté obligado a llevar según los correspondientes certificados expedidos por el Ministerio de Fomento. En el caso del buque a estudio se requiere estar en posesión del certificado de seguridad de Equipo. Este certificado confirma el buen funcionamiento de los medios de salvamento y supervivencia. Además, la tripulación deberá saber cómo actuar en tales casos y cuál es la función que deben realizar.

2.8. MANTENIMIENTO DEL CASCO, CUBIERTA Y ESTRUCTURA.

Uno de los materiales de fabricación y construcción más versátil, más adaptable y más ampliamente usado es el acero. El acero combina una gran resistencia con su ductilidad lo que lo hace idóneo para ser relativamente fácil trabajar con él y con costes relativamente bajos.

El casco y los refuerzos son fundamentales para la seguridad marítima. El casco es la primera barrera del barco frente a los esfuerzos producidos por el mar y a las condiciones climatológicas. Del conjunto y la correcta unión de todos los elementos, además del tipo de material usado, depende la resistencia del buque.

El deterioro del casco se producirá principalmente por un mal mantenimiento y por los siguientes factores:

- Corrosión
- Biodegradación de la obra viva por incrustaciones de microorganismos marinos
- Daños mecánicos como consecuencia de las condiciones de trabajo.

El mantenimiento se realizará, inicialmente, mediante inspección visual. Según los resultados se tomarán unas u otras medida. El mantenimiento debe centrarse en corregir las zonas afectadas por la corrosión.

Como medidas preventivas se usan las pinturas y los ánodos de sacrificio que deben renovarse cada cierto intervalo de tiempo. Otra medida importante es el chorreado en la obra viva y la aplicación de pintura “*antifouling*”. Estas medidas se definirán detalladamente en apartados posteriores.

2.8.1. Biodegradación debida a los microorganismos marinos (fouling).

Fouling es el término que se utiliza para referirse a la incrustación y crecimiento de plantas y animales marinos en las estructuras sumergidas. El tipo de fouling, su extensión y severidad viene condicionado por varios factores: salinidad del agua de mar, cantidad de luz, temperatura y polución.



Figura 3. Estado del grifo de fondo tras 2 años en inmersión.

2.8.2. Pinturas antiincrustantes.

Los tipos de pinturas en el mercado pueden ser de diferentes colores y composiciones dependiendo del fabricante. Mientras que los diferentes tipos de antiincrustantes que existen difieren entre sí en la forma en la que liberan las sustancias biocidas.

La durabilidad dependerá del grosor de la capa aplicada; a lo que se unen otros factores que se relacionan directamente con el medio, como el oleaje, su riqueza en sales, temperatura y nivel de polución.

Podemos diferenciar básicamente, tres tipos de sistemas antiincrustante:

- Autopulimentables.

Reciben este nombre debido a que el propio movimiento del agua desgasta el antiincrustante con el paso del tiempo. Están constituidos por siliconas y no contienen biocidas. Son los más utilizados actualmente.

Su eficacia es muy alta, lo cual va unido naturalmente a un coste superior. Se caracterizan por presentar una superficie muy lisa, por lo que sus propiedades favorecen el deslizamiento del casco dentro de la columna de agua. Por otro lado, evita la acumulación de capas viejas gracias a su característica pulimentable, facilitando la limpieza; siendo válidos para cualquier tipo de embarcación. Pueden permanecer hasta 3 meses a la intemperie antes de la botadura sin merma en sus propiedades

- Matriz dura.

Este tipo de antiincrustante presenta la propiedad de absorber el agua, al tiempo que la parte soluble de la resina se va desintegrando, descubriendo una estructura insoluble que poco a poco disuelve los productos biocidas. Con este tipo de sistema, sin embargo, resultará más difícil determinar si el biocida continúa siendo o no eficaz.

La aplicación de este sistema es aconsejable en zonas que están más expuestas al desgaste, en las que la aplicación de otros sistemas como el autopulimentable se degradaría con mayor velocidad, como es el caso por ejemplo de la hélice. Al igual que en el caso anterior, este sistema puede estar expuesto al aire durante 3 meses tras la aplicación de la última capa de antiincrustante y antes de la botadura.

- Matriz blanda o convencionales.

Este tipo viene a ser un sistema a medio camino de los anteriores. La sustancia bioactiva se libera en función del contenido salino y de la temperatura del agua entre otros factores. Tiene el inconveniente de que sólo pueden estar expuestos a la intemperie durante una semana. Al terminar su función es necesario eliminar capas antiguas.

Los colores clásicos son el rojo óxido (90%), marrón claro, rosa pálido. Y menos habituales los verdes, grises, azules, negros y blancos; presentando todas estas pinturas tonalidades mate.

2.8.3. Corrosión.

La corrosión se define como la reacción química de un metal o aleación con su medio circundante, con el consiguiente deterioro de sus propiedades.

Es uno de los principales problemas que presentan los buques y debe tenerse en cuenta en el plan de mantenimiento. Puede aparecer de distintas formas y es difícil prevenirla. No obstante, hay métodos para prevenir su aparición.

Las pérdidas económicas derivadas de la corrosión pueden clasificarse en directas e indirectas. Las pérdidas directas se relacionan con los costes necesarios de la reposición de estructuras, equipos, maquinaria o componentes que pueden quedar inservibles por efecto de la corrosión. Entre las pérdidas indirectas, más difíciles de cuantificar:

- Pérdidas por interrupción de las operaciones
- Pérdidas de producto
- Pérdidas de rendimiento
- Pérdidas por accidentes derivados de la corrosión.

2.8.3.1. Clasificación y características de los distintos procesos de corrosión.

Clasificación según la morfología del ataque:

- Corrosión uniforme o generalizada. El ataque se extiende, de forma homogénea, sobre toda la superficie metálica, la penetración media es aproximadamente la misma en todos los puntos.
- Corrosión en placas o selectiva. El ataque se localiza en determinadas zonas de la superficie metálica
- Corrosión por picadura. El ataque se localiza en zonas aisladas de la superficie, afectando a un porcentaje pequeño de esta, inferior a 1 o 2 mm² por picadura.
- Corrosión en resquicio. Se presenta en uniones, intersticios, zonas de solape, zonas roscadas y, en general, en aquellas zonas mal aireadas.
- Corrosión intergranular. Cuando el ataque se localiza en los límites de grano del material metálico.
- Corrosión bajo tensión. Se da cuando la aleación está sometida a tensión mecánica de tracción, ya sea aplicada o residual, y se encuentra en contacto con un medio agresivo.

Clasificación según el mecanismo:

- Corrosión electroquímica. Se debe a la actuación de pilas electroquímicas sobre la superficie metálica, en las que el metal sufre disolución en las regiones anódicas. El proceso, por tanto, no afecta por igual a toda la superficie metálica, pues en las regiones de comportamiento catódico no hay ataques. La corrosión electroquímica se da cuando los materiales metálicos se hallan en contacto con medio de conductividad electrolítica (agua de mar)
- Corrosión directa. Se da fundamentalmente cuando el material metálico opera a altas temperaturas y, por tanto, no existe la posibilidad de que aparezca una película de humedad sobre la superficie metálica.

2.8.4. Protección contra la corrosión.

La corrosión es un problema que debe tenerse presente en cualquier plan de mantenimiento. Éste se centrará en retrasar su aparición mediante varios métodos, como lo son recubrimientos tanto en casco como estructura y la protección catódica.

2.8.4.1. *Protección por ánodos de sacrificio.*

Consiste en producir una corriente denominada galvánica a través del contacto de dos metales diferentes por medio del agua, siendo el casco del buque el cátodo y distribuyendo ánodos de sacrificio a lo largo de este (el número dependerá del tamaño del buque) oxidándose antes que el resto.

Los materiales que se suelen utilizar son el magnesio, el aluminio y el zinc, siendo este último el más aconsejable pues trabaja muy bien a bajas temperaturas como es el caso del agua de mar.

Para su aplicación debe tenerse en cuenta el tipo de estructura, el recubrimiento y la vida de servicio. La vida de servicio de los ánodos varía según el material y según las aguas en las que el buque navegue. Por ejemplo, los ánodos de zinc tienen una duración de entre 1 y 3 años.



Figura 4. Ánodo de sacrificio en la quilla de balance.

2.8.4.2. *Corriente impresa (ICCP)*

La protección catódica por corriente impresa (ICCP) es un sistema que mantiene el mismo principio fundamental, costo y diferencia de potencial con los ánodos de sacrificio. La protección catódica por corriente impresa consiste en unir eléctricamente la estructura metálica a proteger (casco del buque) con el polo negativo de una fuente de corriente continua regulable y el polo positivo con un ánodo que cierre el circuito.

La diferencia de potencial se crea mediante la fuente de corriente externa y no en función de la diferencia de potencial entre los metales.

Tabla 1. Comparación entre métodos de protección contra la corrosión.

	VENTAJAS	INCONVENIENTES
Ánodos de sacrificio	Sistema fiable y simple	Aumento peso
	No necesita monitorización	Respuesta limitada frente a variaciones en las condiciones de protección
	Instalación simple	
	Coste reducido	
Sistema de ICCP	Flexibilidad frente a variaciones de las condiciones de operatividad	Mayor complejidad, requiere de mayor mantenimiento.
	Reducción de peso en grandes buques	Monitorización del sistema
	Reducido coste de vida operacional	Vulnerabilidad ante fallos o pérdidas de energía.

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA



3. DESCRIPCIÓN DEL BUQUE OBJETIVO DEL PROYECTO

3.1. HISTORIA

El buque ciudad de Cartagena fue construido en el año 1996 por los “Astilleros La Parilla S.L”. Desarrollo sus operaciones como buque de clase III/R en pesca litoral.

Ha pasado por varias transformaciones a lo largo de su vida operacional hasta el día de hoy cuya función es ser buque escuela del Centro Integrado de Formación Profesional (CIFP) y herramienta de apoyo para la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Naval y Oceánica (ETSINO).

Inicialmente su actividad se centraba en la pesca de arrastre por el mediterráneo, teniendo sus campañas una duración de aproximadamente 3 meses. En 2005 se realizó una remodelación para cambiar el arte de pesca a palangrero de nasas. Esta remodelación la llevo a cabo el astillero “Nuevas Tecnologías Navales S.L” y tuvo un coste aproximado de 300.000€. Para adaptarse a esta nueva actividad se realizaron las siguientes operaciones:

- Instalación de un túnel de congelación y una cámara de conservación, generador eléctrico y cuadro.

- Instalación de maquinillas para las nasas, desmontaje de maquinillas anteriores y pórtico de popa.

- Cerrar ventanas en cubierta e instalación de mesa de trabajo.

- Instalación en el puente del radar KODEM, piloto automático, ordenador con plotter y GPS.

En el año 2011, una vía de agua iniciada en cámara de máquinas provoco el hundimiento del buque. Los equipos más afectados fueron los que se encontraban en cámara de máquinas y el sistema eléctrico en general. El barco fue reparado por el astillero “Mercurio Plastics S.L”. En 2013 volvió a inundarse de nuevo por causas desconocidas hasta el momento.

Finalmente, en 2014 termina sus actividades en este ámbito y paso a propiedad de la Región de Murcia. Fue remodelado con la finalidad de realizar actividades formativas, cambiando el tipo de embarcación a gubernamental clase III/S. Su fletador oficial es el CIFP hespérides.

En el año 2016 estaba listo para realizar las actividades programadas en el proyecto *MEDGuard*. El objetivo de este proyecto era conocer la viabilidad técnica y económica de la reconversión de los buques pesqueros hacia otras actividades.

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”



Figura 5. Buque ciudad de Cartagena tras la primera transformación. Fuente: página oficial del proyecto MEDGuard



Figura 6. Buque Ciudad de Cartagena en la actualidad. Fuente: página oficial del proyecto MEDGuard.

3.2. DATOS DE LA EMBARCACIÓN

El buque que se utilizará como base para el desarrollo del plan de mantenimiento es el Ciudad de Cartagena con una eslora de 24 m y un casco de acero. Registrado en España, requiere de 4 personas como tripulación mínima de seguridad: un patrón, un mecánico y dos marineros.

A continuación, se exponen los datos más relevantes del buque. A lo largo del desarrollo del proyecto se especificará y detallará la información expuesta.

Tabla 2. Datos generales del buque

Nombre del buque	Ciudad de Cartagena
Distintivo	EA2834
Bandera	Española
Puerto de matrícula	Cartagena
Tipo de Buque	Especiales-escuela
Armador	Región de Murcia
Fletador	CIFP Hespérides
Número IMO	8735261
MMSI	224148740
Material del casco	Acero
Constructor	Astilleros “La parrilla”
Año construcción	1996

Tabla 3. Dimensiones buque.

Eslora total (L)	24,00 m
Eslora entre perpendiculares (Lpp)	19,50 m
Manga fuera de forros (B)	6,30 m
Calado a máxima carga (T)	2,866 m
Puntal de trazado (D)	3,00 m
Altura de la quilla en sec. Media	0,31 m
Asiento de proyecto	1,00 m
Brusca del bao maestro	135 m/m
Espesor de la cubierta	56 mm
Arqueo	67 TRB / 150.27 GT
Número de cubiertas	2

El Ciudad de Cartagena tiene instalados cuatro motores *GUASCOR*. El principal tiene una potencia de 375 CV, los dos auxiliares tienen una potencia de 45 KW y el otro una potencia de 108 KW. Como elemento de propulsión se usa una hélice. El motor principal lleva acoplada en su salida una reductora que permite reducir la velocidad de giro del eje que conecta con la hélice.

Tabla 4. Otros datos de interés

Propulsión	Motor Diesel GUASCOR F360TA-SP15 (375 CV)
Grupos electrógenos (2)	Motor Diesel GUASCOR H44SG S/N: F101-F7382(41 KW)
Grupos electrógenos	Motor Diesel GUASCOR H74TBSG S/N: F104 (134 KW)
Instalación eléctrica	Corriente alterna 380 V/50 Hz
Volumen de combustible	37,5 m ³
Volumen de agua dulce	11,69 m ³

3.3. FUNCIONES ACTUALES.

Tras la remodelación llevada a cabo se realizaron actividades englobadas dentro del proyecto *MEDGuard* además de las propias del buque escuela. Entre las actividades que se desarrollan destacamos las siguientes:

- Limpieza del fondo marino en la zona costera de Cartagena, recogiendo residuos sólidos flotantes y redes fantasma mediante la utilización de dispositivos de localización.
- Monitoreo de parámetros de interés científico como el ruido subacuático o parámetros ambientales haciendo uso de equipos de la UPCT.
- Simulacro de emergencia en el barco con el fin de evaluar la respuesta de los servicios de auxilio ante incidencias a bordo.
- Apoyo en maniobras de la armada.
- Navegación turística por el Arsenal, Escombreras y la bocana del puerto de Cartagena.
- Actividades de navegación y maniobras del buque por parte de los alumnos de CIFP Hespérides.
- Actividades de puente para aprender el manejo de los equipos electrónicos.
- Actividades de mantenimiento, como picar y pintar aquellas zonas afectadas por la corrosión.
- Jornada de puertas abiertas para que los alumnos y los ciudadanos de Cartagena conozcan y visualicen las componentes de un barco pesquero.
- Análisis de estabilidad.

A raíz de las actividades nombradas, se decide distinguir entre aquellas que obligan al buque a navegar para poder realizarlas y otras, que no necesariamente necesitan al buque navegando y pueden realizarse con el buque amarrado al puerto.



Figura 7. Recogida de residuos flotantes con red de arrastre. Fuente: página oficial del proyecto MEDGuard.

3.4. ESTADO ACTUAL.

Para iniciar este proyecto se realizó varias visitas al buque y se estudió a fondo cada uno de los espacios que se encuentran en su interior.

En este buque, por ahora, sólo se realiza mantenimiento correctivo produciendo gastos mayores que si se realizase un mantenimiento preventivo. Por esta razón el estado actual del buque no es óptimo: presenta zonas con corrosión, equipos no operativos que deberían cambiarse o desecharse, zonas con pequeñas inundaciones repetitivas...

En este aspecto la falta de personal permanente al cuidado del buque es el principal problema, además de no contar las herramientas ni conocimientos necesarios. Son los propios alumnos, siguiendo indicaciones de sus tutores, los encargados de corregir las averías.

Actualmente, el buque está muy deteriorado y hay equipos que necesitan una reparación o corrección inmediata. A continuación, se muestra la lista con una breve explicación de los fallos encontrados.

1. Uno de los motores auxiliares GUASCOR de 40 KVA no funciona. Al ser su reparación excesivamente costosa se recomienda sacar el equipo de cámara de máquinas pues estorba y no aporta energía.
2. Revisión de todas las piezas del motor principal ya que es fundamental para la propulsión. En una de las visitas se rompió la cadena del motor por un mal ajuste.
3. Excesiva entrada de agua a la bocina, obligando a achicar de manera diaria. Probablemente se trate de un mal ajuste de los cierres elásticos o desgaste.
4. Desecho de válvulas no operativas como las que se usaban en el antiguo sistema de refrigeración y congelación. En relación a estos equipos, es necesario un correcto mantenimiento ya que resulta difícil su apertura y cierre.

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

5. Desecho y remodelación de equipos y sistemas de los compartimentos del antiguo sistema de refrigeración y congelación, ya que no tiene utilidad alguna para las funciones actuales.
6. Existen equipos de ayuda a la navegación que no funcionan correctamente y deberían repararse o cambiarse por un nuevo equipo si fuese necesario. Como se sabe es necesario la redundancia en los mismos por cuestiones de seguridad. Un ejemplo de fallo en este sistema son las dos sondas que marcan calados distintos y pueden comprometer gravemente la seguridad en la navegación.
7. La corrosión en cubierta, y en general, en el casco es otro de los principales problemas del buque.
8. Debería modificarse el sistema de baldeo. El uso de agua de mar no es bueno para las cubiertas y costados ya que agravan el problema de la corrosión. Es recomendable, en relación con este tema, la limpieza y llenado de tanques de agua dulce.
9. Pintado de tuberías según norma.
10. Pintar el sistema contraincendios según norma.

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA



4. DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS Y SISTEMAS

4.1. DISPOSICIÓN GENERAL

En este apartado se describirá cada uno de los sistemas, equipos y componentes que hemos considerado para el análisis de criticidad por su importancia en el correcto funcionamiento del buque.

Para empezar, se nombrarán los distintos compartimentos y elementos según su posición en el buque. Nombrados de proa a popa según la cubierta en la que estén ubicados. Para más información ver el anexo 2 con los planos de cada cubierta. Posteriormente, se describirán con mayor detalle cada uno de estos sistemas.

El sistema de congelación de la cubierta principal, aunque ya no está operativo sigue instalado al igual que otros equipos. Los planes de futuro para el sistema de congelación son extraerlos y crear un aula del mar para la formación de los alumnos.

Toda esta información se ha obtenido de las múltiples visitas al buque ciudad de Cartagena y de la investigación en documentos oficiales del mismo.

En la cubierta superior están ubicados:

- Salida de emergencia en proa
- Superestructura de proa, en cuyo interior se ubica el puente de gobierno. En el puente están instalados los equipos de radiocomunicaciones y navegación.
- Compartimento de chalecos salvavidas.
- Tanques agua/lastre sucio.
- Chimeneas en ambas bandas.
- Maquinilla eléctrica.
- Conductos de salida de venteos dispuestos en ambas bandas a lo largo de la eslora.

En la cubierta principal diferenciamos dos zonas: la zona de habilitación y el entrepuente de trabajo. La habilitación se sitúa bajo el puente de gobierno y la zona de trabajo a popa.

- Pañol atravesado por el tronco de salida de emergencia.
- Aseo.
- Pañol.
- Cocina
- Parque de pesca.
- Dos túneles de congelación.
- Cámara de compresores.
- Maquinilla de arrastre de redes.
- Paso del guardacalor en ambas bandas.

Espacios bajo la cubierta principal:

- Pique de proa
- Camarote (8 plazas)
- Bodega mantenimiento de congelados (-20°C) de 31.8 m³
- Bodega de conservación (0°C) de 19.4 m³
- Cámara de máquinas donde están instalados los principales sistemas de motor. Se encuentran en su interior el motor principal y los motores auxiliares, los cuadros eléctricos principales y auxiliares, la purificadora, bombas de diversos servicios, piano de válvulas de agua de mar y combustible, etc.

- Local del servomotor.
- Tanques de aceite hidráulico 7
- Tanque de aceite lubricante 8
- Tanques de servicio diario 1 y 2

La planta de tanques tiene la siguiente distribución:

- Tanque de agua dulce 1
- Tanque de combustible 2. Almacenamiento
- Tanque de combustible 3 BR. Almacenamiento
- Tanque de combustible 3 ER. Almacenamiento
- Tanque de combustible 4 BR. Almacenamiento
- Tanque de combustible 4 ER. Almacenamiento
- Tanque de agua dulce 5 BR
- Tanque de agua dulce 5 ER
- Tanque de combustible 6 BR. Almacenamiento
- Tanque de combustible 6 ER. Almacenamiento
- Tanque seco

4.2. SISTEMA DE CASCO, CUBIERTA Y ESTRUCTURA.

Tabla 5. Componentes principales del sistema

Cubierta principal
Quilla
Codastes
Roda
Cuaderna
Bulárcama
Superestructura
Casco de acero

El casco es la estructura principal y más importante del buque, está fabricado en acero naval. Las formas redondeadas del casco permiten un mejor aprovechamiento de los espacios internos. Las estructuras interiores de subdivisión y refuerzo son los mamparos transversales, las bulárcamas y las cuadernas. El número total de cuadernas es 40

En ambos costados y adheridas casi perpendicularmente al casco o cerca del pantoque están ubicadas las quillas de balance. Ocupan entre un 25% y 50% de la eslora. Las quillas de balance son estructuras simples y económicas utilizadas en la estabilización del movimiento de balance.

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”



Figura 8. Quillas

La proa tiene formas en V para amortiguar los efectos del movimiento de cabeceo. El elemento de unión entre las dos caras laterales del casco es la roda. En la popa está el codaste que soporta el elemento de propulsión, para este barco se instaló el timón tobera. La popa tiene forma de espejo para facilitar las operaciones de pesca.

La estructura superior de cierre del casco es la cubierta y la estructura de cierre inferior es el fondo. Es allí donde se encuentra el elemento estructural más importante del buque: la quilla. La quilla cajón contribuye a la resistencia longitudinal del buque, además de soportar los esfuerzos producidos en las varadas.

A proa de la cuaderna maestra y sobre la cubierta superior se ubica la superestructura del puente de gobierno. Esta localización es idónea pues mejora la visibilidad tanto a proa para la navegación como a popa para la pesca.



Figura 9. Buque ciudad de Cartagena en el varadero.

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”



Figura 10. Detalle obra viva.

También se debe tener en cuenta las aberturas realizadas en el casco, como las tomas de mar. Estas deben inspeccionarse en las varadas programadas para el buque y cambiar los elementos que se consideren necesarios. Es muy común la aparición de corrosión por microorganismos.



Figura 11. Toma de mar



Figura 12. Toma de mar vista desde el exterior

4.3. SISTEMA DE PROPULSIÓN.

Tabla 6. Componentes principales del sistema de propulsión.

Baterías de arranque.
Cajas de conexiones
Motor principal F360TA
Reductora R360
Toma de fuerza (PTO)
Eje de cola
Bocina continúa
Chumacera de la bocina
Timón tobera

La cámara de máquinas está ubicada a popa de las bodegas de congelación y refrigeración, bajo la cubierta principal. Tiene una eslora de 6 metros en cuyo interior se encuentra gran parte de la maquinaria del buque.

Están instalados los equipos del sistema de propulsión, los del sistema de generación de energía, las bombas del sistema de achique, que también se usan en el sistema de contra incendios y baldeo, las bombas y válvulas del sistema de almacenamiento de combustible y las bombas del sistema de agua dulce y la planta de ósmosis.

El sistema de ventilación de cámara de máquinas es muy simple: consta de conductos de alimentación de aire para los 4 motores con boquillas que dan salida al aire en el orificio de entrada del motor, un ventilador-extractor para facilitar la salida y la renovación del aire y de unas rejillas para evitar la entrada de partículas e impurezas.

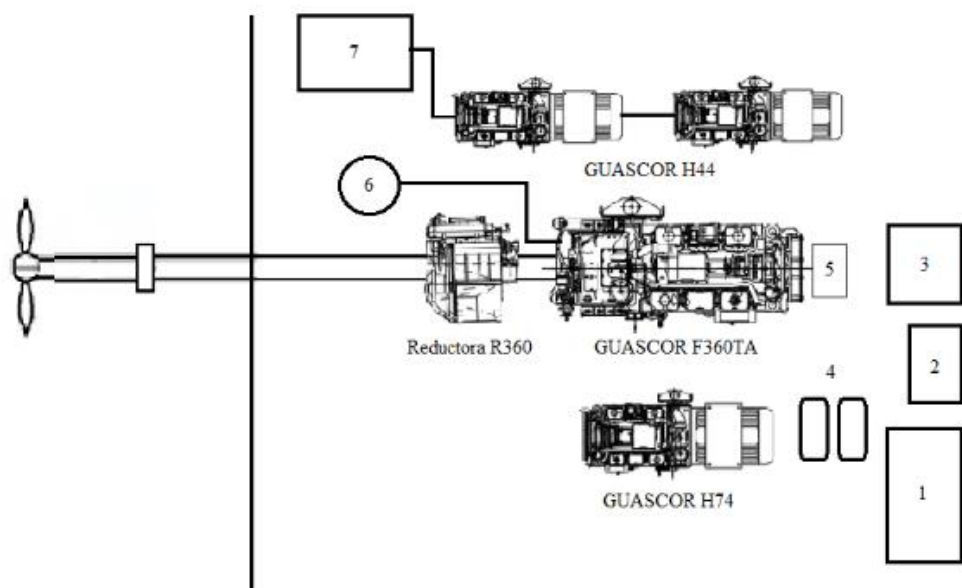


Figura 13. Esquema cámara de máquinas.

Tabla 7. Equipos en cámara de máquinas

1	Cuadro eléctrico principal
2	Central de alarmas
3	Cuadro seleccionador de generadores
4	Bombas de achique / C.I.
5	Toma de fuerza. PTO
6	Purificadora de combustible
7	Baterías de arranque

El sistema de propulsión es el encargado de generar la energía necesaria para el movimiento del buque. Su elección depende del tipo de buque y las tareas a realizar. Se divide en tres conjuntos que trabajan simultáneamente: conjunto motor, conjunto propulsor y conjunto de transmisión. La elección de estos elementos es dependiente, es decir, un conjunto no puede elegirse sin tener en cuenta los otros dos.

4.3.1. Conjunto motor

El conjunto motor está formado por un motor GUASCOR y su correspondiente batería de arranque. Es el encargado de proporcionar la energía mecánica necesaria al sistema de propulsión.

Las baterías de arranque son las encargadas de suministrar energía al motor para el encendido. Están situadas en popa y a babor en el interior de cámara de máquinas. Las baterías de emergencia se encuentran en el interior de un compartimento situado encima de la cubierta del puente de gobierno.

El motor instalado para propulsión es un GUASCOR modelo F360TA-SP15, su número de serie es 76104, tiene una potencia de 375 CV y 1500 rpm. Ubicado en crujía, conecta por popa con la reductora y en proa con la toma de fuerza hidráulica (PTO).

Es un motor de cuatro tiempos con 12 cilindros en V, los pistones tienen un diámetro de 152 mm y una carrera 165 mm, con un desplazamiento total de 35.93 L (2.99 litros cada pistón). Tiene acoplado dos turbocompresores para alimentar la combustión en los cilindros.

Tabla 8. Datos técnicos del motor principal.

Ciclo (ISO 178)	E3 (propulsión)
Disposición y número	V / 12
Desplazamiento	35,93 L
Consumo	201 g/kWh
Ciclo	4 tiempos / Diesel
Sistema de combustión	Inyección directa
Aspiración	Turboalimentado y con enfriamiento
Diámetro / carrera	152/ 165 mm

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

Tabla 9. Dimensiones y peso del motor

Longitud (mm/ In)	2656	104,6
Anchura (mm/ In)	1408	55,4
Altura (mm/ In)	1738	68,4
Peso en seco (kg/lb)	4630	10207



Figura 14. GUASCOR F360 instalado en cámara de máquinas.



Figura 15. Motor F360TA

4.3.1.1. Sistema de arranque de los motores del buque

1. Selección de las baterías en el desconectado de baterías. En el arranque hay varias opciones al elegir las baterías a utilizar. Si se selecciona 1 o 2 se seleccionará uno u otro par de baterías dispuestas en paralelo. Si se selecciona BOTH se utilizarán todas las baterías en el arranque.



Figura 16. Seleccionador de baterías del motor principal.

2. Accionamiento de la batería correspondiente. En la parte externa del compartimento hay rótulos que hacen referencia al motor que quiera encenderse. Las baterías se encuentran conectadas en serie y en paralelo.



Figura 17. Compartimento baterías

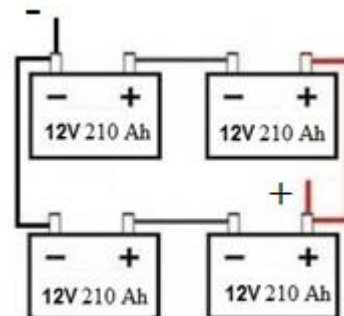


Figura 18. Esquema conexiones

3. Apertura del grifo de fondo de babor y de la válvula de salida de agua situada en el costado de estribor para refrigerar el motor principal. Este sistema es de ciclo abierto. El buque posee otro grifo de fondo en estribor inhabilitado.



Figura 19. Toma de mar / Grifo de fondo.

4. Actuamos en el panel de alarmas situado en el mamparo de proa de cámara de máquinas, deshabilitando las alarmas por baja presión de aceite que impiden el arranque. Bajo el mismo panel presionamos los interruptores para el arranque usando la llave y el pulsador.

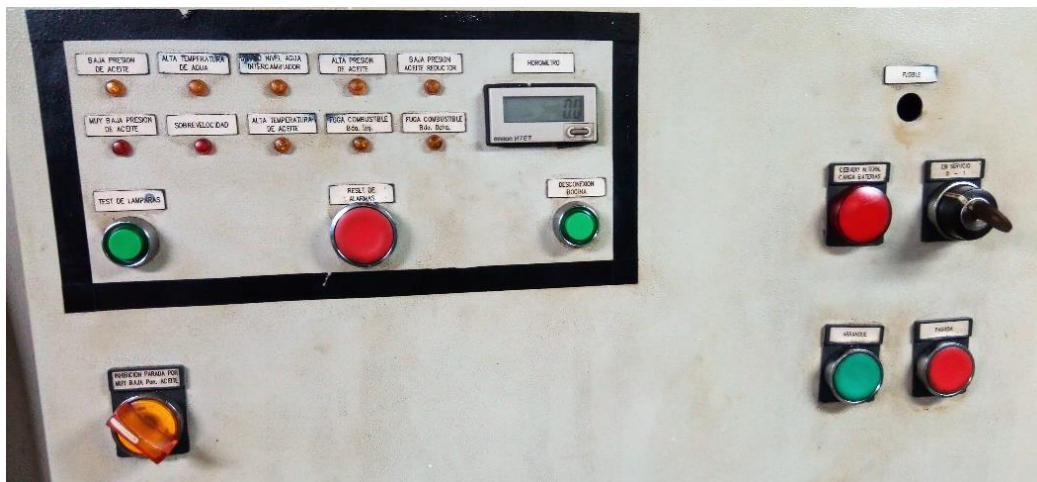


Figura 20. Panel de alarmas

4.3.2. Conjunto de transmisión

El conjunto de transmisión es del tipo mecánico con reductora. Formado por la reductora R360, el eje de cola y la bocina continúa.

La reductora es un equipo que se acopla mediante embragues a los motores 4T, su finalidad es reducir la velocidad de giro del eje. Va acoplada directamente al motor. El modelo instalado es R360 GUASCOR, esta refrigerada por agua salada.



Figura 21. Reductora R360.

Las características principales de la reductora son:

- Embragues hidráulicos multidisco
- Engranajes helicoidales rectificadas en la caja
- Rodamientos de empuje
- Intercambiador de calor
- Tanque amortiguador de presión de aceite.
- Soportes de montaje
- Embrague mecánico de emergencia
- Filtro de aceite de flujo completo
- Capacidad de aceite: 60 litros.

El eje de cola es el elemento que transmite el movimiento a la hélice. Esta construido en acero inoxidable, su longitud es corta por la disposición a popa de la cámara de máquinas y su diámetro es de 160 mm. No tiene camisa. Está protegido por la bocina y es quien atraviesa el casco.

La bocina es una estructura que tiene dos misiones: servir de apoyo el eje y dar estanqueidad a la cámara de máquinas impidiendo la entrada de agua. Suele ser de acero inoxidable y en sus extremos hay dos cierres con aros elásticos que evitan las pérdidas de aceite y la entrada de agua de mar. Dispone de un sistema de engrase manual.

En el extremo contrario a la reductora, el motor tiene conectado una toma de fuerza hidráulica (PTO). Se usaba para las instalaciones hidráulicas, como las maquinillas hidráulicas de la cubierta principal o las máquinas usadas para la recogida de las redes y nasas en las anteriores operaciones del buque.

En la siguiente imagen puede verse la parte superior de la PTO, acoplada al motor principal. Se observa la bomba de aceite y conductos de circulación.

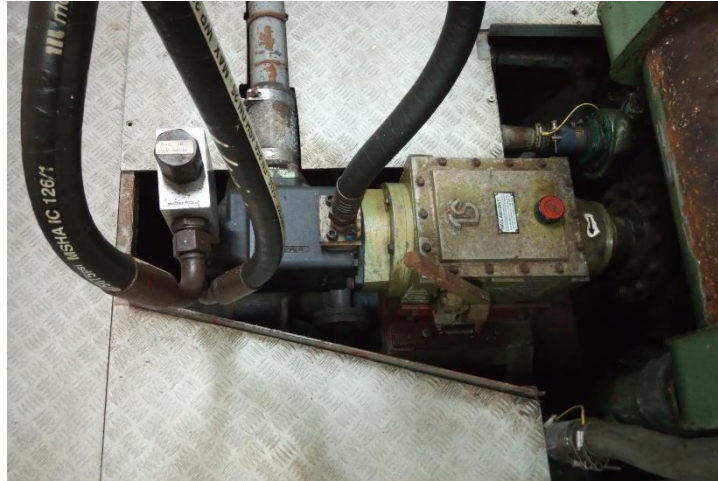


Figura 22. Reductora acoplada al motor principal.

Es el modelo E360 (GUASCOR). Se caracteriza por:

- Carcasa de hierro fundido
- Ejes de entrada y salida
- Enfriador de aceite
- Bomba de aceite
- Filtro de aceite de flujo completo
- Distribuidor de aceite con válvula de control
- Soportes de montaje

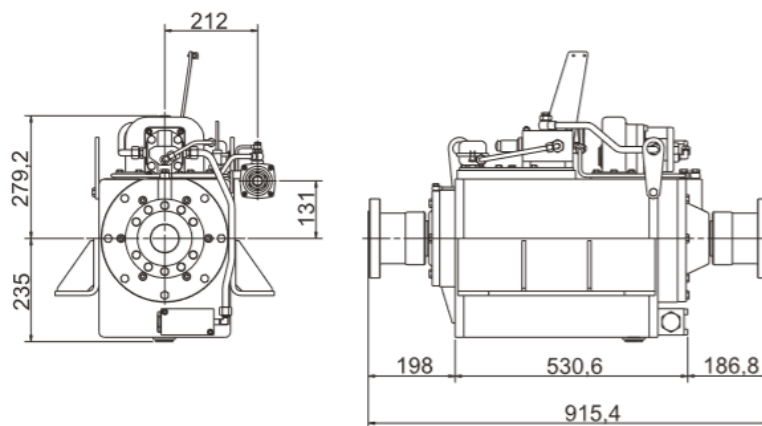


Figura 23. Dimensiones reductora.

4.3.3. Conjunto propulsor.

El elemento propulsor es del tipo timón tobera. Consiste en una hélice dentro de una tobera fija, que permite regular la dirección del flujo. Este tipo de propulsor mejora el tiro durante el arrastre e impide la rotura de la red. A bajas velocidades tiene gran capacidad de maniobra.

La hélice está construida en bronce. Dispone de varios ánodos de sacrificio por estar sumergida en el mar y ser más susceptible a la corrosión.



Figura 24. Hélice / Timón



Figura 25. Detalle hélice

Dada la gran importancia del motor principal para el sistema de propulsión del buque y en consecuencia para su operatividad, se describen los subsistemas que lo forman.

4.3.4. Subsistema de admisión de aire del motor principal.

Es el encargo de suministrar el aire en la cantidad y calidad necesario para la combustión. Este subsistema está compuesto por prefiltros de aire (o separador centrifugo), un turbocompresor, enfriador de aire, colector de admisión y conductos que transportan el aire a los cilindros.

El sistema de sobrealimentación consta de un turbocompresor accionado por los gases de escape. Es de diseño compacto y los suficientemente sensible como para reaccionar incluso a bajas revoluciones. La lubricación y refrigeración del turbocompresor se realiza a partir del sistema de lubricación y refrigeración del motor.

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

El aire entra a cámara de máquinas a través de un conducto de sección rectangular que tiene sus orificios de salida en las admisiones de los motores (1), pasa por los filtros de entrada (2) y es conducido al turbocompresor (3). A su salida se dirige al refrigerador de aire (4). El aire comprimido es enfriado según el principio aire-agua. Finalmente es enviado al colector de admisión (5) para ser inyectado en el interior de los cilindros.



Figura 26. Recorrido del aire de admisión

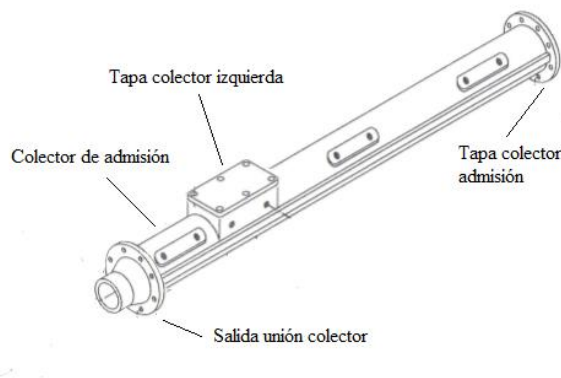


Figura 27. Representación del colector de admisión.

4.3.5. Subsistema de exhaustación del motor principal

Su función es transportar los gases de exhaustación procedentes de cada cilindro al colector de escape del motor. Desde allí son guiados por el conducto de exhaustación a las chimeneas que permiten su salida al exterior.

El colector de escape es refrigerado por medio de refrigerante, disminuyendo las temperaturas del propio colector y de los gases de su interior, con lo que se reducen los riesgos de accidentes. No obstante, los conductos de exhaustación están aislados para evitar radiación de calor a cámara de máquinas o quemaduras a la tripulación. En el

esquema, el orificio en la zona superior derecha es el lugar por donde se produce la entrada de refrigerante procedente del intercambiador de calor.

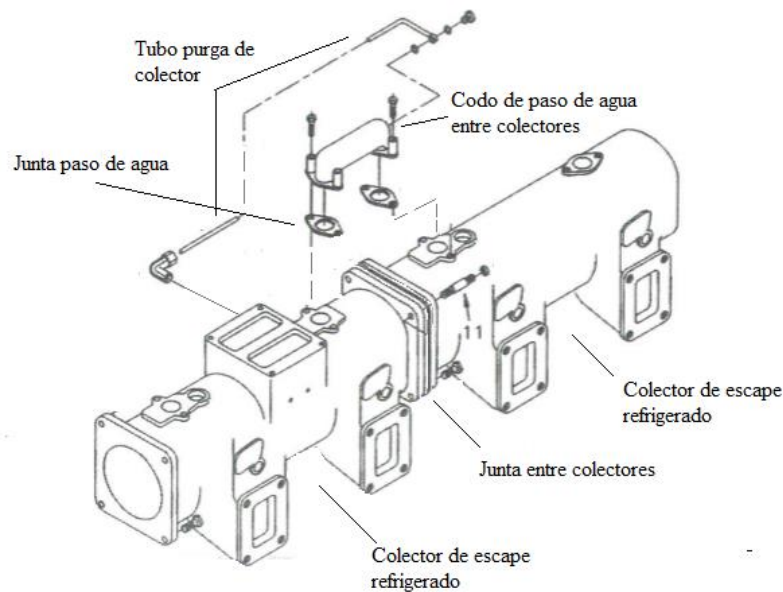


Figura 28. Representación del colector de escape refrigerado.

También deben evacuarse los gases del cárter (3) procedentes de la combustión, que pueden provocar una presión superior a la atmosférica provocando daños internos al motor.

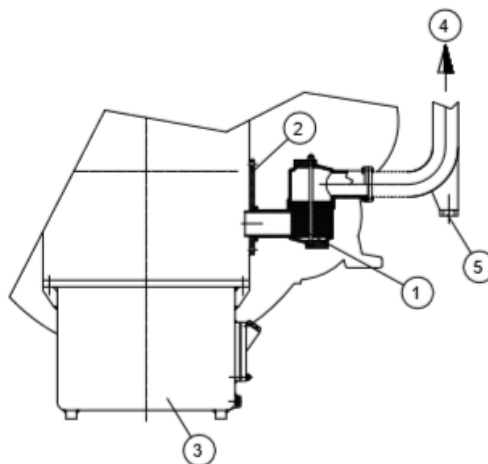


Figura 29. Detalle respiradero gases del cárter

La toma de gases del motor se realiza por el llamado “respiradero de gases del cárter”, que se conecta en una puerta de visita del bloque (2), siempre por encima del nivel de aceite de motor. El respiradero dispone de una cámara de expansión, llena con un material absorbedor del aceite (1) en suspensión en el propio gas al objeto de que este sea retenido.

La salida del gas debe ser evacuada al exterior por medio de una tubería (4) y el aceite retenido descargado mediante una purga colocada en su parte más baja (5).

El diámetro de las tuberías de evacuación será según se especifica en los reglamentos, en cualquier caso, el diseño de la tubería es tal que en ningún caso se supere la presión máxima en el cárter.

La tubería deberá ser ejecutada en sentido ascendente de forma que no se produzcan “depósitos” de aceite por condensación de gases. En el caso de varios motores, la instalación de la tubería de evacuación de gases deberá ser independiente

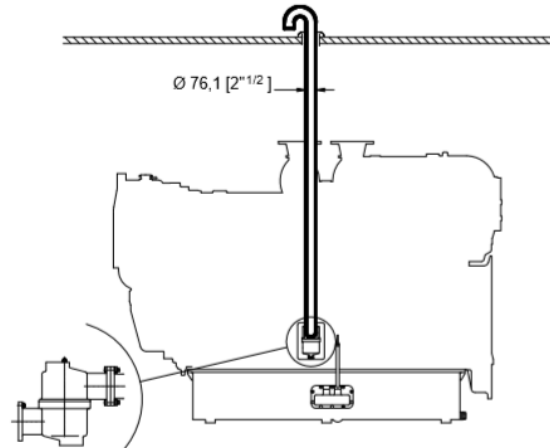


Figura 30. Disposición respiradero de gases del cárter del motor

4.3.6. Subsistema de refrigeración del motor principal.

Es el encargado de mantener una temperatura adecuada en el interior del motor. La bomba de refrigerante está amarrada a la cara delantera del bloque de cilindros y la caja de termostatos va montada sobre ella. La circulación del fluido se hace internamente en el sistema a través del tubo de by-pass y es regulada por el termostato. Es en esta cara del motor dónde están dispuestos los orificios de entrada de agua de mar que van al intercambiador.

El sistema de refrigeración tiene un circuito abierto de agua de mar y un circuito cerrado por el que circula el refrigerante. El agua salada entra a través del grifo de fondo, circula por el intercambiador y el refrigerador de aire y, finalmente, es expulsada por una válvula del costado de estribor.

El intercambiador actúa como depósito de agua de refrigeración. El refrigerante circula por el interior del motor principal, en concreto, por las culatas de los cilindros y por el colector de escape, refrigerando dichas zonas hasta llegar al intercambiador de calor. El agua de mar circula dentro de los conductos del intercambiador de calor, enfriando el refrigerante del motor, que pasa por fuera de los conductos.

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

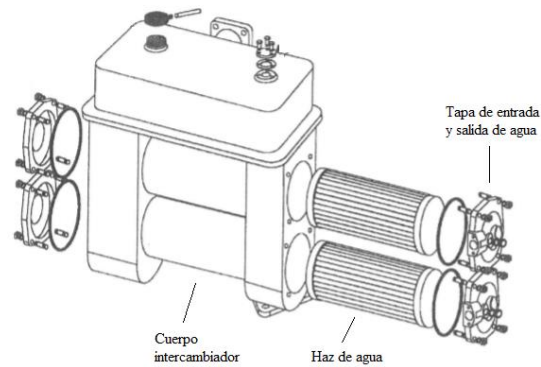


Figura 31. Representación del intercambiador de calor.

Debido a la continua circulación de agua de mar, esta parte del motor es más propensa a sufrir corrosión galvánica. Por ello, es necesario el uso de varios ánodos de sacrificio en el interior de las tapas del intercambiador. La elección del tipo de ánodo se hará en función del medio en el que se trabaje y según la superficie y el tipo de metal a proteger. Los más usados son los ánodos de zinc, los de magnesio y los de aluminio. Para este buque suelen usarse alrededor de 30 ánodos repartidos entre el casco, el motor principal, el eje, la bocina y el timón.



Figura 32. Ánodos de sacrificio del intercambiador.

A continuación, se pueden observar varias imágenes del intercambiador y sus componentes. Tal y como se puede observar el intercambiador es multitubular.



Figura 33. Tubos refrigeración de agua.



Figura 34. Apertura del intercambiador para la limpieza anual.

4.3.7. Subsistema de aceite de lubricación.

El sistema de lubricación tiene como finalidad reducir el desgaste provocado en aquellas partes del motor que están en contacto y en movimiento unas con otras. Este sistema se compone por una bomba de aspiración de aceite del cárter, un circuito interior de aceite, un precalentador de aceite, filtros de aceite, filtros centrífugos, un termostato para la regulación y depósito de aceite.

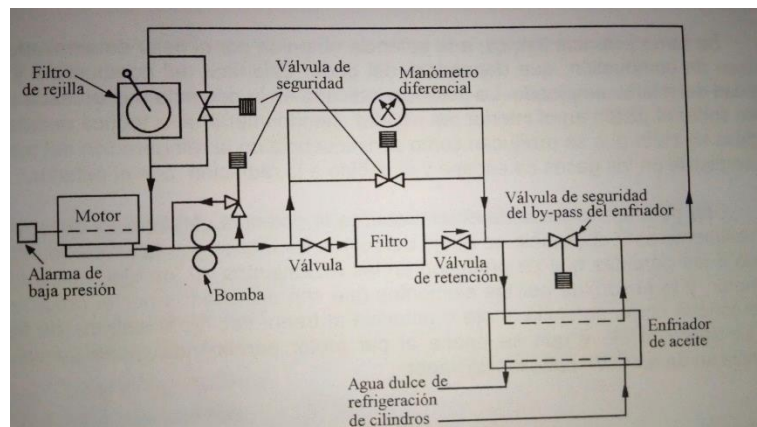


Figura 35. Esquema circuito lubricación motor

4.3.8. Subsistema de inyección.

Este subsistema hace referencia al recorrido interno que realiza el combustible una vez llega al motor. Está compuesto por varios filtros, una bomba de alimentación de combustible, cebado de aire, bomba de inyección y tubos de inyección con sus correspondientes inyectores.

El combustible se traslada del tanque de servicio diario a la bomba de alimentación del motor atravesando el pre-filtro y el filtro de combustible. Estos filtros eliminan las pequeñas impurezas que pueda llevar. El combustible necesario entra en los cilindros a través de los inyectores accionado por las bombas de inyección, y el sobrante vuelve al tanque.

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

El motor principal GUASCOR está provisto de bombas de inyección con regulación mecánica/electrónica y eje de arrastre. Los tubos de inyección están protegidos mediante abrazaderas.



Figura 36. Inyectores desgastados

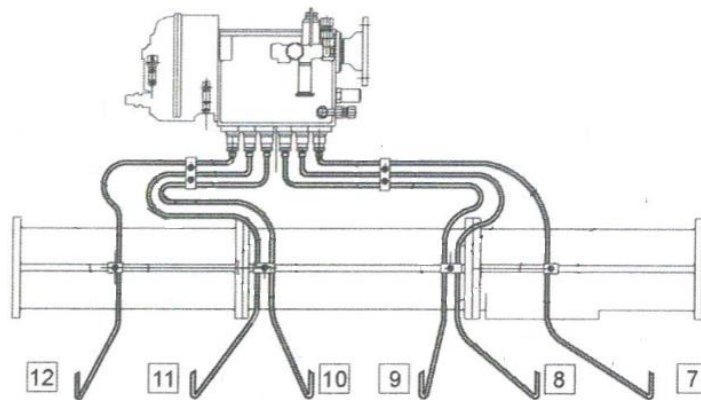


Figura 37. Montaje exterior de los tubos de inyección.

4.4. SISTEMA ELÉCTRICO

El sistema eléctrico debe generar la energía necesaria para abastecer los siguientes sistemas del buque: instalaciones de fuerza, alumbrado y servicios emergencia y seguridad. La energía se obtiene a partir de dos motores auxiliares GUASCOR.

Tabla 10. Componentes principales sistema eléctrico

Motor auxiliar GUASCOR H74 (134 KW)
Motor auxiliar GUASCOR H44 (41 KW)
Motor auxiliar GUASCOR H44 (41 KW)
Baterías de arranque.
Generadores SINCRO
Toma de corriente desde tierra
Cuadros eléctricos
Cuadros de alarmas
Sistema de control
Cableado
Cámaras de vigilancia
Luces de emergencia
Luces de navegación
Luces de plataforma de embarque en balsas salvavidas
Red eléctrica de camarotes y espacios públicos
Iluminación interior
Iluminación exterior
Sistema de señales y alarmas
Sistema de comunicaciones internas

Inicialmente se instalaron dos motores auxiliares de 41 KW. Tras la reforma del buque y para poder abastecer las nuevas necesidades energéticas al instalar las plantas frigoríficas, se instaló otro motor auxiliar de 134 KW. Los generadores son de corriente alterna trifásica 380V y 50 Hz. Para aquellos equipos que trabajen en 220V se dispone de transformadores. Los servicios de emergencia funcionarán en corriente continua, alimentados por baterías que se cargan con la red de 380 V mediante rectificadores.

Los subsistemas pertenecientes a la red de fuerza son los auxiliares de navegación, la planta hidráulica, el servicio de agua, la planta frigorífica de túneles y las bodegas de almacenamiento.

Los subsistemas que se engloban en el alumbrado son las luces de señales, la red eléctrica de camarotes y espacios públicos, la iluminación exterior e interior, equipos de navegación y comunicaciones internas, las cámaras de vigilancia y el sistema de señales y alarmas.

El sistema de emergencia abastece las luces de navegación, los equipos de navegación y comunicaciones y al generador de emergencia.

4.4.1. Generadores SINCRO.

Tabla 11. Características grupos generadores.

Marca	Modelo	Potencia	RPM
SINCRO	IB4M S/N 709001138	32	1500
SINCRO	IB4M S/N 709001139	32	1500
SINCRO	SK225 ML-4 S/N C111 407	80	1500

Los generadores SINCRO son diseñados para operar a una temperatura máxima de 40°C y una altitud máxima sobre el nivel del mar de 1000 m. El rendimiento nominal indicado en la placa se refiere a operaciones dentro de esos límites de temperatura y altitud. Para temperaturas por encima de 40°C o altitudes por encima de 1000 m se reduce el rendimiento.

Los generadores están equipados con un sistema de ventilación de aire, protectores y cubiertas a prueba de goteo; no son adecuados para instalación al aire libre a menos que se proporcione un refugio de protección adecuado. Cuando este almacenado, en espera de la instalación o en el modo de espera, se recomienda utilizar calentadores anti condensados para proteger los devanados de la humedad.

4.4.1.1. Acoplamiento del alternador en el motor

Existen dos formas de montaje del generador: IMB35 y mediante el sistema de bridas SAE. En cualquier tipo de instalación debe garantizarse la alineación de ejes y la reducción de vibraciones. La correspondencia de diámetros en el caso de las bridas de acoplamiento de motor y alternador es imprescindible.

Una mala alineación junto con excesivas vibraciones puede provocar daños en el grupo generador. Es esencial tomar medidas necesarias para asegurar la alineación y proporcionar una base firme y soportes para evitar que las vibraciones excedan el estándar. Para levantar y mover el alternador debe usarse el equipo adecuado, ya sea en una paleta o por las orejetas de elevación ubicadas en el generador en las posiciones indicadas en la figura.

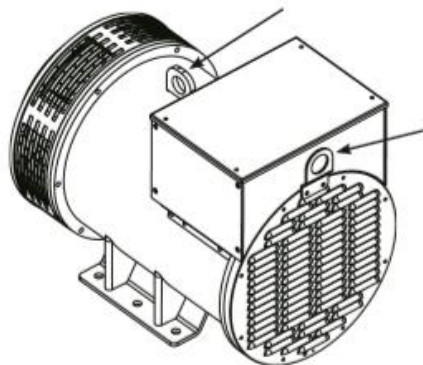


Figura 38. Agarre generador para movimientos

- **IMB35**

En este caso, el motor se fija por la parte delantera, mediante tornillos pasantes al motor y roscados sobre la bancada de la maquina o elemento de sujeción. El código utilizado indica cómo debe de realizarse la instalación.

Tabla 12. Código para acoplamiento

Posición del motor	Horizontal	B
	Vertical	V
Carcasa	Con patas	3
	Sin patas	“en blanco”
Brida	Sin brida	“en blanco”
	Con brida FF	5
	Con brida FC	14 (sin patas)
		4 (con patas)

Deben seguirse las siguientes instrucciones:

1. Quitar las rejillas protectoras (6). Fije el protector (1) al motor, después de haberlo retirado del alternador.
2. Aplique la barra de acoplamiento (2) que ancla el rotor axialmente atornillándolo en la sección externa del eje del motor.

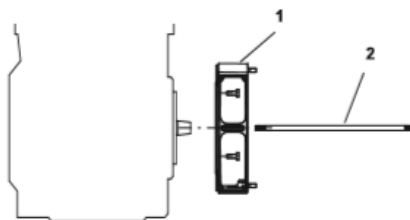


Figura 39. Ilustración orientativa acoplamiento 1

3. Fije el conjunto completo del generador (es decir, el estator y el rotor) al protector (1) utilizando las 4 tuercas autoblocantes (3).
4. Compruebe que los acoplamientos de las caras del rotor y el motor hayan hecho contacto martillando el rotor axialmente con un mazo de plástico y un bloque.

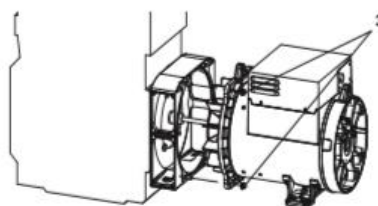


Figura 40. Ilustración orientativa acoplamiento 2

5. Bloquee el rotor axialmente girando la tuerca autoblocante (4) en la varilla de unión (2).
6. Compruebe que el rotor y el estator estén perfectamente alineados.
7. Monte el conjunto en tapones anti vibratorios (5) asegurándose de que el generador del motor esté nivelado.

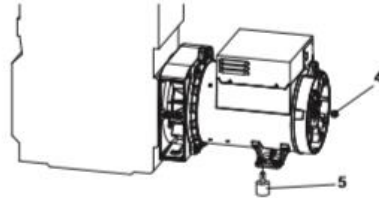


Figura 41. Ilustración orientativa acoplamiento 3

8. Coloque de nuevo las rejillas.

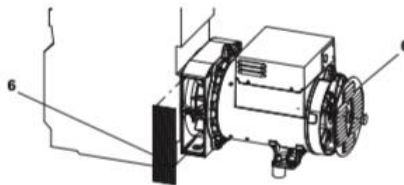


Figura 42. Ilustración orientativa acoplamiento 4

- **Forma de montaje SAE**

1. Retirar las rejillas protectoras (6).
2. Asegúrese de que el diámetro del disco (3) se corresponda con el diámetro del asiento en el volante (2).
3. Fije el generador al motor cerrando la campana SAE (1), asegurándose de que los orificios del disco y el volante estén alineados.
4. Fijar el disco (3) en el volante (2).

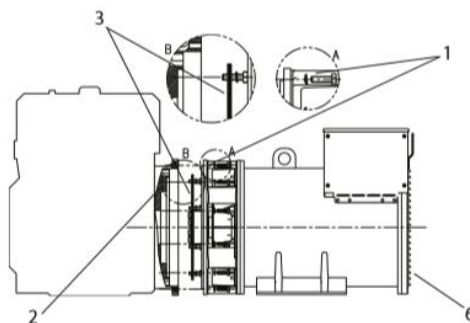


Figura 43. Ilustración orientativa acoplamiento 5

5. Comprobar que el rotor y el estator del excitador estén perfectamente
6. Monte el conjunto en tapones anti vibratorios (5) asegurándose de que el motor y el generador estén nivelados.

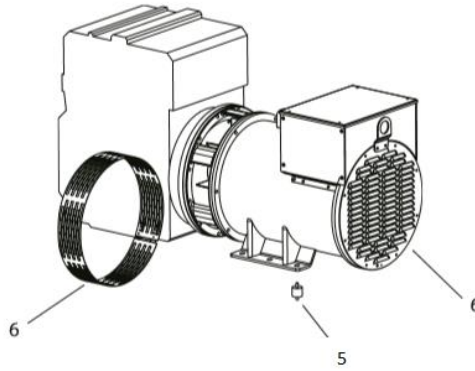


Figura 44. Ilustración orientativa acoplamiento 6

7. Sujetar las rejillas.

4.4.1.2. Conexión a neutro

La carcasa del generador debe estar bien conectada al neutro en la base del grupo electrógeno. Si se montan soportes flexibles anti vibratorios entre la carcasa del generador y su base, un conductor de tierra debe conectarse en paralelo a través del soporte flexible y tener un tamaño adecuado (generalmente la mitad de la sección del cable de la línea principal).

4.4.2. Motores auxiliares serie H.

Los motores GUASCOR de la serie H son motores Diesel con cilindros en línea refrigerados con agua. Estos motores van provistos de camisas de cilindro húmedas e intercambiables. La inyección es directa. Como combustible, se utilizará un gasóleo que habrá de ser limpio y no contener nada de agua.

Ambos motores tienen sus correspondientes baterías de arranque, siendo el sistema de puesta en marcha similar al del motor principal anteriormente explicado.

Tabla 13. Datos generales motores de sistemas auxiliares.

	Motor GUASCOR H44	Motor GUASCOR H74
Número de cilindros	4	6
Cilindrada (litros)	4.4	7.4
Diámetro interior del cilindro (mm)	108	108
Carrera (mm)	120	134
R.P.M.	1500	1500
Combustión	Inyección directa	Inyección directa

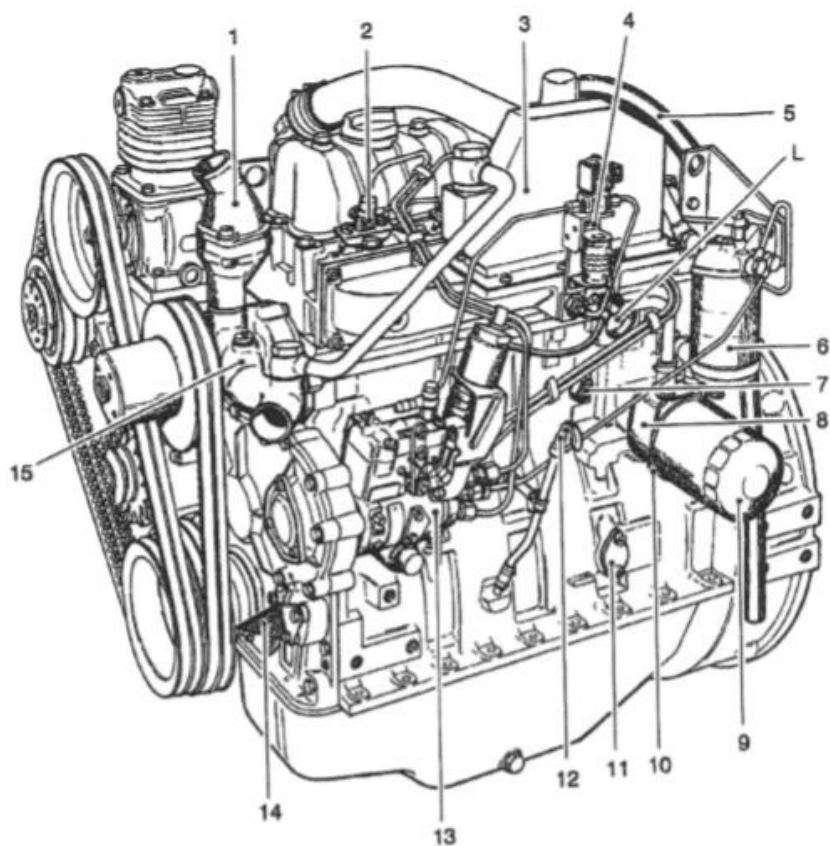
En la siguiente imagen se pueden observar ambos modelos, en la parte izquierda se puede ver el generador SINCRO acoplado al motor GUASCOR H44 mientras que en la derecha está el modelo GUASCOR H74.



Figura 45. Motores auxiliares.

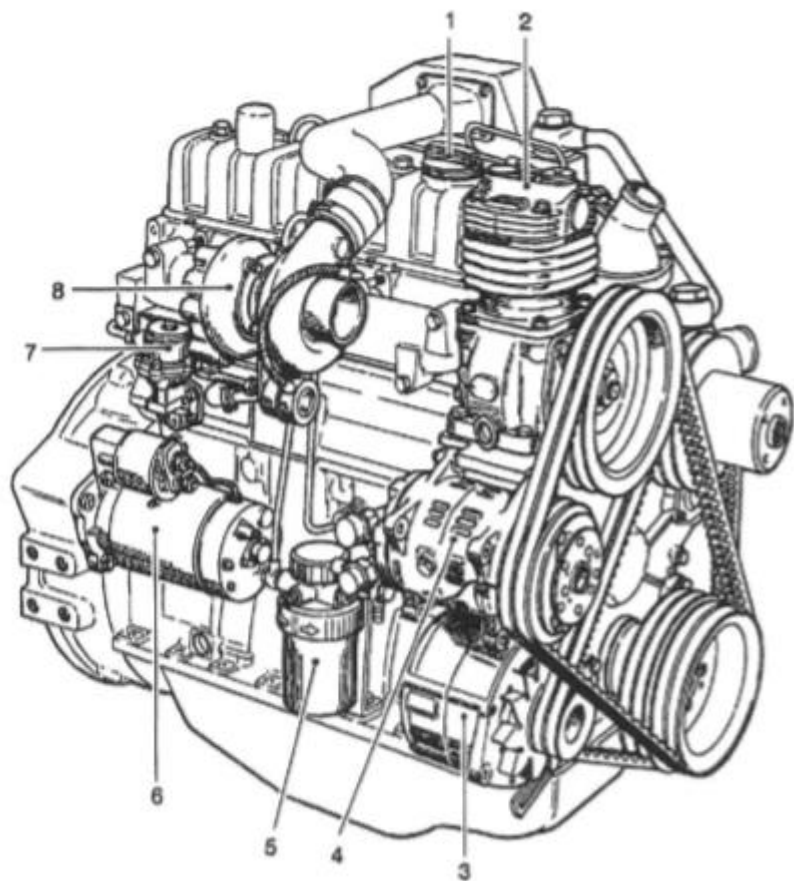
A continuación, se adjuntan imágenes de detalles de ambos motores. En ellas se pueden ver sus componentes principales y la distribución en los motores. Tras estas imágenes se describirán los subsistemas que componen los motores auxiliares al igual que se hizo con el motor principal.

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”



1. Termostato
 2. Inyector
 3. Enfriador de aire comprimido
 4. Sistema de precalentamiento
 5. Tubo de respiradero
 6. Filtro de combustible
 7. Tapón de vaciado
 8. Enfriador del aceite
 9. Filtro de aceite
 10. Tapón de vaciado del refrigerante
 11. Válvula reguladora de la presión de aceite
 12. Varilla de control del nivel de aceite
 13. Bomba de inyección
 14. Índice de puesta punto del avance a la inyección
 15. Bomba del refrigerante
- L. Punto de conexión del equipo de precalentamiento

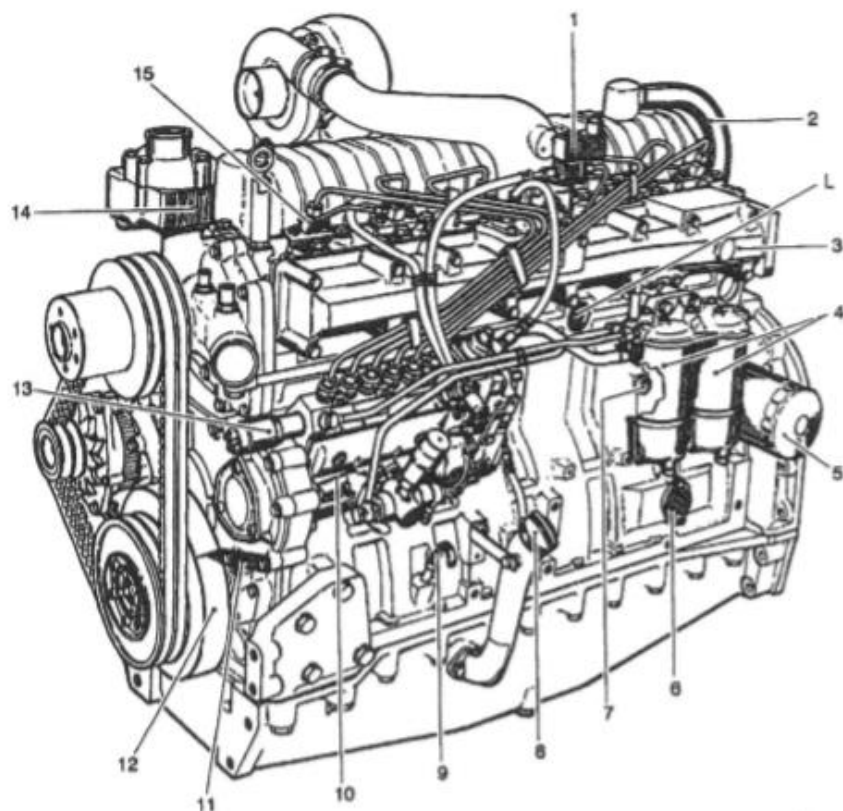
Figura 46. Motor H44. Vista lateral izquierda.



1. Tapón de llenado de aceite
2. Compresor
3. Alternador
4. Compresor del acondicionador de aire
5. Prefiltro
6. Arrancador
7. Bomba de inyección de combustible
8. Turbocompresor

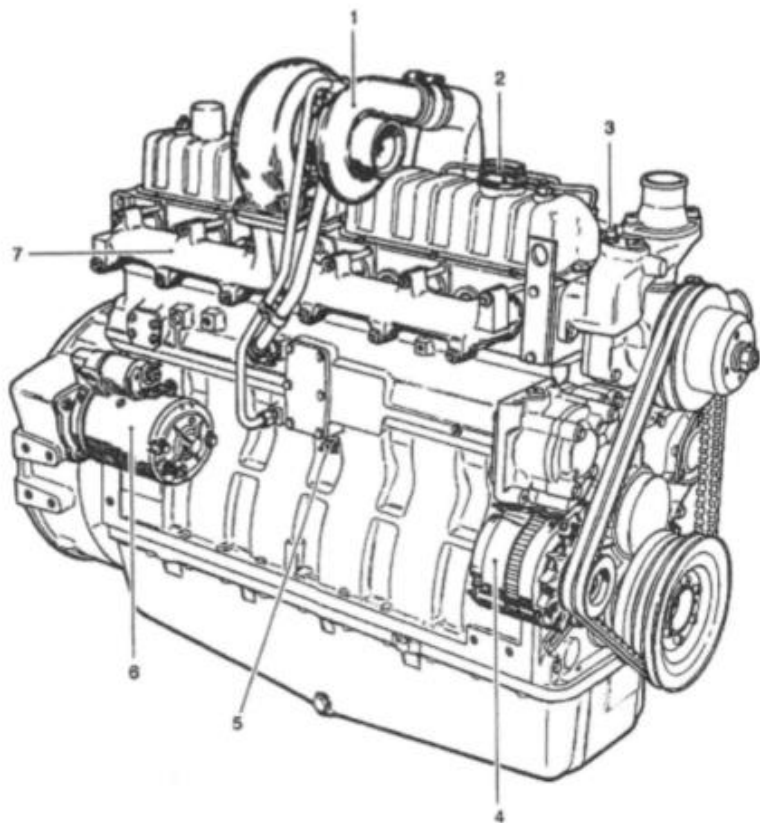
Figura 47. Motor H44. Vista lateral derecha.

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”



1. Sistema de precalentamiento.
 2. Tubo de respiradero
 3. Colector de admisión
 4. Filtros de combustible
 5. Filtro de aceite
 6. Válvula reguladora de la presión de aceite
 7. Tapón de vaciado del refrigerante
 8. Tapón de llenado del aceite
 9. Varilla de control del nivel de aceite
 10. Bomba de inyección
 11. Índice de puesta a punto del avance a la inyección
 12. Amortiguador de vibraciones
 13. Electroválvula de parada
 14. Termostato
 15. Inyector
- L = Punto de conexión del equipo de precalentamiento

Figura 48. Motor H74. Vista lateral izquierda.



1. Turbocompresor
2. Tapón de llenado del aceite
3. Sensor de la temperatura del refrigerante
4. Alternador
5. Sensor de la presión de aceite
6. Arrancador
7. Colector de escape

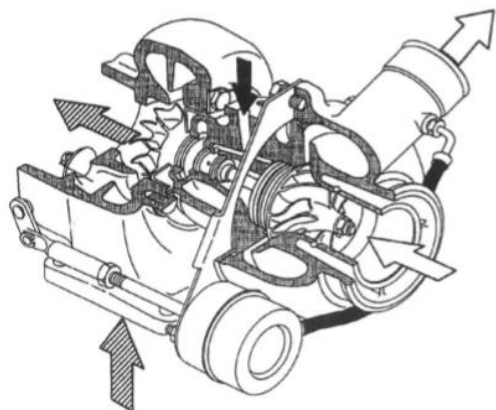
Figura 49. Motor H74. Vista lateral derecha.

4.4.2.1. Subsistema de admisión de aire.

Este sistema se compone de prefiltros, filtro de aire, turbocompresor (en el caso del motor H74), enfriador de aire (posrefrigeración del aire aspirado en el motor H74), colector de admisión y conductos de aire.

El sistema de sobrealimentación consta de un turbocompresor accionado por los gases de escape. La lubricación y refrigeración del turbocompresor se realiza a partir del sistema de lubricación del motor. El motor H74 dispone de un turbocompresor con desvío en el que la presión de aire más alta es ajustada por el llamado canal de desviación o *by-pass*.

El aire comprimido es enfriado según el principio aire-agua. El aire procedente del turbocompresor tiene una temperatura de unos 150°C y es enfriado por el agua de refrigeración del motor hasta 95°C aproximadamente. El intercambiador de calor está montado sobre el colector de admisión y está conectado con el sistema de refrigeración del motor. El enfriamiento del aire comprimido permite estabilizar la combustión, sea cual sea la temperatura, y minimiza la carga térmica y mecánica del motor, con lo que disminuyen las emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x).



	Aire de admisión
	Gases de escape
	Aceite lubricante

Figura 50. Turbocompresor

4.4.2.2. Subsistema de combustible

Los motores de esta serie están provistos de una bomba de inyección lineal Bosch. El combustible es aspirado del depósito vía un filtro separador de agua por la bomba de alimentación que lo envía a través del filtro de combustible a la bomba de inyección. Ésta impulsa el gasóleo a cada inyector que introduce el combustible finalmente pulverizado en la cámara de combustión. A menudo el sistema de combustible está provisto de un sistema de precalentamiento a utilizar en caso de arranque en frío. La bujía de incandescencia recibe combustible desde el recipiente independiente del sistema de precalentamiento o bien desde la válvula de descarga de la bomba de inyección a través de una electroválvula.

Se eliminará el agua del sistema, vaciando el filtro separador de agua periódicamente y limpiando el depósito de combustible antes de la estación fría.

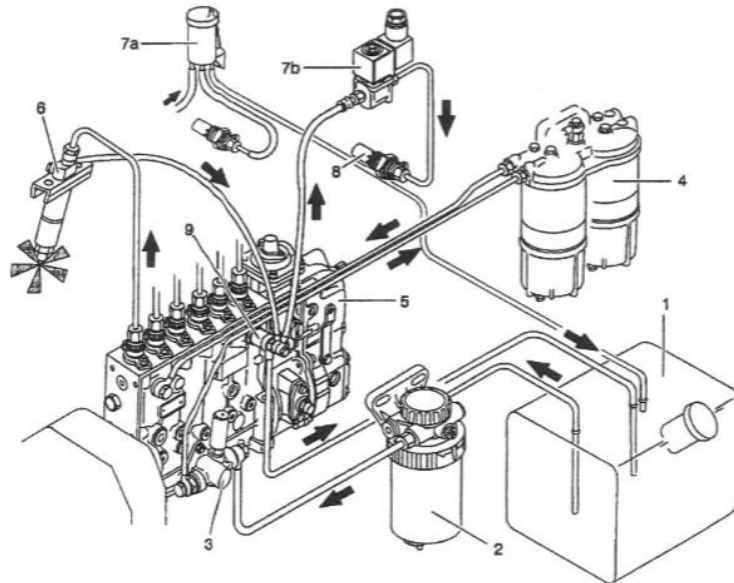


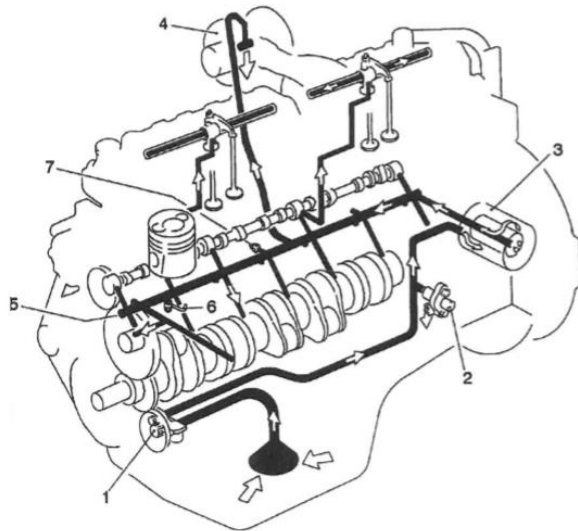
Figura 51. Esquema del sistema de combustible

1. Depósito de combustible
2. Prefiltro
3. Bomba de alimentación
4. Filtro de combustible
5. Bomba de inyección
6. Inyector
- 7a. Recipiente de combustible del sistema de precalentamiento
- 7b. Electroválvula
8. Bujía de incandescencia
9. Válvula de rebose

4.4.2.3. Subsistema de aceite de lubricación.

El motor tiene un sistema de lubricación a presión que incluye una bomba de engrase de los engranajes situada en el nivel más bajo del motor. Esta bomba de engrase es accionada por el engranaje del extremo delantero del cigüeñal. Casi todos los puntos de engrase y los equipos auxiliares están conectados con el sistema de lubricación a presión por medio de canales o tubos de aceite. Los engranajes en el cárter, pies de bielas y pistones son lubricados principalmente por el método del barboteo.

En el motor H74T debido a su elevada potencia, la cara inferior de los pistones es enfriada por aceite pulverizado siempre que la presión de aceite supera 3 bar. Es muy importante utilizar un aceite lubricante adecuado para las temperaturas ambientales y las cargas aplicadas al motor. Asimismo, se cambiarán el aceite y el filtro de aceite de acuerdo con las indicaciones del programa de mantenimiento.



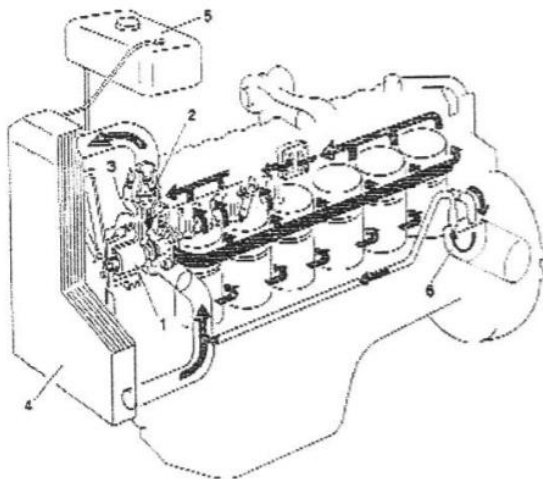
1. Bomba de aceite
2. Válvula reguladora de la presión
3. Filtro de aceite
4. Turbocompresor
5. Canal de engrase principal
6. Tobera de refrigeración del pistón
7. Sensor de presión de aceite

Figura 52. Sistema de lubricación.

4.4.2.4. Subsistema de refrigeración

La bomba de refrigeración se dispone en la cara delantera del bloque de cilindros y la caja de termostatos va montada sobre ella. La circulación del fluido se hace internamente en el sistema a través del tubo de by-pass y es regulada por el termostato de doble efecto.

Como refrigerante se utilizará agua (40%) y anticongelante (60%). El agua debe ser depurada mecánicamente y no debe ser demasiado ácida ni demasiado dura.

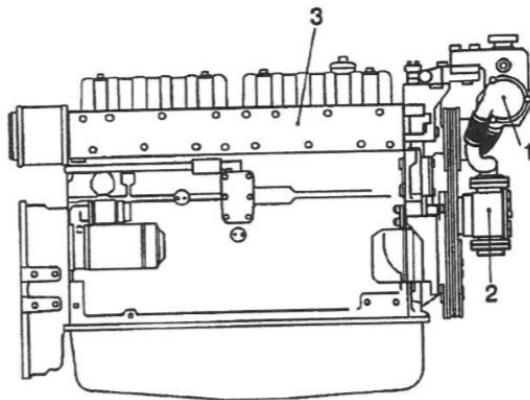


1. Bomba de refrigerante
2. Termostato
3. Tubo de by-pass
4. Radiador
5. Depósito de expansión
6. Enfriador de aceite

Figura 53. Circuito de refrigeración

En la parte delantera del motor se encuentra un intercambiador de calor que actúa como depósito de agua de refrigeración. El agua natural (agua de salada) circula dentro de los conductos del intercambiador de calor, enfriando el agua dulce (refrigerante del motor) que pasa por fuera de los conductos.

El colector de escape es enfriado con agua dulce, por lo que disminuyen las temperaturas del propio colector de escape y de los gases de escape, con lo que se minimizan los riesgos de accidentes e incendios.



1. Intercambiador de calor
2. Bomba de agua salada
3. Colector de escape enfriado con agua.

Figura 54. Disposición equipos en el circuito de refrigeración

4.4.3. Cuadros eléctricos.

Todos los cuadros secundarios y cajas de distribución llevarán rótulos de identificación y estarán contruidos en policloruro de vinilo (PVC) por su buen comportamiento al fuego ya que no propaga la llama, por su capacidad aislante y su resistencia principalmente.

Los cuadros de cámara de máquinas están instalados en el mamparo de proa.

Tabla 14. Distribución cuadros eléctricos.

NOMBRE	UBICACIÓN
Cuadro eléctrico principal	Cámara de máquinas
Cuadro de carga de baterías de emergencia	Puente de gobierno
Cuadro de servicios de puente y alumbrado exterior.	Puente de gobierno
Cuadro de luces de navegación	Puente de gobierno
Cuadro de fuente de alimentación	Puente de gobierno
Cuadro de electrobombas del servomotor.	Local del servomotor
Cuadro de alarmas de motores	Cámara de máquinas
Cuadro de servicio de equipos electrónicos	Puente de gobierno
Cuadro de distribución de servicios 220 V	Habilitación
Cuadro de alarmas	Puente de gobierno
Cuadro eléctrico para la maquinaria frigorífica y de congelación.	Puente de gobierno

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

El cuadro eléctrico principal está constituido por el cuadro de control de generadores, el cuadro de maniobra y el selector del generador. Ubicado en el interior de cámara de máquinas. Todas las conexiones del cuadro principal se harán por la parte frontal de forma que cualquier elemento pueda ser sustituido fácilmente. Cada control del cuadro llevará su correspondiente rótulo de identificación. El cuadro principal consta de amperímetros y voltímetros.



Figura 55. Cuadro eléctrico principal

En la siguiente imagen se observa el cuadro de control del motor propulsor ubicado en el puente de gobierno. En él se encuentran las alarmas, los botones de arranque y parada, voltímetros, amperímetros, tacómetros, etc.



Figura 56. Cuadro control y alarmas del motor principal.

4.4.4. Toma de corriente desde tierra.

Instalada en el interior de cámara de máquinas, permite alimentar el cuadro principal desde tierra cuando el barco este amarrado en el puerto. El enchufe es estanco, el cable que se conecta es de color verde cumpliendo la normativa, en él van alojadas el neutro y tres fases. Se caracteriza por tener una tensión de 380V y una frecuencia de 50 Hz.



Figura 57. Toma de corriente

4.4.5. Aparatos y alumbrado

En zonas exteriores se instalarán equipos estancos. Las luces del sistema de alumbrado de cada local se accionarán mediante interruptores internos. Las luces exteriores, luces de pasillos y de la cámara de máquinas se accionan mediante el cuadro de alumbrado correspondiente. El sistema de alumbrado de emergencia utilizará corriente continua suministrada por las baterías.

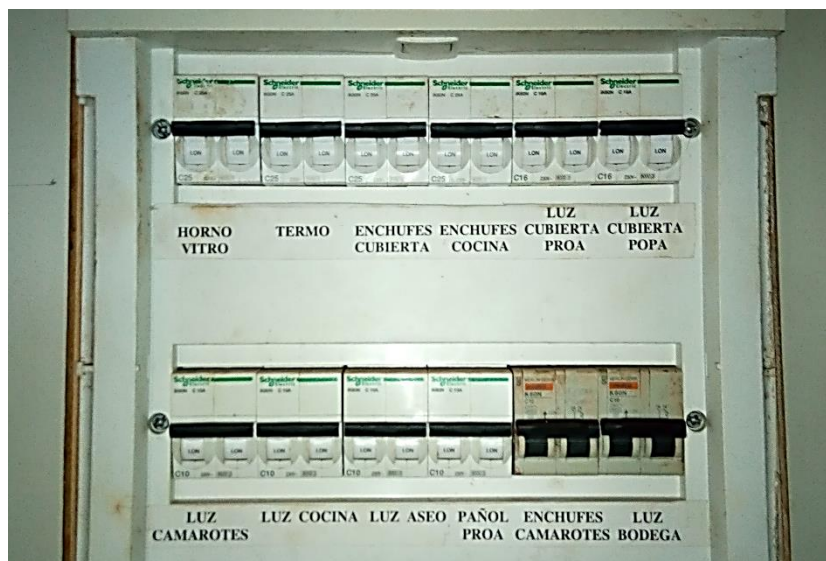


Figura 58. Cuadro de distribución de servicios.

4.5. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE

Este sistema es el encargado de proporcionar el combustible a los motores. Se puede subdividir en tres las funciones de este sistema:

- Recepción, almacenamiento y trasiego de combustible
- Tratamiento y limpieza.
- Alimentación a los motores.

Tabla 15. Componentes principales sistema de almacenamiento de combustible.

Tanques de combustible 2. Almacenamiento
Tanques de combustible 3 BR. Almacenamiento
Tanques de combustible 3 ER. Almacenamiento
Tanques de combustible 4 BR. Almacenamiento
Tanques de combustible 4 ER. Almacenamiento
Tanques de combustible 6 BR. Almacenamiento
Tanques de combustible 6 ER. Almacenamiento
Tanques de combustible 1. Servicio diario
Tanques de combustible 2. Servicio diario
Venteo (7)
Piano de válvulas de trasiego de combustible entre tanques
Válvulas de los tanques de servicio diario
Línea de abastecimiento de combustible
Toma de combustible en cubierta
Bomba de trasiego
Purificadora (depuradora)

El combustible se almacena en nueve tanques, siete de almacenamiento de combustible y dos de servicio diario. Los tanques de almacenamiento están situados debajo de cámara de máquinas y los de servicio diario se sitúan en el interior de cámara de máquinas en popa. El consumo de combustible se realizará iniciándose por el tanque TC. 2, continuando por los tanques TC. 6 Br y Er simultáneamente siguiendo por los tanques TC. 3 Br y Er también de forma simultánea y por último se consumirán los tanques TC. 4 Br y Er. El orden de llenado será inverso al de consumos.

Cada uno de estos tanques dispone de su correspondiente venteo, que tiene salida a la cubierta superior. El venteo es un conducto que evita las acumulaciones excesivas de presión y/o vacío que se producen con el vaciado y llenado de los tanques y que pueden generar daños graves o explosiones.



Figura 59. Venteo

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

A continuación, se muestra la distribución de todos los tanques del doble fondo y la capacidad de los tanques del sistema de almacenamiento de combustible.

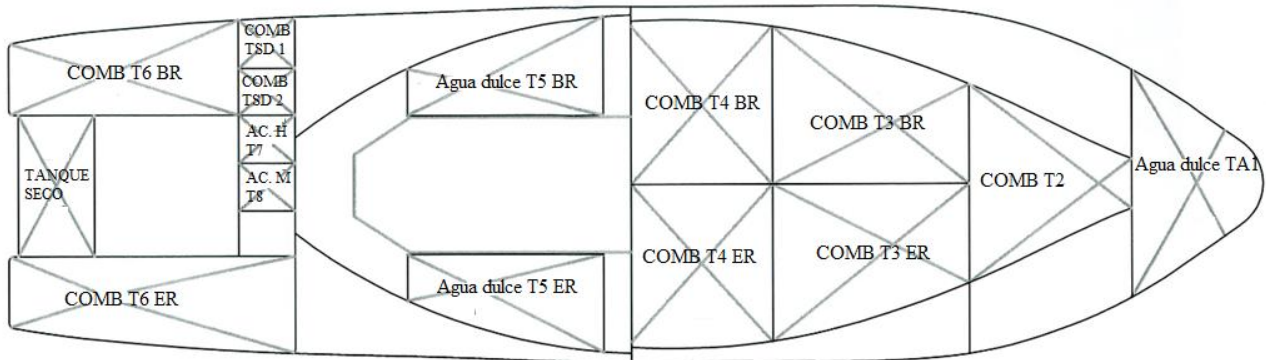


Figura 60. Distribución de tanques.

Tabla 16. Capacidad tanques

TANQUES	VOL.	P. específico
COMB TC 2	3,586	0,850
COMB TC 3 BR	4,470	0,850
COMB TC 3 ER	4,470	0,850
COMB TC 4 BR	3,743	0,850
COMB TC 4 ER	3,743	0,850
COMB TC 6 BR	6,660	0,850
COMB TC 6 ER	8,982	0,850
ACEITE TAC 7	1,455	0,9
ACEITE TAC 8	1,737	0,9
COMB TSD 1	0,894	0,850
COMB TSD 2	1,367	0,850

Los combustibles ligeros reciben un tratamiento distinto a los combustibles pesados, por su menor grado de contaminación. El tratamiento del combustible ligero consiste en eliminar impurezas sólidas y agua que podrían causar daños en el interior del motor; es realizado por la centrífuga que provoca la caída de sólidos y agua al fondo como consecuencia de su movimiento rotatorio. El buque debería llevar instaladas dos centrífugas, una de emergencia.



Figura 61. Centrífuga

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

El recorrido del combustible podría resumirse en lo siguiente:

Inicialmente se encuentra en los tanques de almacenamiento, mediante la bomba de trasiego es bombeado hacia los tanques de servicio diario, pero antes pasa por un filtro de sólidos. El trasiego de combustible entre tanques es dirigido por la apertura o cierre de las válvulas dispuestas en el piano de válvulas situado a proa de cámara de máquinas. En ocasiones y cuando resulta necesario, se coloca un calentador para así aumentar la temperatura y facilitar el bombeo. Tras el evaporador se instala una centrifuga y de allí se deposita en el tanque de servicio diario.



Figura 62. Piano de válvulas combustible.

Todas las válvulas están agrupadas en el piano de válvulas de combustible, a excepción de las válvulas de apertura de los tanques de servicio diario, que se disponen bajo los mismos. Finalmente, el combustible llega al motor, dónde realizará el circuito interno hasta ser inyectado en la cámara de combustión.



Figura 63. Tanques de servicio diario y válvulas de apertura

4.6. SISTEMA DE EXHAUSTACIÓN

Tabla 17. Componente principales sistema de exhaustación.

Silencioso
Tubería extracción de los gases del cárter
Purga
Salida al mar del agua de la purga
Ventilador
Rejilla
Chimeneas

Es el encargado de evacuar los gases resultantes de la combustión en los motores de manera eficiente y segura. Este sistema es único y exclusivo de cada motor, los conductos procedentes de varios motores no deben unirse.

Los gases de la combustión salen a través de los conductos de exhaustación, que están aislados térmicamente por un recubrimiento y atraviesan el casco hasta llegar a las chimeneas. Para facilitar la expulsión de los gases hay un ventilador extractor común que los expulsa hasta el guardacalor. En el interior del conducto de exhaustación hay una purga para la salida de agua y condensados, está conectada mediante una válvula a una tubería con salida al mar. En las chimeneas se colocan rejillas para evitar la entrada de impurezas y agua en el conducto.



Figura 64. Chimeneas de exhaustación



Figura 65. Aislamientos térmicos.

4.7. SISTEMA DE GOBIERNO

El sistema de gobierno es el encargado de controlar y dirigir los movimientos del buque en el mar. Los elementos de este sistema se encuentran en el local del servomotor, ubicado a popa de la cámara de máquinas. El control se realiza en el puente de gobierno por medio de un sistema servo electrohidráulico. En caso de emergencia puede realizarse manualmente en el mismo local.

Tabla 18. Componentes del equipo de gobierno

Bomba (C1) (SG)
Bomba (C2) (SG)
Cilindros hidráulicos (2) (SG)
Tanque almacén de aceite hidráulico
Tanque aceite hidráulico (PDG)
Cuadro eléctrico servomotor
Cuadro de control del servomotor
Cuadro control servomotor (PDG)
Mecha del timón
Volante del timón
Pala del timón
Ánodos de sacrificio (timón)

El servomotor es un mecanismo que funciona mediante un sistema hidráulico consistente en una caña de acero de doble brazo, articulada a una pieza llamada cruceta que conecta con la mecha. El movimiento de la caña se lleva a cabo a través de los cilindros accionados por bombas.



Figura 66. Cilindros



Figura 67. Bombas hidráulicas

En local del servomotor, están instalados los cilindros, cada uno es accionado por una de las bombas de la figura de la derecha. En este local está instalada la bomba eléctrica (5,5 KW) que se encargaba del accionamiento de las maquinillas de cubierta cuando se usaba el tanque de almacenamiento de aceite de cámara de máquinas. El cuadro eléctrico que controlaba este sistema se encuentra también en el local del servomotor.

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

En el puente de gobierno se ubica el tanque de aceite hidráulico que se usa para este sistema, los pilotos automáticos y el “tiler”. Este último facilita el control del movimiento del timón.



Figura 68. Vista desde el timón.



Figura 69. Seleccionador sistema de gobierno

4.8. SISTEMA DE ACHIQUE

El sistema de achique es el encargado de vaciar o llenar compartimentos o depósitos de agua, para enviarla a otra zona de la embarcación o fuera de abordó. El agua puede introducirse por cualquier causa, debe poder ser sacada y vertida al mar.

Tabla 19. Componentes del sistema de achique

Bomba de achique principal
Sensor de nivel
Bomba de achique secundaria
Sensor de nivel
Bomba de achique sentinas bodega
Selector de accionamiento bomba achique
Válvulas sistema de achique

Está compuesto por dos bombas, una de ellas principal y la otra secundaria. Ambas tienen una potencia de 1.5 KW a 1500 r.p.m. Están colocadas paralelamente en cámara de máquinas en la zona de proa. Pueden usarse simultánea o alternativamente según una válvula selectora de accionamiento. También puede usarse en los sistemas de contraincendios y baldeo, es por ello que hay instalado, en la parte superior, un grifo en el que puede conectarse una manguera.

Estas válvulas se activan mediante un interruptor situado en el cuadro eléctrico principal. Es el piano de válvulas de agua el que dirige los movimientos, está ubicado paralelamente al piano de válvulas del sistema de combustible.

Inicialmente, existían dos bombas en el lado de babor que daban servicio al sistema de contraincendios que fueron desinstaladas.



Figura 70. Bombas de achique.

4.9. SISTEMA CONTRAINCENDIOS

Un buque debe disponer de las medidas necesarias para sofocar un incendio ya que si está navegando no dispone de más ayuda que la de los equipos instalados a bordo. Es importante recalcar que un incendio es uno de los problemas más graves que se puede dar, ya que si no se controla puede tener consecuencias catastróficas.

Tabla 20. Componentes del sistema de C.I.

Bomba C.I. (1)
Bomba C.I. (2)
Alarma de encendido automático (SC)
Hidrantes
Baldes contraincendios con rabiza (3)
Extintores de polvo seco (8)
Caja de arena contraincendios
Mangueras (3)
Detectores de humo (5)
Sistema de CO ₂
Parada de combustible

El sistema contraincendios está formado por el sistema fijo de detección de incendios y el sistema fijo de extinción de incendios por CO₂ instalado en cámara de máquinas. La red de C.I distribuye agua salada a todos los espacios del buque, a la presión y caudal apropiado para actuar contra el fuego. El certificado nacional de seguridad del equipo verifica que el buque dispone de los siguientes medios:

- 8 extintores portátiles de polvo seco
- 3 mangueras con boquillas para pulverizar el agua
- 1 bomba contraincendios
- 3 baldes contraincendios con rabiza
- Caja de arena contraincendios
- Detectores de humo
- Hidrantes

Todos estos equipos y sistemas deben ser conocidos por el personal a bordo, es por ello imprescindible en todos los buques el “*safety plan*” y el “*security plan*”.



Figura 71. Extintor de polvo seco



Figura 72. Mangueras CI



Figura 73. Hidrante

Las tomas de mar son aberturas que se realizan en el casco del buque con el fin de permitir la entrada de agua. Tienen instalada una rejilla para impedir la entrada de partículas y cualquier elemento que pueda obstruir las tuberías. Deben colocarse por debajo de la línea de flotación. El número de tomas de mar debe ser igual que el número de bombas, en consecuencia, en este buque hay dos tomas de mar.

Las bombas del sistema contraincendios deben ser centrífugas, su finalidad es impulsar el agua hacia las zonas dónde se requieran. Se exige por el tipo de buque, que se instalen al menos 1 bomba, de una capacidad no menor a $25 \text{ m}^3/\text{h}$. En este buque hay instaladas 2 bombas, que son las mismas que las del sistema de achique.

Se hará una estimación del caudal de las bombas siguiendo el reglamento del SOLAS y las Sociedades de Clasificación. El diámetro de la tubería del colector principal se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$dm = 25 + 1.68 * \sqrt{L * (B + C)} = 47.46 \text{ mm} \approx 50 \text{ mm} \quad (1)$$

Donde L es la eslora entre perpendiculares en metros, B es la manga en metros, C es el puntal del buque a la cubierta de franco bordo en metros y dm es el diámetro interior de la tubería principal en milímetros.

El caudal de las bombas será tal que pueda imprimir al agua en el colector principal de sentinas, una velocidad mínima de 2.03 m/s. Lo que equivale a decir que la capacidad de la bomba será:

$$Q = \frac{5.75}{10^3} * dm^2 = 14.4 \text{ m}^3/\text{h} \quad (2)$$

Donde Q es la capacidad en metros cúbicos/hora y dm es el diámetro interior del colector principal de sentinas en milímetros.

El caudal total necesario es $28.8 \text{ m}^3/\text{h}$

Los hidrantes son puntos de la red de C.I a las que otros elementos (mangueras) se conectan y toman el agua que necesitan. Las mangueras se caracterizan por la flexibilidad y su capacidad de adaptación. Es importante un buen mantenimiento, debido a su exposición a elevadas presiones, rozamientos con superficies y a agresiones externas.

Los extintores en polvo son aparatos que contienen un agente extintor, que es proyectado y dirigido sobre un fuego por la acción de una presión interna. El buque Ciudad de Cartagena dispone de 8 extintores situados estratégicamente de manera que

cubran todos los espacios y, en especial, estarán más cerca de aquellas zonas con mayor riesgo de incendio.

El sistema fijo de extinción de incendios por CO₂ es el más usado en buques por razones económicas. Se caracteriza porque no puede descargarse automáticamente, dispone de los medios de seguridad necesarios para impedir una descarga involuntaria. En el buque está instalado en cámara de máquinas. Sus componentes son: estación de descarga del gas situada en la cubierta principal en babor, tuberías, conjunto de botellas que cubren las necesidades del volumen del espacio a proteger y un sistema de retardo y disparo.

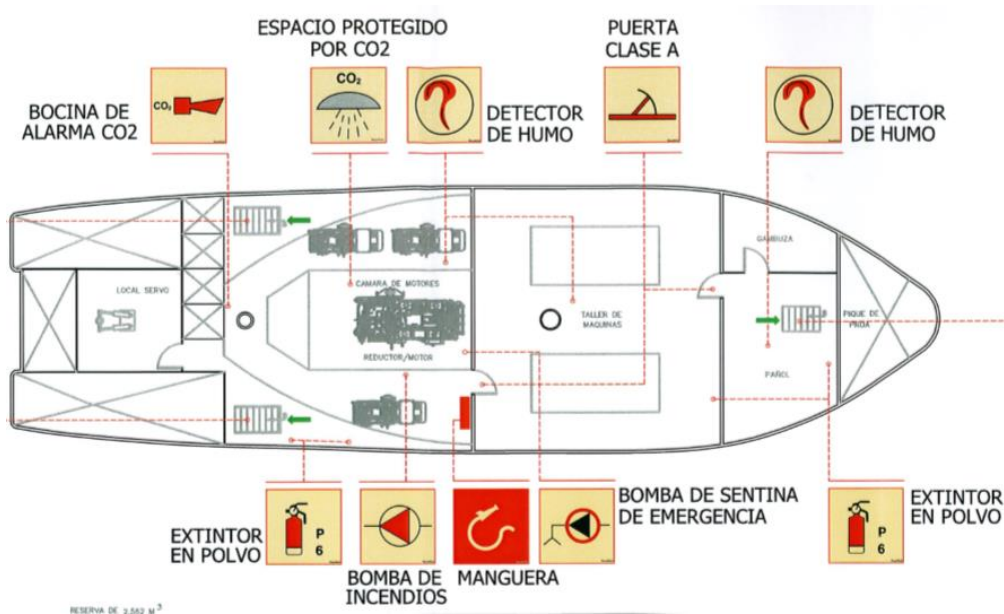


Figura 74. Disposición de los elementos del sistema de CI en CM

4.9.1. Funcionamiento del sistema C.I.

La detección del fuego se realiza por medio de 5 detectores de humo repartidos estratégicamente por el buque de manera que todas las zonas están protegidas. En el caso de que algún detector de humo se activase, saltaría la alarma correspondiente en el panel de alarmas de CI situado en el puente de gobierno. Según el tipo de incendio y la zona en dónde se desarrolle se actuará con uno u otro de los medios disponibles.

Las bombas de C.I aspiran agua salada de la toma de mar, y la impulsan hacia el colector de distribución de donde toman el agua los distintos elementos de este sistema.

Hay tres hidrantes situados en la cubierta principal, en la cubierta superior y en cámara de máquinas con sus correspondientes mangueras. De la misma manera están repartidos los extintores de polvo seco.

Respecto al sistema de C.I. por CO₂ al ser tan complejo su funcionamiento podría resumirse en lo siguiente:

Al detectarse un incendio con cualquiera de los medios posibles, salta la alarma acústica y se activa en el panel de alarmas de incendios del puente. Es entonces cuando debe activarse el sistema C.I. por CO₂ manualmente.

Primero, salta automáticamente una señal acústica de aviso, esta indica que debe abandonarse cuanto antes el espacio ya que el CO₂ resulta nocivo para los seres humanos. Esta alarma sonará el tiempo necesario y siempre con un margen de 20 segundos como mínimo antes de iniciar la descarga. También en este tiempo y tras comprobar que no hay personas en el interior, debe asegurarse la estanqueidad del espacio, es decir, puertas y conductos deben cerrarse herméticamente. También deben pararse los sistemas activos tales como ventilación y sistema de combustible.

Es entonces cuando se inicia la descarga del gas. Por un lado, se produce la apertura de las válvulas de las tuberías y por otro el de las botellas que contienen el gas.

4.9.1.1. Inspección del sistema de contraincendios CO₂

Es obligatorio realizar anualmente una comprobación y verificación del estado del sistema. Esta prueba la realiza una compañía certificadora autorizada por la administración. Los pasos que deben seguirse se resumen en:

1. Estado del sistema de CO₂.
 - 1.1. Nivel de corrosión de los contenedores de almacenaje.
 - 1.2. Comprobación del funcionamiento de la alarma sonora al abrir la puerta del compartimento de la botella.
 - 1.3. Inspección visual del estado de la botella, debería verse el número de serie y comprobarse el nivel de llenado. El nivel de líquido en el interior de la botella se mide mediante un dispositivo PLI digital.
 - 1.4. Cada 10 años la botella de CO₂ debe realizar una prueba hidráulica y cambiar el latiguillo,
2. Comprobar el funcionamiento de los 5 detectores de humo ópticos del buque.
3. En la sala de máquinas:
 - 3.1. Inspección mamparos estancos.
 - 3.2. Estado y funcionamiento de las 5 boquillas. Se comprobará la salida del chorro de CO₂ y la existencia de fugas. De esta manera se asegura la conexión con la línea principal
 - 3.3. Es obligatorio el uso de carteles informativos y de instrucciones de uso del sistema de CO₂. En caso de que no haya, la administración debe suministrarlos.
 - 3.4. Comprobación de la señal luminosa y acústica
 - 3.5. Comprobación de los sistemas de alta presión (extintores).

Tras realizar todas las inspecciones, siendo el resultado positivo. La compañía dará al responsable el certificado correspondiente.

Tabla 21. Información botella CO₂

Datos botella de CO₂	
N.º de serie	184045
Fecha última prueba hidráulica	10/11
N.º de cilindros / peso	1 / 45 kg
Vías de distribución	Cámara de máquinas.

4.10. EQUIPOS DE PUENTE.

En este apartado se listará y, posteriormente, se describirá todos los equipos instalados en el puente de gobierno. Pertenecen a este sistema aquellos equipos o instalaciones a bordo cuyo uso se destinen tanto a radiocomunicaciones como a la radionavegación marítima, así como aquellos elementos que formen parte de estos o intervengan en su funcionamiento.

Sus funciones son facilitar las comunicaciones externas entre buques, entre buques y estaciones terrestres, y permitir el acceso a la información para una navegación segura. Mientras permanezcan en el mar, todos los buques españoles mantendrán una escucha continúa en la frecuencia de socorro 156.8 MHz (canal 16 de VHF).

Según el Real Decreto 1185/2006, todos los equipos radioeléctricos que se instalen en los buques españoles, sea cual sea su clasificación, deberán ser registrados por la administración marítima y precisan de autorización previa para su instalación a bordo.

Además, los buques deberán poseer el certificado de seguridad radioeléctrica donde irán reflejados todos los datos del buque y la relación de los equipos radioeléctricos y de radionavegación instalados.

Tabla 22. Equipos del certificado de seguridad radioeléctrica.

EQUIPO	MARCA Y MODELO
RTF VHF (+LSD)	SAILOR / RT-5022
RTF VHF	SAILOR / RT-2048
RTF VHF PORT SOLAS	NAVICO / AXIS 30
RTF VHF (+LSD) SOLAS	NAVICOM /RT-450 DSC
A.I.S	KODEN KAT-100
ETB Fleetboardband NO-SOLAS	THRANE &THRANE / SAILOR FBB-150
Radio baliza (RBLs COSPAC-SARSAT)	MARTEC / KANNAD 406 AUTO GPS
Navtex	JMC NT 900 (SOLAS)
GPS NO-SOLAS	GARMIN / GPS-128
DGPS SOLAS	LEICA / MX-400
SART	JOTRON / TRON SART
Goniómetro (RE. DIREC. VHF)	TAIYO / TD-L1550A
Radar NO SOLAS	KODEN MDC-1810
Radar NO-SOLAS	KODEN MDC-1810 BB
Radar NO-SOLAS	FURUNO M-1731
Sonda NO-SOLAS	FURUNO / FCV-271
Sonda NO-SOLAS	J.M.C / V-105
RBLs Hombre al agua NO-SOLAS (5)	SEA MARSAL /PLB8 LR SOS

Además de los equipos anteriores y como equipos de ayuda a la navegación, el buque dispone de dos axiómetros, dos pilotos automáticos, un plotter y de luces de navegación.

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

Según el certificado de reconocimiento de material náutico, el buque dispone de los siguientes equipamientos, todos ellos en el puente de gobierno.

- Compás de gobierno
- Compás de popa
- 2 taxímetros
- Reloj de bitácora
- Escandallo de mano de 5 kg. Con sondaleza de 50 m.
- Compás de puntas
- Transportador
- Regla de 40 cm.
- Reglas paralelas
- Megáfono
- Prismáticos nocturnos
- Prismáticos diurnos
- Cartas náuticas, libros de faros, derroteros del I.H.M de los mares en que no navegue o extranjeros si no han sido publicadas por dicho instituto.
- Bocina de niebla a presión manual.
- Barómetro
- Campana
- Código internacional de señales
- Lámpara de señales diurnas
- Tabla de señales de salvamento

Este certificado tiene validez hasta el 19/11/2020. En él se observa que las luces supletorias son dos linternas estibadas en el puente con una duración de 6 horas, ambas deberán llevar bombillas y pilas de respeto.

4.10.1. Radio comunicaciones

Actualmente, las radiocomunicaciones desempeñan un papel importante en la mejora de la seguridad en la mar. Con la aparición de nuevas tecnologías de radio, la transmisión de información se ha simplificado y mejorado.

En este subapartado se describirán los equipos de radiocomunicaciones instalados en el buque. Según la licencia de estación de barco (LEB), el buque puede utilizar los siguientes equipos de radiocomunicaciones, distinguiendo entre transmisores y dispositivos de salvamento y otros equipos.

Tabla 23. Equipos declarados en la licencia de estación de barco (LEB)

TRANSMISORES	DISPOSITIVOS DE SALVAMENTO Y OTROS EQUIPOS
A.I.S.	SART
RTF VHF (+LSD) NO-SOLAS	RBLS COSPAS-SARSAT
RTF VHF (+LSD)	RTF VHF PORT. SOLAS
ETB FLEETBROADBAND SOLAS	

4.10.1.1. Definición de transmisor VHF

Las emisoras de radio VHF son equipos obligatorios para la navegación y deben estar homologadas por la DGMM (Dirección General de la Marina Mercante). El transmisor VHF marino es una herramienta de seguridad, que permite la comunicación directa en un radio de hasta 25/30 millas con las estaciones costeras, así como con otros barcos. Emplea una banda de ondas métricas de muy alta frecuencia comprendidas entre los 156 y 174 MHz de ahí sus siglas en inglés “*Very High Frequency*”.

El buque dispone de tres VHF fijos: uno principal que cumple con la normativa SOLAS y dos de respeto. También dispone de un VHF adicional portátil. La principal diferencia entre los transmisores VHF fijo y portátil es su alcance, teniendo los segundos un alcance bastante inferior que los primeros. Por el contrario, su ventaja es su manejabilidad, ya que podemos llevarlo en caso de abandono del barco.

La parte fundamental para el correcto funcionamiento es la antena y su posición. Es recomendable colocarla en el lugar más alto del buque pues así tendrá un alcance mayor. También debe cuidarse el cableado.

4.10.1.2. VHF SAILOR RT-2048



Figura 75. VHF SAILOR COMPACT / RT2048

El equipo RT-2048 puede ser instalado y operado como una unidad independiente, o en combinación con otros elementos del programa compact. Estos incluyen al radioteléfono Dúplex VHF, estación telefónica de costa y un codificador que asegura el secreto de comunicación completo.

Incluye 55 canales internacionales y canales VHF marinos de U.S.A. También dispone de 10 canales privados ampliables a 40. Está provisto con un canal de selección rápida, normalmente el canal 16.

Tabla 24. Datos técnicos transmisor VHF RT-2048

Marca y modelo:	SAILOR COMPACT / RT-2048
Potencia:	1 a 25 W
Bandas de frecuencias autorizadas:	154.4-159.15 MHZ (V)

4.10.1.3. RTF VHF (+LSD) PRINCIPAL



Figura 76. VHF SAILOR / RT-5022

Está instalado mediante un soporte de montaje empotrado en un panel junto con los demás equipos de navegación. El equipo VHF requiere la instalación de dos antenas, una para el receptor DSC y otra (primaria) para la comunicación RX/TX en VHF.

Tabla 25. Datos técnicos transmisor VHF SAILOR RT-5022

Marca y modelo:	SAILOR / RT-5022
Potencia:	5 W
Clase de emisión:	G3E/G2B
Bandas de frecuencias autorizadas	156-174 MHz (V)

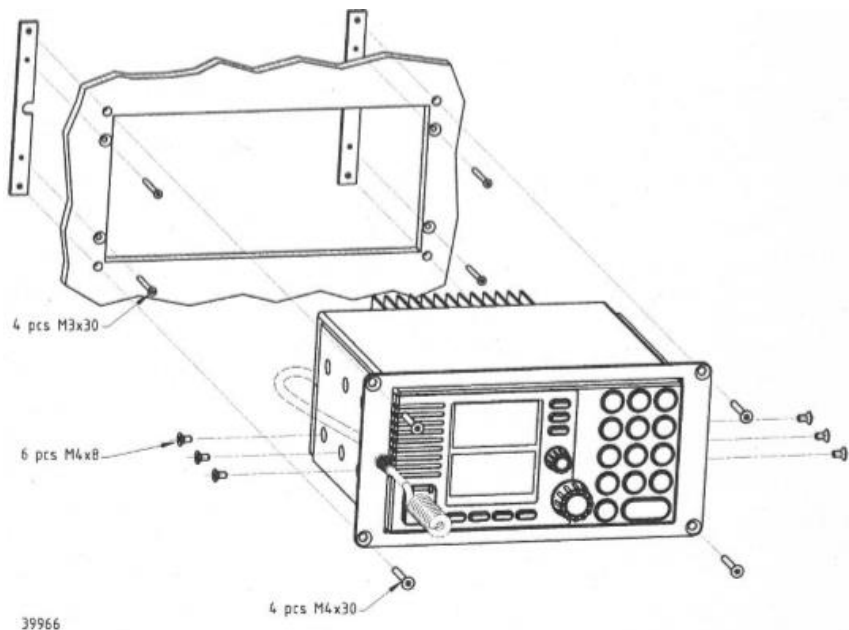


Figura 77. Esquema del montaje del buque Ciudad de Cartagena

4.10.1.4. RTF VHF (+LSD) NO-SOLAS



Figura 78. VHF NAVICOM / RT-450 DSC

NAVICOM RT-450 DSC está diseñado para la comunicación marítima, tiene un sistema integrado de DSC Clase D con el registro de mensajes. Pulsando la tecla de socorro, el sistema DSC realiza una llamada de socorro que será reconocida por todos los buques equipados con DSC VHF y las estaciones de tierra. La llamada selectiva digital indicará detalles como la hora de la llamada y la posición del buque. Cuando está conectado a un GPS, mostrará la posición (longitud y latitud) de los buques.

Tabla 26. Datos técnicos transmisor VHF NAVICOM

Marca y modelo:	NAVICOM / RT-450 DSC
Potencia:	1 a 25 W
Clase de emisión:	G3E/G2B
Bandas de frecuencias autorizadas	156-174 MHZ (V)

Entre sus características destacamos:

- 55 canales internacionales
- 10 canales programables
- Dimensiones: 70 x H x D W165 150 m

Formado por un panel base, un auricular y una estación base dónde se conectan la antena, los cables de alimentación, el GPS, etc. En el pack se incluye un conjunto de accesorios para la instalación y montaje.

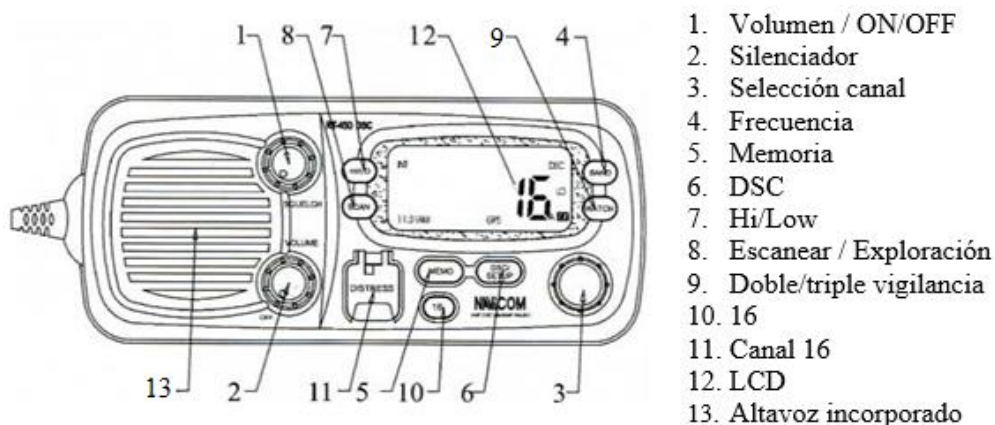


Figura 79. Función botones del panel principal

4.10.1.5. VHF PORTÁTIL (SOLAS)



Figura 80. VHF SIMRAD / AXIS 30

Tabla 27. Datos técnicos VHF SIMRAD

Marca y modelo:	SIMRAD / AXIS 30
Potencia:	0.5 W
Clase de emisión:	G3E
Bandas de frecuencias autorizadas:	156-174 MHZ (V)

Los equipos VHF portátiles dispondrán de su propio cargador de baterías y, de una batería de color naranja precintada, para ser usada únicamente en caso de emergencias y otra secundaria recargable para uso diario. La batería naranja precintada deberá tener una vida útil no superior a los cuatro años.

Irán situados en el puente de gobierno y serán fácilmente visibles. Llevarán en su exterior la fecha de caducidad de las baterías y la identificación del buque al que pertenece.

El VHF portátil sólo se usa para emergencias. Está completamente sellado y es impermeable. El AXIS 30 se puede dejar caer desde una altura de 1 metro sobre una superficie dura.

LED TX se ilumina con color verde cuando está transmitiendo. Tiene un teclado sencillo y accesible para cualquier persona.

La tecla circular central se usa para el encendido y apagado. Tiene dos teclas de selección de canal, otras dos para subir o bajar el volumen y una tecla SQ (silenciador).

4.10.1.6. Sistema AIS

AIS es el sistema de identificación automático. Este equipo emite y recibe información de los buques que se encuentran navegando y disponen de éste entre sus instalaciones. La información transmitida es el rumbo, la velocidad, el MMSI (Identidad de Servicio Móvil Marítimo), nombre del buque, dimensiones, etc.

El sistema AIS opera a través de la banda marítima VHF. La clase A sintoniza la banda entre 156.025 y 162.025 MHz. Puede conectarse a un GPS y a un plotter que le permite visualizar la posición de otros buques en una pantalla.

Este sistema es obligatorio para barcos con un arqueo bruto superior a 500 TRB, en buques en viaje internacional con un arqueo bruto superior a 300 TRB y para todos los buques de pasaje. Actualmente se está instalado en más barcos, incluido los de recreo puesto que mejora la seguridad en la mar.

El equipo AIS del barco es el transpondedor KODEN KAT-100 Clase A. Está homologado por la IMO y también cumple la norma de la directiva europea MED. Lleva construido internamente un receptor GPS de 16 canales con antena. Dispone de puerto de salida NMEA y de salida para PC.

El equipo está compuesto por el procesador, caja de conexión JB16, antena de GPS, kit de montaje empotrado, cable de datos y cable de alimentación.

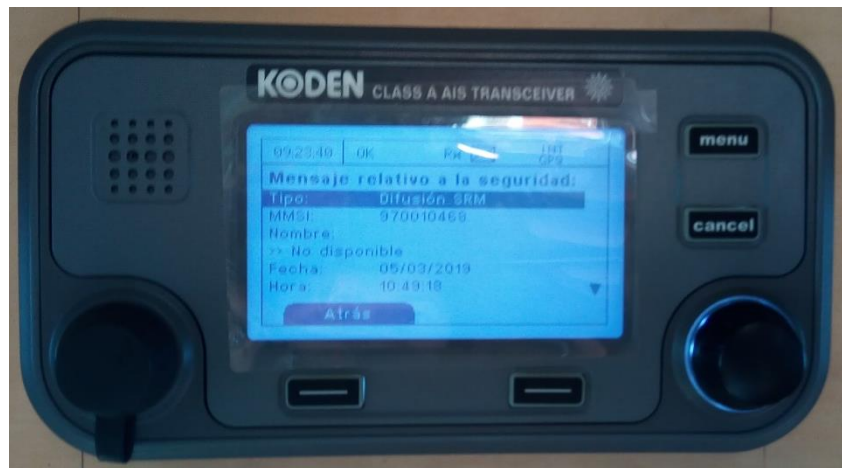


Figura 81. Koden Kat-100 Clase A.

Para obtener un funcionamiento óptimo, deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- La antena conviene instalarla en el lugar más alto posible y en la línea central del barco, libre de obstáculos. La superficie soporte deber ser plana y paralela a la línea de flotación.
- Para el procesador y unidad de operación se debe seleccionar una situación en que la pantalla pueda ser observada cómodamente y protegida de las inclemencias exteriores. Evitar los lugares con vibración y situarla lo más lejos posible de otros equipos de radio.
- El cable de conexión entre la unidad de antena y la unidad de presentación debe discurrir separado de otros cables, tales como alimentadores de antena, de energía eléctrica, etc. Estas precauciones son esenciales para evitar interferencias mutuas con otros equipos de radio instalados en el barco. Si no es posible, el cable debe ser instalado dentro de la longitud estándar.

4.10.1.7. ETB Fleetbroadband SOLAS

Es un sistema de comunicaciones vía satélite marítimo de banda ancha. El sistema completo incluye el terminal SAILOR con los periféricos conectados, una antena, el satélite y la estación de acceso al satélite (SAS). Los satélites son las conexiones entre la terminal y el SAS, que es la vía de acceso a las redes mundiales (internet, red móvil, red telefónica, etc.)

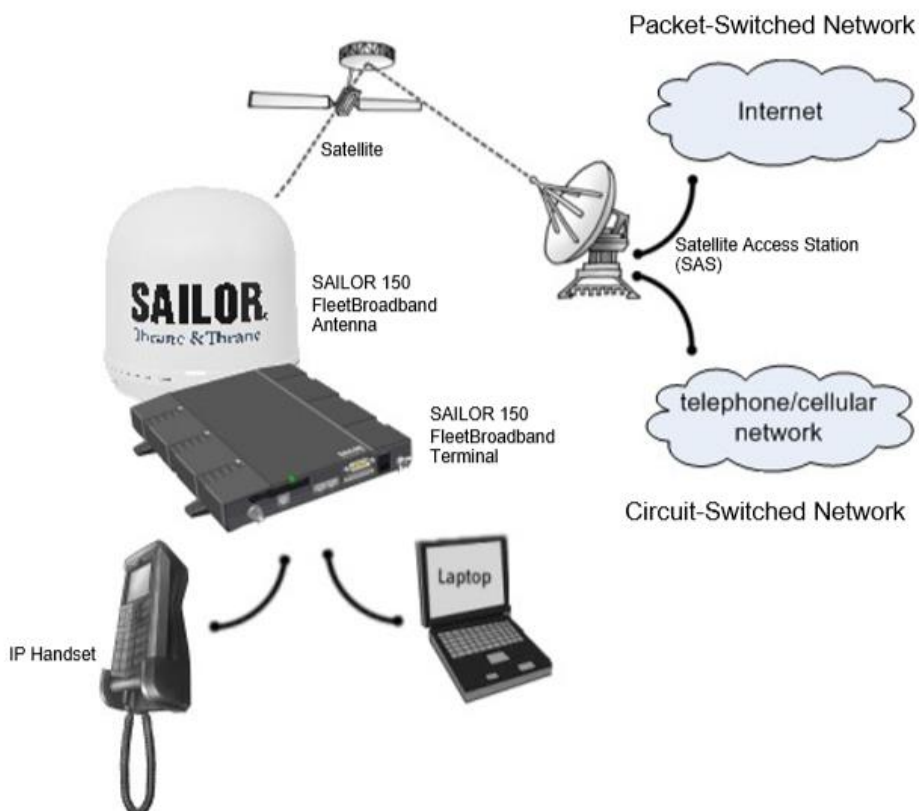


Figura 82. Componentes del sistema fleetbroadband

El equipo tiene una velocidad de acceso de 150 Kbps, tanto en subida como en bajada. Permite simultaneidad en voz, datos y SMS. Aunque está instalado en el buque, actualmente no funciona.

Tabla 28. Datos técnicos ETB Fleetbroadband

Marca y modelo:	SAILOR 150
Clase de emisión:	G1B
Bandas de frecuencias autorizadas	1525 – 1660.5 MHZ

El equipamiento incluye:

- Antena
- Unidad transceptora. Contiene todas interfaces de usuario y un indicador LED de encendido. Almacena los datos de configuración.
- Teléfono IP con soporte
- Cable de antena (10m)
- Manual de usuario e instalación

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”



Figura 83. “FleetBroadband” SAILOR 150 instalado en el puente de gobierno.



Figura 84. Antena

4.10.1.8. SART

SART proviene del inglés “*Search and Rescue Transponder*” que se traduce como “respondedor de radar”. El equipo se localiza en la banda de estribor en el interior del puente de gobierno. Puede activarse de forma manual o automática.



Figura 85. SART

Tron SART es un equipo de emergencia compuesto por el transpondedor de radar Tron SART y una cuerda de montaje para la balsa salvavidas. Tron SART cumple con las especificaciones de los transpondedores de radar de 9 GHz para su uso en operaciones de búsqueda y rescate en el mar.

Tabla 29. Datos técnicos SART

Marca y modelo:	JOTRON / TRON SART
Potencia:	400 mW
Bandas de frecuencias autorizadas:	9200-9500 MHZ

El rango de operación del SART es aproximadamente de hasta 30 millas náuticas, dependiendo de la altura de la unidad electrónica y de la altura del radar de la unidad de búsqueda y rescate. Es flotante, sin embargo, para obtener el máximo rendimiento, el transpondedor debe colocarse en posición vertical y lo más alto posible para lograr la máxima cobertura.

El propósito del SART es ejecutar una alarma secundaria cuando las unidades de búsqueda y rescate están buscando una balsa salvavidas / bote salvavidas en peligro. El SART ayudará a las unidades a identificar exactamente dónde se encuentra el barco en peligro en un área más grande. Esto se hace con la ayuda del radar del barco o helicóptero de búsqueda. Cuando el SART es detectado por una señal de radar, comenzará inmediatamente a transmitir una serie de barridos que cubren toda la banda de radar marítima de 3 cm. Estos barridos se detectan en la pantalla del radar y se utilizan para navegar directamente hacia la balsa salvavidas en peligro.

La alarma principal suele ser una radiobaliza indicadora de posición de emergencia (EPIRB), una llamada de socorro en VHF/HF - manual o a través de una llamada selectiva digital.

El SART debe activarse inmediatamente después de la puesta en marcha de la EPIRB o por instrucciones del centro de control de rescate. Las baterías del SART durarán al menos 96 horas en modo de espera después de la activación y, a continuación, un mínimo de 8 horas de funcionamiento continuo. Deben cambiarse cada cuatro años.

- Estructura. Consiste en una cámara superior y otra inferior unidas mediante una junta tórica y un anillo roscado.

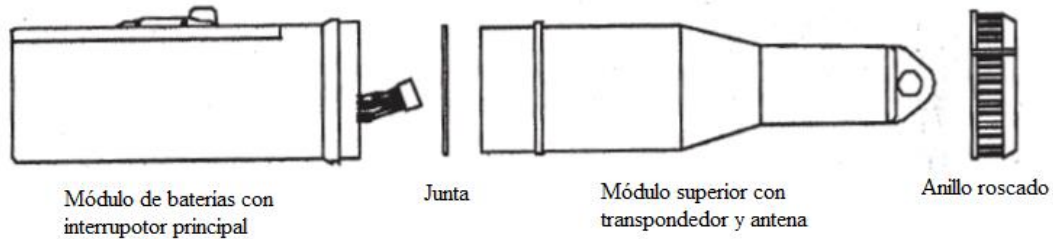


Figura 86. División del SART en sus partes principales.

- Soportes.

Con el SART se entrega un soporte de almacenamiento que se debe utilizar para almacenar el transpondedor. El soporte de almacenamiento debe montarse preferiblemente en posición vertical y en un lugar donde el SART esté fácilmente disponible en caso de emergencia.

El soporte para el exterior de botes salvavidas debe montarse verticalmente en el techo del bote salvavidas (tan alto como sea posible).

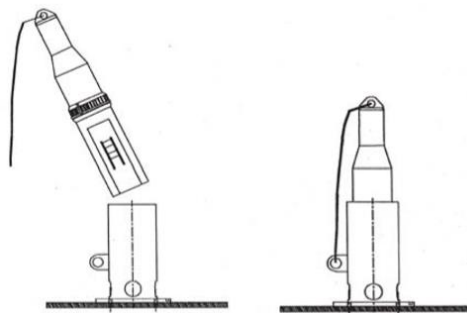


Figura 87. Soporte exterior

El soporte fijo para botes salvavidas consiste en un soporte de montaje que se fija al bote salvavidas desde el interior. Normalmente se monta una tapa ciega en el lugar donde se encuentra el soporte. Se debe retirar la tapa ciega y montar el soporte de montaje con la unidad superior SART de Tron montada.

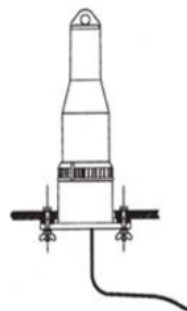


Figura 88. Soporte para balsa

4.10.1.9. Radiobaliza de localización de siniestros (EPIRB's)

La radio baliza funciona mediante el sistema global de socorro que opera en el rango de frecuencia de 406.0-401.1 MHz, denominado COSPAS-SARSAT. Este sistema está compuesto por los siguientes elementos, que transmiten la información de unas a otros:

- Balizas de socorro (EPIRBs)
- Satélites en órbita polar de 100 minutos (LEOSAR) y satélites geoestacionarios (GEOSAR)
- Terminales de usuarios locales (LUTs)
- Centros de control de misión y rescate (MCCs and RCCs)
- Servicios de búsqueda y rescate (S.A.R).

Tabla 30. Datos técnicos radiobaliza

Marca y modelo:	MARTEC / KANNAD AUTO GPS
N.º de serie	385179
N.º de homologación	65.0031
Potencia:	5 W +/- 2dB
Clases de emisión:	3K20A3X
Bandas de frecuencia:	406.028 / 121.5 MHZ

La radiobaliza debe instalarse en la misma cubierta del puente de navegación, fuera de él y cercana al mismo. La radiobaliza deberá situarse en su soporte mientras el buque se encuentre en el mar.

El sistema de liberación usado es la zafa hidrostática que activa automáticamente la radiobaliza a una profundidad comprendida entre 1 y 4 metros. En la práctica se ha comprobado la activación a una profundidad de 1.5 metros.

Tanto la batería como la zafa hidrostática deben ser cambiadas e inspeccionadas cada cierto periodo de tiempo. La próxima fecha de cambio de batería es en diciembre de 2020 y la del liberador (zafa) en noviembre de 2019.



Figura 89. Radio baliza (izquierda) / Zafa hidrostática (derecha)



Figura 90. Contenedor radio baliza.

Entre sus características destaca su autonomía de 48 horas, su flotabilidad y su estanqueidad a la inmersión.

Tabla 31. Dimensiones radio baliza.

Dimensiones baliza	Ø 140 mm / altura 380 mm (antena desplegada)
Peso baliza	1 kg
Dimensiones soporte	210 x 367 x 152 mm
Peso soporte	1,030 kg

Las radiobalizas se someterán a una prueba anual de funcionamiento por inspectores de la Capitanía marítima. La prueba consistirá en una inspección visual de todas las partes que la componen, su emplazamiento y su montaje, identificación y codificación mediante el sistema de auto chequeo, fecha de caducidad de baterías...

Cada cuatro años serán objeto de un examen y mantenimiento completos.

4.10.2. Equipos de ayuda a la navegación

4.10.2.1. Receptor NAVTEX JMC NT 900

El servicio NAVTEX internacional sirve para la coordinación de la transmisión y recepción automática de información sobre seguridad marítima mediante telegrafía de impresión directa utilizando el idioma inglés. Las frecuencias que utiliza este equipo son la frecuencia mundial 518 kHz y la 490 kHz. Tiene un alcance de 400 millas.

El equipo NAVTEX debe cumplir la normativa IMO y es un requerimiento de la GMDSS. Además, debe estar ubicado en el puente de gobierno.

La información se transmite a unas determinadas horas del día que dependerán de la NAVAREA en la que este navegando el buque. La información transmitida por las estaciones NAVTEX se envía directamente a cada barco. En el puente, el receptor de NAVTEX recibe los mensajes, selecciona los tipos de mensajes que se necesitan para el barco e imprime los mensajes seleccionados automáticamente.

Hay cuatro tipos de mensajes, representados por las letras A, B, D, L que son obligatorios, transmiten información que no puede ser ignorada.

- A. Avisos a los navegantes. Modificaciones de las cartas, boyas sueltas...
- B. Avisos meteorológicos.
- D. Avisos de búsqueda y salvamento. Información SAR (*Service and Rescue*).
- L. Avisos a los navegantes, suplementos del tipo A.



Figura 91. NAVTEX JMC

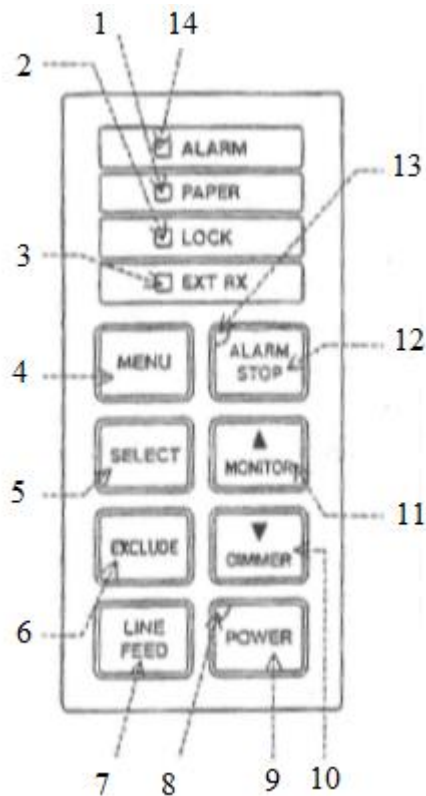


Figura 92. Teclas e indicadores

1. Indica que la impresora no tiene papel o tiene algún problema (excepto los problemas de alimentación de papel)
2. Indica que el receptor está bloqueado con la transmisión del NAVTEX
3. Indica el uso del receptor AF opcional para recibir transmisiones NAVTEX
4. Imprime opciones de menú para la operación de receptor.
5. Selecciona estaciones o tipos de mensajes a recibir
6. Selecciona estaciones o tipos de mensajes a rechazar
7. Alimentación de papel manualmente
8. Indica que el receptor está encendido
9. Enciende/ apaga el equipo
10. Controla el indicador de brillo en operación normal, o se mueve por las estaciones o los tipos de mensaje en sentido inverso (de la Z a la A) en el modo de menú.
11. Muestra la señal de recepción de modo audible en operación normal, o se desplaza por estaciones o tipos de mensaje hacia delante (de la A a la Z) estando en modo de menú.
12. Reinicia cualquier alarma activada.
13. Indica la activación de la alarma (alarma de mensaje del tipo D, alarma de impresora...)
14. Indica la recepción de los mensajes del tipo D (información SAR)

4.10.2.2. GPS

Es el acrónimo de “*Global positioning system*” que se traduce como sistema de posicionamiento global. Es un equipo que proporciona la velocidad y permite determinar la posición del buque.

El buque tiene instalados dos GPS, uno de ellos tiene mayor precisión al ser un GPS diferencial. Con el DGPS, el posicionamiento y la información obtenida por radar se pueden integrar y reflejar en una carta electrónica, formando lo que se conoce como sistema integrado de puente.



Figura 93. GPS GARMIN



Figura 94. DGPS

4.10.2.3. Radar náutico

El radar es un sistema que utiliza ondas electromagnéticas para medir y detectar distancias, altitudes, direcciones. Su funcionamiento se basa en emitir una frecuencia microondas que detecta otros barcos u objetos, contra los cuales “rebotan” y las ondas rebotadas en forma eco son recibidas por la propia antena que las emitió. De esta manera podemos conocer la posición del objeto y la distancia a la que nos encontramos de él en un monitor o pantalla.

Los componentes son: un transmisor de radio de alta frecuencia, un receptor, una antena radar y un monitor. Las instalaciones de radar deben ser aptas para funcionar en la banda de frecuencias de 9 GHz. Deben instalarse de manera que no sean afectadas por vibraciones, humedad o cambios de temperatura.

El buque dispone de dos equipos radar, uno de ellos es un radar semi ARPA (radar de punteo automático). Este se caracteriza por que en la pantalla aparecen tanto los movimientos propios como de otros buques. Trabaja en banda S o X, puede hacerse demoras con él y puede ser utiliza en operaciones SAR.

La banda S trabaja de 2 a 4 GHz, no se ve tan afectada por las condiciones meteorológicas, ruidos, sombras... Por su parte, la banda X trabaja de 8 a 12 GHz y se ve más afectado por las condiciones meteorológicas, pero su definición es mejor.



Figura 95. Panel de control KODEN MDC



Figura 96. Panel de control del radar FURUNO M-1731

4.10.2.4. Sonda

Equipo cuya función es indicar la distancia vertical desde un punto determinado del buque y el fondo marino durante la navegación. El buque dispone de dos sondas, una de respeto de la otra.

- SONDA J.M.C V-105



Figura 97. Panel de control Sonda JMC

- Video sonda FURUNO. Modelo FCV-271.

Está formado por las siguientes unidades:

- Equipo NAV Loran LC-90
- Cable NMEA
- Rectificador RU-3423
- Sensor de temperatura/avance (opcional)
- Sensor de temperatura (opcional)



Figura 98. Panel de control de la sonda FURUNO

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

Para la instalación del equipo se realizarán cuatro agujeros de 12 mm de diámetro para fijar el equipo en el lugar deseado. Se fijará el soporte mediante tornillos. Por último, se colocará el monitor sobre el soporte.

De la ubicación del transductor depende el rendimiento de la video sonda, de aquí su importancia. Se evitará en la medida de lo posible que el lugar este afectado por burbujas de aire y por el ruido de los motores.

El diagrama de cableado es:

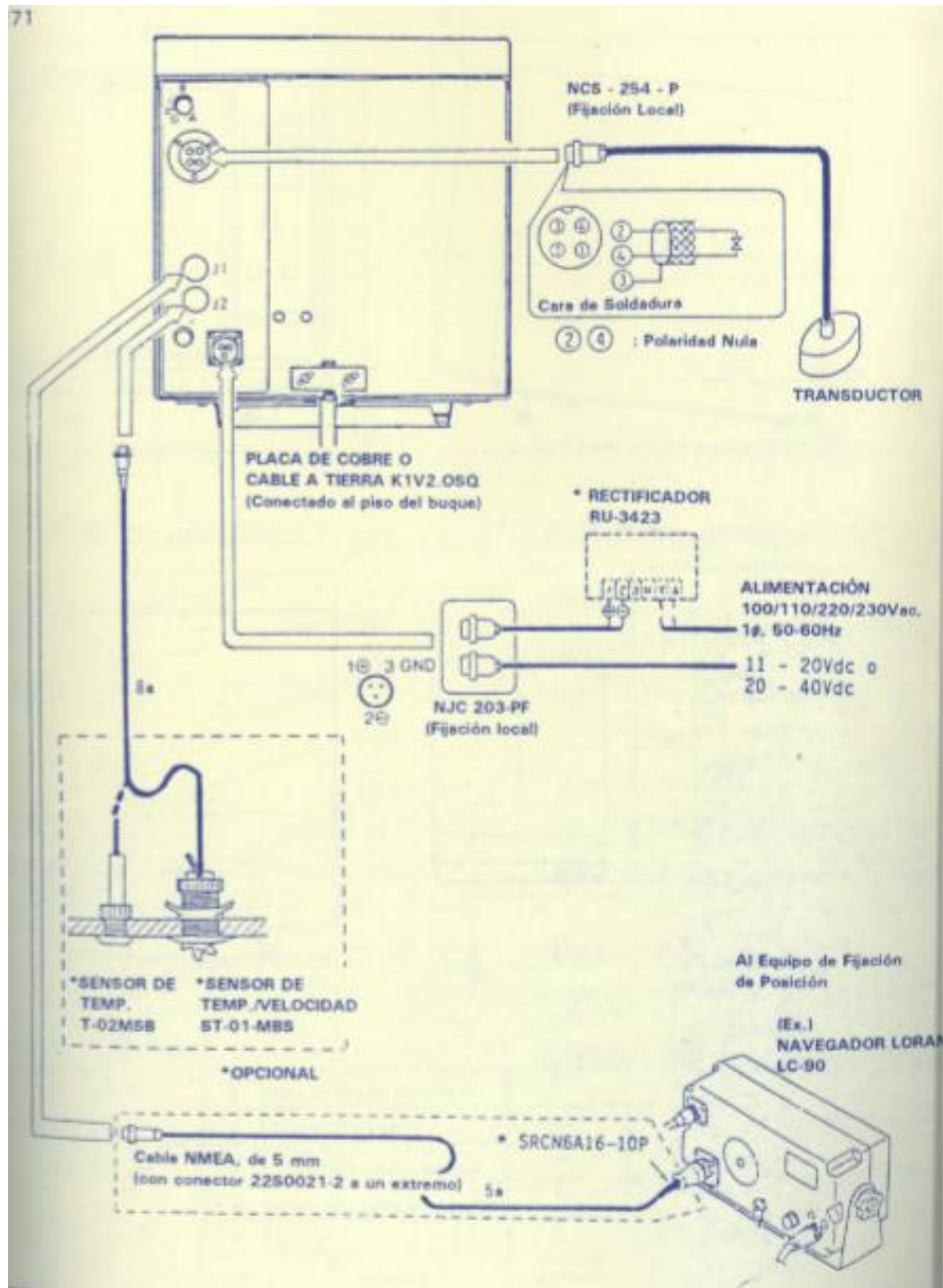


Figura 99. Esquema conexión sonda.

4.10.2.5. Piloto automático

Equipo cuya función es mantener el rumbo, previamente establecido, sin ningún tipo de intervención humana. Está controlado por un circuito electrónico que funciona de acuerdo con la información de sensores de entrada o un GPS.

El piloto automático es muy útil para la navegación, pero no puede reemplazar en ninguna circunstancia al hombre. Se recomienda no usarlo en zonas con mucho tráfico o con poca profundidad, zonas con poca visibilidad o con mala mar y zonas donde esté prohibido su uso.

- Autopiloto SIMRAD AP35

Componentes básicos del sistema:

- Unidad de control AP35 con accesorios. Es un panel de control compacto para montaje en mamparo o en panel. Tiene una gran pantalla LCD para lectura de datos del piloto y selector de un rumbo giratorio. Posee dos conectores “Robnet” para la interconexión y expansión del sistema.



Figura 100. Unidad de control AP35

- Sensor de rumbo. Puede usarse diferentes combinaciones de sensores.
- Unidad de respuesta de timón con varilla de transmisión
- Caja de conexiones. Contiene el ordenador de gobierno, los circuitos de interconexión para todos los componentes del sistema y circuitos para la unidad de potencia.
- Unidad de potencia. El sistema básico puede expandirse con unidades de control remoto, remoto manual y palanca de gobierno.

El sistema incluye varios módulos que deben ser montados en distintas partes del barco, y que también necesitan estar conectados con al menos tres sistemas diferentes del mismo.

- El sistema de gobierno del barco
- El sistema eléctrico del barco
- Otros equipos de a bordo (interfaz NMEA)

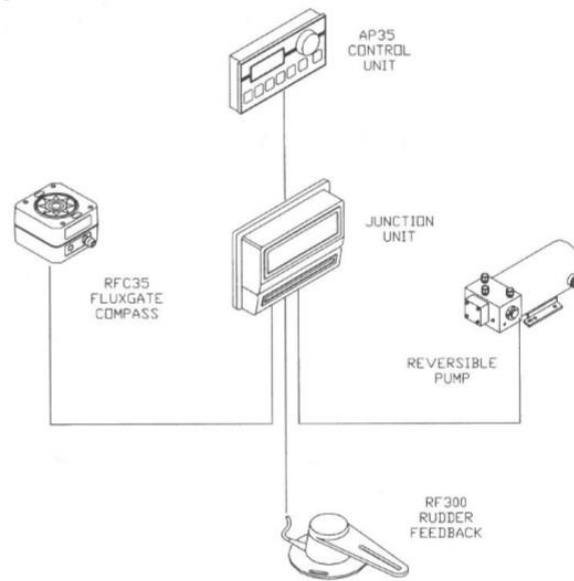


Figura 101. Sistema básico AP35

- Autopiloto NAVITRON NT-921



Figura 102. Panel de control NAVITRON NT-921

El equipo está formado por:

- Unidad de control NT-9210. Contiene todos los circuitos electrónicos e inteligentes de sistema y es el principal elemento desde el punto de vista del operador.
- Bobina sensora de compás. Se compone de dos bloques de bobinas que se encuentran instaladas sobre o bajo un compás magnético de navegación, produce en conjunción con los flujos magnéticos del compás, una señal electrónica de referencia.
- Unidad de referencia de timón. Esta unidad está compuesta por un potenciómetro conductivo de plástico y dos interruptores límites de carrera, con sus correspondientes separadores de ajuste. El potenciómetro mide continuamente las señales precisas del ángulo de posición y la velocidad del timón, enviando sus datos a la unidad de control, junto con las señales.

4.10.2.6. Radiogoniómetro

Sistema electrónico capaz de detectar señales de radio y determinar su procedencia. Es un sistema previo al GPS, con el paso del tiempo ha ido modernizándose y mejorando su funcionamiento.

Su función inicial era detectar las boyas utilizada en la pesca, las nasas... Actualmente es parte del sistema de hombre al agua. Localiza los chalecos de maniobra que tienen asignados el canal 99. Según la proximidad emitirá una señal sonora en el puente de mayor o menor intensidad.

Está compuesto por un equipo como el de la fotografía posterior y una antena. El diseño de la antena es muy importante, antenas tipo cuadrado o tipo circular reciben mejor las señales. También una correcta orientación facilita el trabajo del sistema.

El equipo tiene canales internacionales preseleccionados, como: “*U.S. Weather Channels*”, “*Scandinavian Fishing VHF Channels*” y la frecuencia 124.5 MHz de socorro.

Lista de componentes:

- Unidad principal
- Antena EA-351A
- Altavoz
- Cable de la antena
- Cable de corriente
- Manual de construcción
- Piezas de repuesto



Figura 103. Radiogoniómetro TD-L1550A

4.10.2.7. Plotter

Equipo que contiene el software de las cartas náuticas electrónicas que complementan en la navegación actual a las cartas náuticas de papel. No obstante, sigue siendo obligatoria su presencia en el buque por el posible fallo de los equipos del puente o por el fallo eléctrico del buque.

El buque utiliza el software *OpenCPN 4.8.2*. Está conectado a la sonda y al GPS. En la pantalla aparece la posición del buque sobre la cartografía digital, peligros para la navegación, profundidad de los veriles. También, es útil para conocer las distancias entre puertos y visualizar la ruta a seguir, facilitando la navegación al no tener que usar las antiguas cartas náuticas.

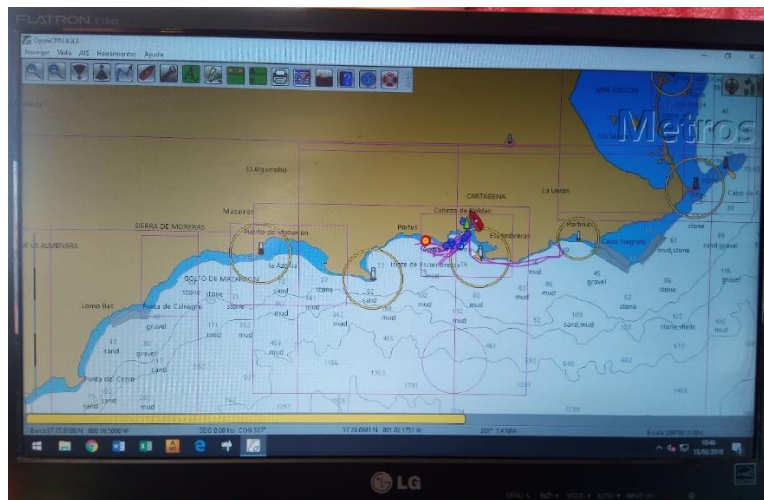


Figura 104. Cartas de la costa de Murcia.

4.10.2.8. Axiómetro

Instrumento de navegación marítima, situado en el puente de gobierno, junto al timón, que indica los grados de la pala del timón con respecto de la quilla. Está compuesto por un círculo graduado, en cuyo centro hay una manecilla giratoria que, engrana con el eje de la rueda del timón, da a conocer la dirección que este tiene.

La utilización del axiómetro garantiza una estabilidad en las embarcaciones durante la trayectoria de estas, en especial, en largas travesías, acoplado al piloto automático y al resto de los instrumentos ubicados en el puente de mando.



Figura 105. Axiómetros

4.10.2.9. Luces de navegación

Sistema imprescindible y obligatorio para la seguridad en la navegación. Permiten detectar la presencia de otras embarcaciones, así como de cualquier obstáculo en el mar y ser detectados por otros.

El número de luces, la disposición y los colores están fijados por el reglamento internacional para prevenir abordajes en la mar y por el SEVIMAR según el tipo de embarcación. Actualmente el buque “Ciudad de Cartagena” tiene instaladas las siguientes luces:

Tabla 32. Luces de navegación

Nombre	Color	Amplitud
Remolque popa	Amarilla	135°
Alcance	Blanca	135°
Alcance de respeto	Blanca	135°
Luz de fondeo	Blanca	360°
Pesquero de arrastre	Verde	360°
Buque sin gobierno proa	Roja	360°
Tope de proa	Blanca	225°
Tope de proa de respeto	Blanca	225°
Pesquero de arrastre proa	Blanca	360°
Buque sin gobierno	Roja	360°
Remolque de proa	Blanca	225°
Costado babor	Roja	112.5°
Costado de babor de respeto	Roja	112.5°
Costado de estribor	Verde	112.5°
Costado de estribor de respeto	Verde	112.5°



Figura 106. Cuadro de luces de navegación.

4.11. SISTEMA DE AGUA DULCE, AGUAS GRISES Y NEGRAS

En el estado actual del buque es probable que sea el sistema más descuidado de todos los mencionados en este proyecto. Al no ser un buque en el que se “haga vida” con el paso del tiempo se han ido disminuyendo las labores de mantenimiento hasta resultar nulas.

Compuesto por tres tanques de almacenamiento de agua dulce y uno de aguas grises y negras, cada uno de ellos con sus correspondientes válvulas, tuberías y filtros. Además, cuentan con tomas en cubierta para su llenado/vaciado y una bomba para impulsar los fluidos.



Figura 107. Bombas agua dulce / agua salada

También hay instalada en cámara de máquinas una planta de ósmosis.



Figura 108. Cuadro de control de la planta de ósmosis.

4.12. SISTEMA DE ABANDONO DEL BUQUE

Este sistema está formado por el conjunto de equipos obligatorios en caso de emergencia o abandono del buque. Los dispositivos instalados están previstos para un máximo de 24 personas. El sistema de abandono del buque cumple con el reglamento SOLAS, CAPÍTULO III, titulado dispositivos y medios de salvamento.

Con relación a las comunicaciones, el buque está provisto de dispositivos radioeléctricos portátiles para la embarcación de supervivencia, que son el SART y la radiobaliza. A estos se le suma el VHF portátil que debe llevarse en caso de abandono del buque.

También dispone de un sistema de alarma general de emergencia que se utilizará para convocar a pasajeros y tripulantes. Este sistema se completa con un sistema de megáfonos.

Con relación a las embarcaciones de supervivencia, el buque posee dos balsas salvavidas con capacidad de 12 personas por balsa. Están estibadas a ambas bandas sobre la cubierta del puente de gobierno. Están protegidas en el interior de un contenedor cilíndrico rígido. El dispositivo de hinchado es automático mediante botellas cilíndricas que contiene una mezcla de CO₂ (8.55 kg) y N₂ (0.150 kg), la normativa fija el tiempo de hinchado en un minuto.

Tabla 33. Características balsas.

Tipo	Survitec Zodiac TO
N.º de serie	XDC8EP56D808
Material de fabricación	Poliuretano
Capacidad	12 personas
Máxima altura de estiba	18 m



Figura 109. Contenedor balsas salvavidas

El pack de emergencia es del tipo solas B, que no incluye agua ni comida. Una balsa suele contener mantas térmicas, cuchillo, botiquín, cohetes, bengalas, bolsas para mareo...



Figura 110. Señales fumígenas.

Para su uso puede liberarse manualmente o mediante el uso de una zafa hidrostática. En el primer caso, antes debe amarrarse la boza al buque. Una vez está la balsa en el agua, se realiza un tirón enérgico de la boza. Cuando el cilindro está perforado, la balsa se hincha automáticamente.

En el caso de hundimiento del buque, la zafa hidrostática al llegar una profundidad determinada se activa automáticamente, cortando y liberando las balsas salvavidas.

Los dispositivos individuales de salvamento que posee el buque son:

- Cuatro aros salvavidas, dos de los cuales están provistos de luz de encendido automático y rabiza de 27.5 metros de longitud. Estarán distribuidos en ambas bandas del buque y estibados de modo que sea posible soltarlos rápidamente.



Figura 111. Aro salvavidas

- 24 chalecos salvavidas. Esta cantidad se corresponde al número máximo de personas permitido cuando el buque se encuentra navegando. Irán provistos de un pito y artefacto luminoso que cumpla con las condiciones del SOLAS. Están estibados en la cubierta superior, en un compartimento a popa del puente de gobierno.

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”



Figura 112. Compartimentos chalecos salvavidas

- Cinco chalecos de maniobra. Usado en la maniobra de hombre al agua. Al entrar en contacto con el agua, la pastilla de magnesio del dispositivo se derrite, lo que provoca la rotura del cilindro permitiendo que el chaleco se hinche. Posee un botón que emite una señal de radio que es detectada por el goniómetro. En la imagen posterior se puede observar la batería del dispositivo y el cilindro.



Figura 113. Chaleco de maniobra (izquierda) / Batería y cilindro para el hinchado (derecha)

- Cinco trajes de inmersión. Estos trajes son usados, si y solo si, se debe abandonar el buque. La tripulación los usa para resguardarse de las condiciones meteorológicas. Normalmente los tripulantes son las últimas personas en embarcar en las balsas/botes salvavidas y se ponen el traje por si caen al agua.

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

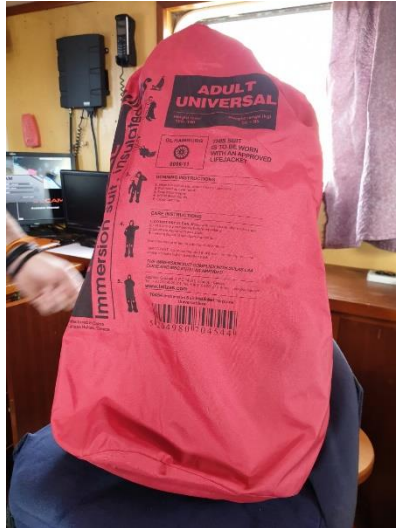


Figura 114. Bolsa almacenamiento traje de inmersión

En resumen y según el certificado nacional de seguridad del equipo, el buque posee los siguientes dispositivos:

- Dos balsas salvavidas para las que no se necesitan dispositivos aprobados de arriado, con capacidad para acomodar a 24 personas en total.
- Cuatro aros salvavidas, dos de los cuales están provistos de luz de encendido automático y rabiza de 27.5 metros de longitud
- 24 chalecos salvavidas
- 5 chalecos de maniobra
- Tres bengalas
- 1 hacha de bombero
- Tres cohetes
- Dos luces de encendido automático.
- Señales fumígenas
- Remos

4.13. EQUIPOS DE CUBIERTA

El buque dispone de dos maquinillas, una de ellas en la cubierta superior y la otra en la cubierta principal. Esta última no está operativa y existen planes para desecharla.



Figura 115. Maquinilla ubicada en la cubierta principal

En proa hay dos bitas y dos guías-cabos que junto con las estachas sirven para el amarre del buque a puerto. También están las salidas del pique de proa y el tronco de escape.



Figura 116. Guías-cabos.



Figura 117. Bita de proa



Figura 118. Tronco de salida de emergencia.

4.14. HABILITACIÓN

En la cubierta principal del buque están dispuestos: la cocina, el aseo, el pañol y un camarote. El otro camarote se encuentra bajo esta cubierta. El espacio con más equipos es la cocina. Dispone de un microondas y de una placa de cocina. Los camarotes se usan como pañol.



Figura 119. Camarote de la cubierta principal.



Figura 120. Pañol

4.15. SISTEMAS DE SEGURIDAD.

Son sistemas fundamentales para la seguridad en la navegación, sin algunos de ellos el buque no dispondría de los permisos necesarios para navegar. Son el botiquín, la señalización, el sistema contraincendios y las radiocomunicaciones.

El sistema de contraincendios y las radiocomunicaciones son tan importantes en la seguridad del buque que ya se ha tratado anteriormente en apartados diferentes.

4.15.1. Botiquín

Es obligatorio llevar un botiquín equipado con los medicamentos y materiales médicos adecuado al tipo de buque y la navegación. En el Ciudad de Cartagena, el botiquín es de tipo C, puesto que sólo se puede navegar hasta 10 millas náuticas de la costa. Este debe ser aprobado por la autoridad competente cada año. El botiquín se encuentra en el interior de un compartimento del puente de gobierno.

En resumen, los medicamentos obligatorios y el material médico necesario son:

Tabla 34. Medicamentos obligatorios. Botiquín clase C

PRINCIPIO ACTIVO	PRESENTACION	CANTIDAD EXIGIDA
Epinefrina	1 mg jeringa preparada 1 ml	1 caja
Diclofenaco sódico	1% gel tópico 60g.	1 envase
Nitroglicerina	30 Comp. de 0,8 mg	1 caja
Algeldrato+hidroxido de magnesio	40 Comp. 600/300mg	1 caja
Metoclopramida	30Comp 10 mg	1 caja
Loperamida	20 capsulas 2mg	1 caja
Paracetamol	20 Comp. 500mg	1 caja
Piketoprofeno	2% Aerosol 100ml	1 envase
Metamizol	575 mg 10 capsulas	1 caja
Dimenhidrinato	12 Comp. 50 mg	1 envase
Metilprednisolona	3. Ampollas 40 mg	1 caja
Povidona	10% Solución dérmica 125 ml	1 envase
Clorhexidina	Solución tópica 1%. Frasco 25ml	1 envase
Alcohol de 70%	Solución 150 ml	1 envase
Coticoide+otros	Gel de 30 gr	1 envase
Solucion antiséptica para higiene de manos	Sobres o frascos 50 ml	1 envase

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

Tabla 35. Material médico. Botiquín tipo clase C

MATERIAL MEDICO	CANTIDAD EXIGIDA
Gelatina hemostática esponja 200x70x 0,5 mm	1 unidad
Canula para reanimación boca a boca. tubo de guedel num 3/4	2 unidades
Vendas elásticas adhesivas 7,5 cm. Ancho	1 unidad
Vendas elásticas 7 x 4cm	2 unidades
Compresas de gasa estériles de 20 x 20 cm caja con 25 unidades	1 unidad
Esparrapado hipoalergénico de 5 cm x 10 m	1 unidad
Guantes de látex	4 pares
Apósitos autoadhesivos estériles de 8 x 10 cm. caja con 5 unid	1 caja
Apósitos compresivos estériles de 5 x 5 cm caja con 3 unid	1 caja
Apósitos adhesivos plásticos rollo de 6 cm x 1 m	1 unidad
Suturas adhesivas. paquete de 6x 102 mm	1 paquete
Gasas grasas de 7 x 9 cm caja 20 sobres	1 caja
Tijera recta aguda de 15 cm	1 unidad
Pinzas de disección rectas sin dientes de 13 cm	1 unidad
Guía sanitaria a bordo	1 ejemplar
Jeringas desechables con aguja, 5cc (im)	4 unidades
Férulas de aluminio maleable para dedos 2x 50 cm	2 tiras
Collar cervical para inmovilización. Talla grande. Rígido o semi.	1 unidad
Manta para quemados y supervivientes termo-aislante	1 unidad.
Cabestrillo o venda triangular	1 unidad

4.15.2. Señalización y comunicaciones internas

La señalización utiliza un conjunto de estímulos, normalmente visuales, para informar acerca de objetos o situaciones que impliquen riesgo para la tripulación pasaje o sobre equipos y dispositivos importantes, como puede ser un extintor de incendios. Normalmente estos estímulos son establecidos por la OMI. Muchos de estos vienen incluidos en el “*fire plan*” y “*safety plan*”.

Todos los buques, deben tener un cuadro de obligaciones e instrucciones para casos de emergencia en lugares visibles en todo el buque. Tanto la tripulación como los pasajeros deberán ser informados e instruidos de las actuaciones a seguir en caso de emergencia.

También debe asegurarse que habrá a bordo un número suficiente de personas con la formación necesaria para reunir y ayudar a las personas que no hayan recibido formación. Del mismo modo, se asegurará un número suficiente de tripulantes para manejar las embarcaciones de supervivencia y los medios de puesta a flote.

Para la comunicación interna del buque hay un conjunto de altavoces que comunican el puente de gobierno con el parque de pesca, camarotes y la cámara de máquinas. Además, los tripulantes usan *walkie-talkie*. También disponen de un conjunto de cámaras que les permite saber que pasa en todo momento y con las alarmas pueden prevenir o avisar del peligro.



Figura 121. Equipo para comunicaciones internas.



Figura 122. Walkie-talkie

4.16. INSTALACIÓN FRIGORÍFICA Y DE CONGELACIÓN

Este sistema se instaló tras la reforma de 2005 al cambiar el arte de pesca del buque pasando de arrastrero a la pesca con nasas. Dado que las navegaciones serían más largas, el buque debía adaptar sus equipos para el mantenimiento de la carga. Los principales cambios que se dieron fueron:

- Instalación de túneles de congelación y una cámara de conservación, generador eléctrico y cuadro.
- Instalación de maquinillas para las nasas, desmontaje de maquinillas anteriores y pórtico de popa.
- Cerrar ventanas en cubierta e instalación de mesa de trabajo.
- Instalación en el puente del radar KODEM, piloto automático, ordenador con plotter y GPS.

Los túneles de congelación y la cámara de compresores se instalaron en la cubierta principal, mientras que las bodegas se instalaron bajo el puente de trabajo.

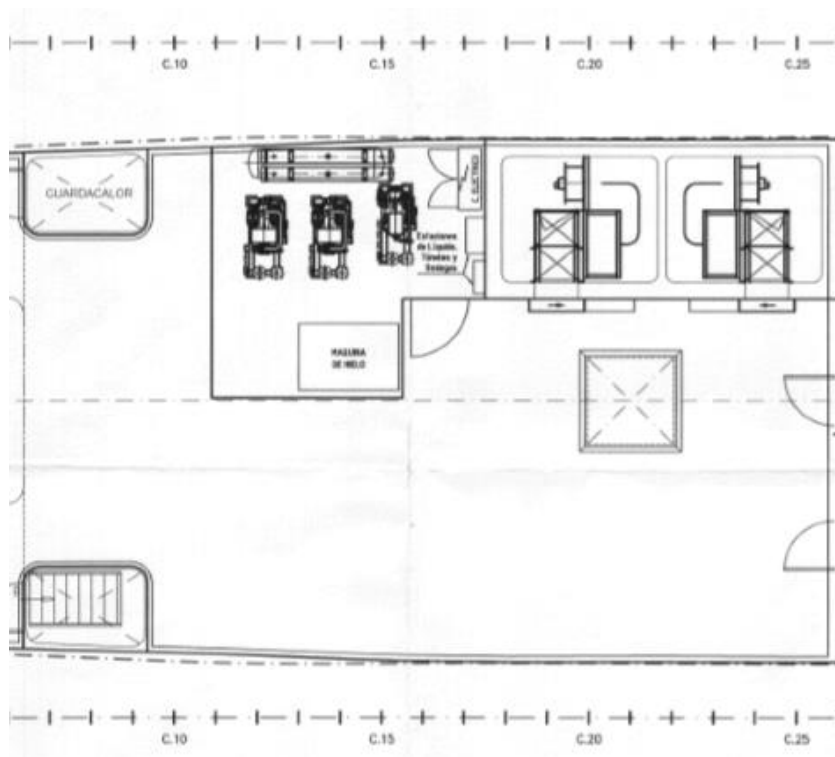


Figura 123. Plano detalle de la cubierta superior.

Como aparejos de pesca, el buque llevaba 900 nasas de plástico de 1.5 kg cada una, estibadas sobre la cubierta de la toldilla. La pesca era preparada en cajas para su congelación en los túneles y, posteriormente, era estibada en las correspondientes bodegas.

4.16.1. Instalación de congelación.

La instalación de congelación consta de un circuito de congelación con capacidad para congelar 1500 kg/día en los 2 túneles. El sistema usado es de expansión directa con compresor semi hermético de dos etapas. El refrigerante usado es el R-4040A. El control de los túneles se realiza manualmente.

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

Cada uno de los túneles tiene una capacidad de 13 baldas en las que se pueden alojar 3 cajas, lo que hacen un total de 78 cajas que permanecerán periodos de 7 horas para su congelación. Se utilizarán cajas de medidas estándar de dimensiones: 400 mm de largo, 250 mm de ancho y 65 mm de alto. El factor de estiba es de 7090 cajas.

El circuito de congelación consta de los siguientes elementos:

- Dos compresores BITZER modelo S4G-12.2Y con una potencia de 8.49 KW. Darán servicio a los túneles de congelación. El compresor se suministra con todos los elementos necesario, incluida bancadas y conexiones para la aspiración y descarga.



Figura 124. Cámara de compresores

- Dos unidades enfriadoras de aire, una para cada túnel de congelación. Los tubos son de acero. Las aletas planas y fijas



Figura 125. Túnel de congelación

- 4 electro ventiladores. Repartidos en los dos túneles de congelación, con una potencia de 1.6 KW



Figura 126. Ventiladores eléctricos

- 2 estaciones de válvulas que controlan la entrada y salida de refrigerante. Estas estaciones están compuestas por válvulas de solenoide, válvulas de paso, válvulas termostáticas, válvulas sobrepresión, filtros y un sistema de control

4.16.2. Instalación frigorífica.

La instalación frigorífica está formada por dos compartimentos, el circuito de conservación debe garantizar las temperaturas de ambos.

- Mantener a -20°C una bodega de 45m^3 de volumen.
- Mantener a 0°C una bodega de 25m^3 de volumen.

EL sistema utilizado es de expansión directa con un compresor semi hermético de dos etapas. El refrigerante usado es el R-4044A. El control en ambas bodegas es automático. El circuito de congelación consta de los siguientes elementos:

- 1 compresor BITZER modelo S4T-5.2Y con una potencia de 4.74 KW. Al igual que el anterior se suministra con todos los elementos necesarios.
- Serpentes instalados en las bodegas. Los tubos son de acero.



Figura 127. Serpentes

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

- 2 estaciones de válvulas (común en ambos circuitos).
- 2 condensadores horizontales cerrados y enfriados por agua de mar.
- 2 electrobombas centrífugas que dan servicio a los condensadores anteriores.
- Recipiente de líquidos.



Figura 128. Cilindros para refrigerante.

- Cuadro eléctrico. Controla los equipos mencionados, se alimenta del cuadro principal del buque.



Figura 129. Cuadro eléctrico sistema frigorífico y de congelación.

- Aislamientos en los túneles de congelación y en las bodegas.

4.17. SISTEMA DE FONDEO

Es el sistema encargado de la maniobra por la que el buque, haciendo uso de los elementos de fondeo, puede mantenerse en una posición relativamente estática respecto al fondo sin necesidad de utilizar los equipos de propulsión o de gobierno.

Actualmente, el buque ciudad de Cartagena no dispone de un sistema de fondeo entre sus instalaciones. El proceso que se realiza usa la maquinilla eléctrica de la cubierta superior y los cabos para el fondeo del ancla, que se encuentra estiba en la zona de popa.

Según la normativa, los equipos y elementos estructurales imprescindibles para el fondeo son:

- Anclas. Dispositivo fabricado de hierro o acero que permite fondear al buque.
- Cadenas. Existen dos tipos de cadenas, las simples y las compuestas. El eslabón clásico de una cadena siempre es de forma trocoidal, mientras que el de una cadena compuesta consta de una unión suplementaria en medio de cada eslabón.
- Molinete. Dispositivo para arriar y levar las anclas.
- Escoben. Conductos circulares o elípticos que comunican la cubierta con la amura de un buque permitiendo el paso de las cadenas de las anclas y el alojamiento de la caña del ancla sin cepo.
- Estopor. Es un artefacto de hierro o acero colocado entre el molinete y el escoben. Su función es sujetar la cadena del ancla aminorando la tensión en el molinete. El estopor retiene a la cadena tanto en navegación como en fondeo.
- Caja de cadenas. Compartimento donde se estiban las cadenas.

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA



5. ANÁLISIS DE CRITICIDAD

5.1. INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS DE CRITICIDAD.

Un estudio o análisis de criticidad consiste en generar una lista de todos los elementos del objeto a estudio y cuantificar el impacto que tendría el fallo o avería de cada uno de ellos en el conjunto global de acuerdo a varios criterios escogidos previamente. Normalmente los criterios que se toman están relacionados con la seguridad personal, la frecuencia de fallos, los daños a las instalaciones, la productividad, los costes de operaciones y mantenimiento, los impactos en el medio ambiente...

Tras elaborar el listado, se debe definir los criterios a utilizar y dar un porcentaje. Estos criterios variarán según el sector en el que se trabaje, también dependerá de los objetivos que se quieran lograr.

Aplicado a este proyecto, el objetivo es estudiar cómo afectaría el fallo de los equipos al conjunto del buque y, a partir de los resultados, crear un plan de mantenimiento de acuerdo a las necesidades de cada equipo. Según el grado de impacto en el fallo global se escogerá uno u otro tipo de mantenimiento.

5.2. DEFINICIÓN DE LOS CRITERIOS

El listado de equipos del buque Ciudad de Cartagena se evalúa con respecto de los criterios escogidos, aplicando una puntuación en un intervalo del 0 al 5. Los criterios utilizados para este proyecto se han ponderado de acuerdo al impacto global que se cree que tendría de acuerdo con el tipo de buque y su actividad.

1. Disponibilidad (40%)
2. Seguridad (40%)
3. Costes de activos (20%)

- **Disponibilidad.**

La disponibilidad es el estado del buque en el cuál no está en condiciones de operar, es decir, no puede realizar sus actividades normales. Los fallos en sistemas o equipos impiden que el buque pueda navegar por un período de tiempo menor o mayor según la gravedad de la avería.

La disponibilidad es imprescindible en todos los buques cualquiera que sea su actividad. El lucro de la empresa o del propietario del buque, dependerá directamente de que el buque esté o no disponible para su explotación.

- **Seguridad.**

El termino seguridad hace referencia a la seguridad del buque y a la seguridad del medio en el que se desplaza, el medio marino. El objetivo es evitar accidentes en el mar, en protección de la vida humana y del medio ambiente.

Por tanto, engloba los siguientes aspectos: seguridad en la navegación, seguridad de la tripulación y el pasaje y seguridad medioambiental. Este criterio se valorará en función de la gravedad producida por la combinación de los tres ámbitos.

- **Costes de activos**

“Costes de activos” es el criterio con menor impacto en el estudio. Reflejan el precio aproximado de las labores correctivas de reparación de equipos.

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

A continuación, se representa en una tabla los distintos índices de criticidad, con los rangos de evaluación correspondientes.

Tabla 36. Parámetros de criticidad

	INDISPONIBILIDAD C1 – 40%	SEGURIDAD C2 – 40%	COSTES DE ACTIVOS C3 – 20%
5	Indisponibilidad por un periodo superior a dos meses.	Fallos que implican la posibilidad de pérdida de embarcación, daño a la tripulación y /o pasajeros. Daños grandes medioambientales.	>50.000 €
4	Indisponibilidad total de algún sistema/equipo o del buque por un período comprendido entre 2 semanas y 2 meses	Fallos de elementos que comprometen gravemente la navegación de forma segura y que pueden causar daños leves en la tripulación y/o pasaje	20.000 – 50.000 €
3	Indisponibilidad total de algún sistema/equipo o buque por un período máximo de dos semanas.	Fallo de elementos que comprometen gravemente la navegación. Sin suponer riesgos físicos para la tripulación o el pasaje.	5.000 – 20.000 €
2	Indisponibilidad parcial de un sistema o equipo que afecta levemente al desarrollo de las actividades y a la disponibilidad del buque.	Fallo de elementos que comprometen la seguridad en la navegación. Sin suponer riesgo físico para la tripulación o pasaje ni para el medio ambiente	500 -5.000 €
1	Indisponibilidad parcial de algún sistema o equipo que no afecta al desarrollo normal de las actividades ni a la disponibilidad del buque.	Fallo de elementos que comprometen levemente la seguridad de la navegación. Sin suponer riesgo físico para la tripulación o pasaje ni para el medio ambiente.	0 – 500 €
0	No afecta a la disponibilidad del buque ni a sistemas. Tampoco a las actividades desarrolladas en su interior.	Sin efectos	0

5.3. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CRITICIDAD

El estudio de criticidad del buque ciudad de Cartagena ha analizado todos los equipos anteriormente explicados. Los equipos que obtengan una puntuación comprendida entre 3.4 y 5 se considerarán equipos de alta criticidad, los que obtengan una puntuación comprendida entre 1.6 y 3.3 se considerarán de media criticidad y los equipos con una puntuación comprendida entre 0 y 1.6 se considerarán de baja criticidad. A continuación, se adjuntan las tablas con los resultados de todos los sistemas del buque:

Tabla 37. Rango de criticidad

Criticidad alta	3.4 - 5
Criticidad media	1.7- 3.3
Criticidad baja	0 -1.6

ITEM	C1	C2	C3	C1x0,4	C2x0,4	C3x0,2	TOTAL
CASCO, CUBIERTA Y ESTRUCTURA							
Cubierta principal	3	4	3	1,2	1,6	0,6	3,4
Quilla	4	5	3	1,6	2	0,6	4,2
Codastes	4	4	3	1,6	1,6	0,6	3,8
Roda	4	4	3	1,6	1,6	0,6	3,8
Cuaderna	4	3	2	1,6	1,2	0,4	3,2
Bulárcama	4	3	2	1,6	1,2	0,4	3,2
Superestructura	4	3	2	1,6	1,2	0,4	3,2
Casco de acero	4	4	4	1,6	1,6	0,8	4
SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE							
TC 2. Almacenamiento	2	2	1	0,8	0,8	0,2	1,8
TC 3 BR. Almacenamiento	2	2	1	0,8	0,8	0,2	1,8
TC 3 ER. Almacenamiento	2	2	1	0,8	0,8	0,2	1,8
TC 4 BR. Almacenamiento	2	2	1	0,8	0,8	0,2	1,8
TC4 ER. Almacenamiento	2	2	1	0,8	0,8	0,2	1,8
TC 6 BR. Almacenamiento	2	2	1	0,8	0,8	0,2	1,8
TC 6 ER. Almacenamiento	2	2	1	0,8	0,8	0,2	1,8
TC 1. Servicio diario	3	2	1	1,2	0,8	0,2	2,2
TC 2. Servicio diario	3	2	1	1,2	0,8	0,2	2,2
Ventoeo (7) (SC)	1	1	1	0,4	0,4	0,2	1
Piano de válvulas de trasiego	3	2	2	1,2	0,8	0,4	2,4
Válvulas de los tanques SD	3	1	1	1,2	0,4	0,2	1,8
Línea abastecimiento comb.	1	1	1	0,4	0,4	0,2	1
Toma combustible en cubierta	0	1	1	0	0,4	0,2	0,6
Bomba de trasiego	3	1	1	1,2	0,4	0,2	1,8
Purificadora (depuradora)	2	1	1	0,8	0,4	0,2	1,4

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

ITEM	C1	C2	C3	C1x0,4	C2x0,4	C3x0,2	TOTAL
SISTEMA DE PROPULSIÓN							
Batería de arranque (MP)	4	3	1	1,6	1,2	0,2	3
Cajas de conexiones	3	3	1	1,2	1,2	0,2	2,6
Motor GUASCOR F360TA	5	4	5	2	1,6	1	4,6
Subs. de admisión (MP)	3	4	2	1,2	1,6	0,4	3,2
Filtro admisión (MP)	1	0	1	0,4	0	0,2	0,6
Turbocompresor (MP)	4	2	2	1,6	0,8	0,4	2,8
Colector admisión (MP)	2	1	1	0,8	0,4	0,2	1,4
Circuito interno de admisión (MP)	2	1	1	0,8	0,4	0,2	1,4
Refrigerador de aire (MP)	3	2	1	1,2	0,8	0,2	2,2
Subs. de exhaustación (MP)	3	4	2	1,2	1,6	0,4	3,2
Colector exhaustación (MP)	3	3	1	1,2	1,2	0,2	2,6
Filtro exhaustación (MP)	1	0	1	0,4	0	0,2	0,6
Subs. de refrigeración (MP)	4	4	2	1,6	1,6	0,4	3,6
Toma de mar	3	3	1	1,2	1,2	0,2	2,6
Grifo de fondo	3	4	2	1,2	1,6	0,4	3,2
Bomba de agua (MP)	3	2	1	1,2	0,8	0,2	2,2
Bomba de refrigerante (MP)	3	2	1	1,2	0,8	0,2	2,2
Caja de termostatos (MP)	3	3	1	1,2	1,2	0,2	2,6
Intercambiador de calor (MP)	3	2	1	1,2	0,8	0,2	2,2
Válvulas subs. ref.(MP)	3	1	1	1,2	0,4	0,2	1,8
Ánodos de sacrificio (MP)	0	0	1	0	0	0,2	0,2
Circuito interno de ref. (MP)	2	1	1	0,8	0,4	0,2	1,4
Subs. de combustible (MP)	4	4	2	1,6	1,6	0,4	3,6
Bomba de alimentación	3	3	1	1,2	1,2	0,2	2,6
Circuito interno comb. (MP)	3	2	1	1,2	0,8	0,2	2,2
Prefiltro de combustible (MP)	1	0	1	0,4	0	0,2	0,6
Filtro de combustible (MP)	2	0	1	0,8	0	0,2	1
Cebador de aire (MP)	3			1,2	0	0	1,2
Bomba de inyección (MP)	3	3	1	1,2	1,2	0,2	2,6
Tubos de inyección (MP)	3	2	1	1,2	0,8	0,2	2,2
Inyectores (MP)	3	2	1	1,2	0,8	0,2	2,2
Subs. de lubricación	4	4	2	1,6	1,6	0,4	3,6
Bomba de aceite (MP)	3	2	1	1,2	0,8	0,2	2,2
Circuito interior de aceite (MP)	2	2	1	0,8	0,8	0,2	1,8
Calentador de aceite (MP)	3	2	1	1,2	0,8	0,2	2,2
Filtros de aceite (MP)	2	0	1	0,8	0	0,2	1
Válv. reguladora de presión (MP)	3	2	1	1,2	0,8	0,2	2,2
Refrigerador de aceite marino	3	1	1	1,2	0,4	0,2	1,8
Filtro centrifugo (MP)	2	0	1	0,8	0	0,2	1
Circ. recirculación de aceite (MP)	2	1	1	0,8	0,4	0,2	1,4

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

Depósito de aceite (MP)	1	0	1	0,4	0	0,2	0,6
Reductora R360	4	4	4	1,6	1,6	0,8	4
Toma de fuerza hidráulica (PTO)	4	3	3	1,6	1,2	0,6	3,4
Eje de cola	4	3	2	1,6	1,2	0,4	3,2
Bocina continúa	4	3	2	1,6	1,2	0,4	3,2
Sistema de lubricación manual	2	1	1	0,8	0,4	0,2	1,4
Helice tobera	4	4	3	1,6	1,6	0,6	3,8
Ánodo de sacrificio (hélice)	0	0	1	0	0	0,2	0,2

ITEM	C1	C2	C3	C1x0,4	C2x0,4	C3x0,2	TOTAL
SISTEMA DE EXHAUSTACIÓN							
Chimeneas	2	2	1	0,8	0,8	0,2	1,8
Silencioso	1	1	1	0,4	0,4	0,2	1
Purga (SE)	0	0	1	0	0	0,2	0,2
Salida al mar de la purga (SE)	0	0	1	0	0	0,2	0,2
Ventilador (SE)	3	1	1	1,2	0,4	0,2	1,8
Rejilla (SE)	1	0	1	0,4	0	0,2	0,6
Tubería extracción gases del cárter	3	2	1	1,2	0,8	0,2	2,2
SISTEMA DE GOBIERNO							
Bomba (C1) (SG)	4	3	1	1,6	1,2	0,2	3
Bomba (C2) (SG)	4	3	1	1,6	1,2	0,2	3
Cilindros hidráulicos (2) (SG)	4	3	2	1,6	1,2	0,4	3,2
Tanque almacén de A.H.	1	0	1	0,4	0	0,2	0,6
Tanque A.H (pdg)	2	2	1	0,8	0,8	0,2	1,8
Cuadro eléctrico servomotor	4	4	1	1,6	1,6	0,2	3,4
Cuadro de control del servomotor	4	3	1	1,6	1,2	0,2	3
Cuadro control servomotor (pdg)	4	3	1	1,6	1,2	0,2	3
Mecha del timón	4	3	2	1,6	1,2	0,4	3,2
Volante del timón	2	3	1	0,8	1,2	0,2	2,2
Pala del timón	4	3	2	1,6	1,2	0,4	3,2
Ánodos de sacrificio (timón)	0	0	1	0	0	0,2	0,2
SISTEMA DE ACHIQUE							
Bomba achique principal	2	4	1	0,8	1,6	0,2	2,6
Sensor de nivel	1	2	1	0,4	0,8	0,2	1,4
Bomba achique secundaria	2	3	1	0,8	1,2	0,2	2,2
Sensor de nivel	1	2	1	0,4	0,8	0,2	1,4
Bomba achique sentinas bodega	2	3	1	0,8	1,2	0,2	2,2
Selector accionamiento bombas	1	2	1	0,4	0,8	0,2	1,4
Válvulas sist. de achique	1	2	2	0,4	0,8	0,4	1,6

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

ITEM	C1	C2	C3	C1x0,4	C2x0,4	C3x0,2	TOTAL
SISTEMA CONTRAINCENDIOS							
Bomba C.I. (1)	3	4	1	1,2	1,6	0,2	3
Bomba C.I. (2)	3	4	1	1,2	1,6	0,2	3
Alarma encendido automático	3	4	1	1,2	1,6	0,2	3
Hidrantes	3	3	1	1,2	1,2	0,2	2,6
Baldes contraincendios (3)	1	1	1	0,4	0,4	0,2	1
Extintores de polvo seco (8)	4	4	1	1,6	1,6	0,2	3,4
Caja de arena C.I.	1	1	1	0,4	0,4	0,2	1
Mangueras (3)	3	2	1	1,2	0,8	0,2	2,2
Detectores de humo (5)	3	3	1	1,2	1,2	0,2	2,6
Sistema de CO2	4	4	2	1,6	1,6	0,4	3,6
Botella 45kg	4	4	1	1,6	1,6	0,2	3,4
Sistema de alarma CO2	4	4	1	1,6	1,6	0,2	3,4
Tuberías sistema CO2	4	4	1	1,6	1,6	0,2	3,4
Sistema de retardo CO2	4	4	1	1,6	1,6	0,2	3,4
Parada de combustible	3	4	1	1,2	1,6	0,2	3
EQUIPOS DE AYUDA A LA NAVEGACIÓN							
VHF principal SAILOR/ RT-5022	2	2	2	0,8	0,8	0,4	2
Antena VHF principal	2	2	2	0,8	0,8	0,4	2
VHF SAILOR / RT-2048	2	2	2	0,8	0,8	0,4	2
Antena VHF respeto	2	2	2	0,8	0,8	0,4	2
VHF NAVICOM (SOLAS)	2	3	2	0,8	1,2	0,4	2,4
Antena VHF NAVICOM	2	3	2	0,8	1,2	0,4	2,4
AIS / KODEN KAT-100	2	3	2	0,8	1,2	0,4	2,4
Antena AIS	2	3	2	0,8	1,2	0,4	2,4
ETB Fleetboardband SOLAS	1	1	2	0,4	0,4	0,4	1,2
Antena SAILOR 150	1	1	2	0,4	0,4	0,4	1,2
Navtex JMC NT 900 (SOLAS)	2	3	2	0,8	1,2	0,4	2,4
Antena NAVTEX	2	3	2	0,8	1,2	0,4	2,4
GPS GARMIN	1	3	2	0,4	1,2	0,4	2
Antena GPS	1	3	2	0,4	1,2	0,4	2
DGPS LEICA	1	3	2	0,4	1,2	0,4	2
Antena DGPS	1	3	2	0,4	1,2	0,4	2
Plotter (cartas satelitarias)	1	2	2	0,4	0,8	0,4	1,6
Radar KODEN MDC	1	3	2	0,4	1,2	0,4	2
Antena radar	1	3	2	0,4	1,2	0,4	2
Radar FURUNO	1	3	2	0,4	1,2	0,4	2
Antena radar FURUNO	1	3	2	0,4	1,2	0,4	2
Sonda FURUNO / FCV-271	1	2	2	0,4	0,8	0,4	1,6
Sonda de JMC V-105	1	2	2	0,4	0,8	0,4	1,6
Axiómetro 1	1	1	1	0,4	0,4	0,2	1

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

Axiómetro 2	1	1	1	0,4	0,4	0,2	1
Goniómetro TD-L1550A	2	4	2	0,8	1,6	0,4	2,8
Antena gonio	2	4	2	0,8	1,6	0,4	2,8
RBLS Hombre al agua (5)	3	3	2	1,2	1,2	0,4	2,8
Piloto automático SIMRAD AP35	1	2	2	0,4	0,8	0,4	1,6
Piloto automático NAVITRON NT-921	1	2	2	0,4	0,8	0,4	1,6

ITEM	C1	C2	C3	C1x0,4	C2x0,4	C3x0,2	TOTAL
SISTEMA ELÉCTRICO							
Motor GUASCOR H74	4	3	4	1,6	1,2	0,8	3,6
Batería de arranque (MH74)	4	4	1	1,6	1,6	0,2	3,4
Subs. admisión de aire (MH74)	3	2	2	1,2	0,8	0,4	2,4
Filtro admisión (MH74)	0	0	1	0	0	0,2	0,2
Turbocompresor (MH74)	3	2	2	1,2	0,8	0,4	2,4
Colector de admisión (MH74)	3	1	1	1,2	0,4	0,2	1,8
Circuito interno de admisión (MH74)	2	2	1	0,8	0,8	0,2	1,8
Refrigerador de aire (MH74)	3	2	1	1,2	0,8	0,2	2,2
Subs. exhaustación (MH74)	3	3	2	1,2	1,2	0,4	2,8
Colector exhaustación (MH74)	3	3	1	1,2	1,2	0,2	2,6
Filtro exhaustación (MH74)	1	0	1	0,4	0	0,2	0,6
Subs. de combustible (MH74)	4	2	2	1,6	0,8	0,4	2,8
Depósito de combustible (MH74)	1	0	1	0,4	0	0,2	0,6
Bomba de alimentación (MH74)	3	1	1	1,2	0,4	0,2	1,8
Prefiltro (MH74)	1	0	1	0,4	0	0,2	0,6
Filtro de combustible (MH74)	1	0	1	0,4	0	0,2	0,6
Bomba de inyección (MH74)	3	1	1	1,2	0,4	0,2	1,8
Tubos de inyección (MH74)	3	1	1	1,2	0,4	0,2	1,8
Inyectores (MH74)	3	1	1	1,2	0,4	0,2	1,8
Válvula de rebose (MH74)	2	1	1	0,8	0,4	0,2	1,4
Subs. de lubricación (MH74)	4	2	2	1,6	0,8	0,4	2,8
Depósito de aceite (MH74)	1	1	1	0,4	0,4	0,2	1
Bomba de aceite (MH74)	3	2	1	1,2	0,8	0,2	2,2
Válvula reguladora de presión (MH74)	3	1	1	1,2	0,4	0,2	1,8
Filtro de aceite (MH74)	1	0	1	0,4	0	0,2	0,6
Circuito interior de aire (MH74)	2	1	1	0,8	0,4	0,2	1,4
Enfriador de aceite (MH74)	3	1	1	1,2	0,4	0,2	1,8
Sensor de presión de aceite (MH74)	2	1	1	0,8	0,4	0,2	1,4
Subs. de refrigeración (MH74)	4	2	2	1,6	0,8	0,4	2,8
Bomba de refrigerante (MH74)	3	2	1	1,2	0,8	0,2	2,2
Termostato (MH74)	3	1	1	1,2	0,4	0,2	1,8
Tubo de by-pass (MH74)	2	1	1	0,8	0,4	0,2	1,4

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

Radiador (MH74)	2	2	1	0,8	0,8	0,2	1,8
Depósito de expansión (MH74)	1	1	1	0,4	0,4	0,2	1
Intercambiador de calor (MH74)	3	2	1	1,2	0,8	0,2	2,2
Ánodos de sacrificio (MH74)	0	0	1	0	0	0,2	0,2
Bomba de agua salada (MH74)	3	2	1	1,2	0,8	0,2	2,2
Conductos internos de ref. (MH74)	1	1	1	0,4	0,4	0,2	1
M. auxiliar (1) GUASCOR H44	4	3	4	1,6	1,2	0,8	3,6
Batería de arranque (AUX1)	3	1	1	1,2	0,4	0,2	1,8
Subs. de admisión de aire (AUX1)	3	1	2	1,2	0,4	0,4	2
Filtro admisión (AUX1)	0	0	1	0	0	0,2	0,2
Colector de admisión (AUX1)	2	1	1	0,8	0,4	0,2	1,4
Circuito interno admisión (AUX1)	2	2	1	0,8	0,8	0,2	1,8
Refrigerador de aire (AUX1)	3	2	1	1,2	0,8	0,2	2,2
SubS. de exhaustación (AUX1)	3	4	2	1,2	1,6	0,4	3,2
Colector exhaustación (AUX1)	3	3	2	1,2	1,2	0,4	2,8
Filtro exhaustación (AUX1)	1	0	1	0,4	0	0,2	0,6
Subs. de combustible (AUX1)	4	2	2	1,6	0,8	0,4	2,8
Depósito de combustible (AUX1)	1	0	1	0,4	0	0,2	0,6
Bomba de alimentación (AUX1)	3	1	1	1,2	0,4	0,2	1,8
Prefiltro (AUX1)	1	0	1	0,4	0	0,2	0,6
Filtro de combustible (AUX1)	1	0	1	0,4	0	0,2	0,6
Bomba de inyección (AUX1)	3	1	1	1,2	0,4	0,2	1,8
Tubos de inyección (AUX1)	3	1	1	1,2	0,4	0,2	1,8
Inyectores (AUX1)	3	1	1	1,2	0,4	0,2	1,8
Válvula de rebose (AUX1)	2	1	1	0,8	0,4	0,2	1,4
Subsistema de lubricación (AUX1)	4	2	2	1,6	0,8	0,4	2,8
Depósito de aceite (AUX1)	1	1	1	0,4	0,4	0,2	1
Bomba de aceite (AUX1)	3	1	1	1,2	0,4	0,2	1,8
Válv. reguladora de presión (AUX1)	3	1	1	1,2	0,4	0,2	1,8
Filtro de aceite (AUX1)	1	0	1	0,4	0	0,2	0,6
Circuito interior de aire (AUX1)	2	1	1	0,8	0,4	0,2	1,4
Enfriador de aceite (AUX1)	3	1	1	1,2	0,4	0,2	1,8
Sensor presión de aceite (AUX1)	2	1	1	0,8	0,4	0,2	1,4
Subs. de refrigeración (AUX1)	4	2	2	1,6	0,8	0,4	2,8
Bomba de refrigerante (AUX1)	3	1	1	1,2	0,4	0,2	1,8
Termostato (AUX1)	3	1	1	1,2	0,4	0,2	1,8
Tubo de by-pass (AUX1)	2	1	1	0,8	0,4	0,2	1,4
Radiador (AUX1)	2	1	1	0,8	0,4	0,2	1,4
Depósito de expansión (AUX1)	1	1	1	0,4	0,4	0,2	1
Intercambiador de calor (AUX1)	3	1	1	1,2	0,4	0,2	1,8
Ánodos de sacrificio (AUX1)	0	0	1	0	0	0,2	0,2
Bomba de agua salada (AUX1)	3	1	1	1,2	0,4	0,2	1,8
Conductos internos de ref. (AUX1)	1	1	1	0,4	0,4	0,2	1

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

M. auxiliar (2) GUASCOR H44	3	3	4	1,2	1,2	0,8	3,2
Batería de arranque (AUX2)	3	1	1	1,2	0,4	0,2	1,8
Subs. de admisión (AUX2)	3	1	2	1,2	0,4	0,4	2
Filtro admisión (AUX2)	0	0	1	0	0	0,2	0,2
Colector de admisión (AUX2)	2	1	1	0,8	0,4	0,2	1,4
Circuito interno admisión (AUX2)	2	2	1	0,8	0,8	0,2	1,8
Refrigerador de aire (AUX2)	3	2	1	1,2	0,8	0,2	2,2
Subs. de exhaustación (AUX2)	3	4	2	1,2	1,6	0,4	3,2
Colector exhaustación (AUX2)	3	3	2	1,2	1,2	0,4	2,8
Filtro exhaustación (AUX2)	1	0	1	0,4	0	0,2	0,6
Subs. de combustible (AUX2)	4	2	2	1,6	0,8	0,4	2,8
Depósito de combustible (AUX2)	1	0	1	0,4	0	0,2	0,6
Bomba de alimentación (AUX2)	3	1	1	1,2	0,4	0,2	1,8
Prefiltro (AUX2)	1	0	1	0,4	0	0,2	0,6
Filtro de combustible (AUX2)	1	0	1	0,4	0	0,2	0,6
Bomba de inyección (AUX2)	3	1	1	1,2	0,4	0,2	1,8
Tubos de inyección (AUX2)	3	1	1	1,2	0,4	0,2	1,8
Inyectores (AUX2)	3	1	1	1,2	0,4	0,2	1,8
Válvula de rebose (AUX2)	2	1	1	0,8	0,4	0,2	1,4
Subs. de lubricación (AUX2)	4	2	2	1,6	0,8	0,4	2,8
Depósito de aceite (AUX2)	1	1	1	0,4	0,4	0,2	1
Bomba de aceite (AUX2)	3	1	1	1,2	0,4	0,2	1,8
Válv. reguladora de presión (AUX2)	3	1	1	1,2	0,4	0,2	1,8
Filtro de aceite (AUX2)	1	0	1	0,4	0	0,2	0,6
Circuito interior de aire (AUX2)	2	1	1	0,8	0,4	0,2	1,4
Enfriador de aceite (AUX2)	3	1	1	1,2	0,4	0,2	1,8
Sensor de presión de aceite (AUX2)	2	1	1	0,8	0,4	0,2	1,4
Subs. de refrigeración (AUX2)	4	2	2	1,6	0,8	0,4	2,8
Bomba de refrigerante (AUX2)	3	1	1	1,2	0,4	0,2	1,8
Termostato (AUX2)	3	1	1	1,2	0,4	0,2	1,8
Tubo de by-pass (AUX2)	2	1	1	0,8	0,4	0,2	1,4
Radiador (AUX2)	2	1	1	0,8	0,4	0,2	1,4
Depósito de expansión (AUX2)	1	1	1	0,4	0,4	0,2	1
Intercambiador de calor (AUX2)	3	1	1	1,2	0,4	0,2	1,8
Ánodos de sacrificio (AUX2)	0	0	1	0	0	0,2	0,2
Bomba de agua salada (AUX2)	3	1	1	1,2	0,4	0,2	1,8
Conductos internos de ref. (AUX2)	1	1	1	0,4	0,4	0,2	1
Generador SINCRO 32 KW	4	3	3	1,6	1,2	0,6	3,4
Generador SINCRO 32 KW	4	3	3	1,6	1,2	0,6	3,4
Generador SINCRO 80 KW	4	3	4	1,6	1,2	0,8	3,6
Toma de corriente desde tierra	1	0	1	0,4	0	0,2	0,6
Cuadro eléctrico principal	4	4	1	1,6	1,6	0,2	3,4
C.E. carga baterías de emergencia	3	3	1	1,2	1,2	0,2	2,6

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

C.E. servicios puente/alumbrado ext.	4	3	1	1,6	1,2	0,2	3
Luces de navegación	2	4	2	0,8	1,6	0,4	2,8
C.E. de luces de navegación	2	4	1	0,8	1,6	0,2	2,6
C.E. fuente de alimentación	4	4	1	1,6	1,6	0,2	3,4
C.E. servicio de equipos electrónicos	3	3	1	1,2	1,2	0,2	2,6
Cuadro de alarmas	2	4	1	0,8	1,6	0,2	2,6
Cableado	3	3	1	1,2	1,2	0,2	2,6
Cámaras de vigilancia	0	1	1	0	0,4	0,2	0,6
Luces de emergencia	1	4	2	0,4	1,6	0,4	2,4
Luces plataforma embarque en balsas	1	4	1	0,4	1,6	0,2	2,2
Red eléctrica camarotes/esp. públicos	0	1	2	0	0,4	0,4	0,8
Iluminación interior	0	1	1	0	0,4	0,2	0,6
Iluminación exterior	0	1	1	0	0,4	0,2	0,6
Sistema comunicaciones internas	0	1	1	0	0,4	0,2	0,6

ITEM	C1	C2	C3	C1x0,4	C2x0,4	C3x0,2	TOTAL
SISTEMA DE AGUA DULCE, AGUAS GRISES Y NEGRAS							
Planta de ósmosis	1	0	2	0,4	0	0,4	0,8
Tanque de agua dulce 1	1	1	2	0,4	0,4	0,4	1,2
Tanque de agua dulce 5 BR	1	1	2	0,4	0,4	0,4	1,2
Tanque de agua dulce 5 ER	1	1	2	0,4	0,4	0,4	1,2
Toma cubierta llenado tanques	0	0	1	0	0	0,2	0,2
Válvula antirretorno (SAD)	1	0	1	0,4	0	0,2	0,6
Sistema de tuberías (SAD)	1	1	1	0,4	0,4	0,2	1
Imbornales (SAD)	1	2	1	0,4	0,8	0,2	1,4
Venteo (2) (SAD)	0	0	1	0	0	0,2	0,2
Filtro (SAD)	0	0	1	0	0	0,2	0,2
SISTEMA DE ABANDONO DEL BUQUE							
Bengalas (3)	2	3	1	0,8	1,2	0,2	2,2
Señales fumígenas	2	3	1	0,8	1,2	0,2	2,2
Luces encendido automático (2)	2	2	1	0,8	0,8	0,2	1,8
Cohetes (3)	2	3	1	0,8	1,2	0,2	2,2
Aros salvavidas (4)	3	4	2	1,2	1,6	0,4	3,2
Chalecos salvavidas (24)	3	4	2	1,2	1,6	0,4	3,2
Balsa salvavidas	4	4	2	1,6	1,6	0,4	3,6
Balsa salvavidas	4	4	2	1,6	1,6	0,4	3,6
Trajes de inmersión (5)	4	4	2	1,6	1,6	0,4	3,6
Chalecos de maniobra (5)	3	4	2	1,2	1,6	0,4	3,2
Alarma gen. de emergencia (SA)		4		0	1,6	0	1,6
VHF portátil / AXIS 30	4	4	2	1,6	1,6	0,4	3,6
SART JOTRON	4	4	2	1,6	1,6	0,4	3,6
Radio Baliza	4	4	2	1,6	1,6	0,4	3,6

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

ITEM	C1	C2	C3	C1x0,4	C2x0,4	C3x0,2	TOTAL
SISTEMA FRIGORÍFICO Y DE CONGELACIÓN							
Compresores BITZER (2)	4	1	3	1,6	0,4	0,6	2,6
Túneles de congelación (2)	4	1	2	1,6	0,4	0,4	2,4
Evaporadores (2) (SFC)	3	1	2	1,2	0,4	0,4	2
Electroventiladores (4) (SFC)	3	1	2	1,2	0,4	0,4	2
Estaciones de válvulas (2) (SFC)	3	1	2	1,2	0,4	0,4	2
Compresor BITZER S4T-5,2Y	4	1	3	1,6	0,4	0,6	2,6
Bodega congelación	4	2	3	1,6	0,8	0,6	3
Bodega de refrigeración	4	2	3	1,6	0,8	0,6	3
Evaporadores (SFC)	3	1	1	1,2	0,4	0,2	1,8
Serpentines (SFC)	3	0	2	1,2	0	0,4	1,6
Condensadores (SFC) (2)	3	0	1	1,2	0	0,2	1,4
Bombas centrifugas (2) (SFC)	3	0	1	1,2	0	0,2	1,4
Recipiente de líq. Refrige. (SFC)	3	1	1	1,2	0,4	0,2	1,8
Cuadro eléctrico (SFC)	3	2	2	1,2	0,8	0,4	2,4
Tuberías refrigerante (SFC)	3	1	2	1,2	0,4	0,4	2
Aislamientos (SFC)	2	0	1	0,8	0	0,2	1
SISTEMA DE FONDEO							
Ancla	3	2	2	0,9	0,6	0,8	2,3
Cadenas	3	2	2	0,9	0,6	0,8	2,3
Molinete	3	2	2	0,9	0,6	0,8	2,3
Caja de cadenas	2	1	2	0,6	0,3	0,8	1,7
Escoben	2	1	1	0,6	0,3	0,4	1,3
Estopor	2	1	2	0,6	0,3	0,8	1,7
EQUIPOS AUXILIARES							
Estachas	1	2	2	0,4	0,8	0,4	1,6
Bitas	1	1	2	0,4	0,4	0,4	1,2
Guías-cabo	1	1	2	0,4	0,4	0,4	1,2
Maquinilla (CP)	3	1	3	1,2	0,4	0,6	2,2
Bomba (obsoleta)	3	0	1	1,2	0	0,2	1,4
Maquinilla eléctrica (CS)	1	0	2	0,4	0	0,4	0,8
HABILITACIÓN							
Cocina	0	0	1	0	0	0,2	0,2
Aseo	0	0	1	0	0	0,2	0,2
Camarote 1 y 2	0	1	1	0	0	0,2	0,6
Pañol	0	0	1	0	0	0,2	0,2
SISTEMA DE SEGURIDAD Y SUPERVIVENCIA							
Botiquín	3	4	1	1,2	1,6	0,2	3
Señalización	3	2	1	1,2	0,8	0,2	2,2
Comunicación	2	2	1	0,8	0,8	0,2	1,8
Contraincendios	4	4	3	1,6	1,6	0,6	3,8

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

Para distinguir entre los distintas gamas o tipos de mantenimiento, ordenaremos los resultados obtenidos de mayor a menor resultado.

Tabla 38. ITEMS con criticidad alta

ITEM	TOTAL
Motor principal GUASCOR F360TA	4,6
Quilla	4,2
Casco de acero	4
Reductora R360	4
Roda	3,8
Codastes	3,8
Hélice tobera	3,8
Sistema contraincendios	3,8
Motor GUASCOR H74	3,6
Motor auxiliar (1) GUASCOR H44	3,6
Generador SINCRO 80 KW	3,6
Subsistema de refrigeración (MP)	3,6
Subsistema de combustible (MP)	3,6
Subsistema de lubricación (MP)	3,6
Sistema de CO2	3,6
Balsa salvavidas 1	3,6
Balsa salvavidas 2	3,6
Trajes de inmersión (5)	3,6
VHF portátil / AXIS 30	3,6
SART JOTRON	3,6
Radio Baliza	3,6
Cubierta principal	3,4
Toma de fuerza hidráulica (PTO)	3,4
Cuadro eléctrico servomotor	3,4
Extintores de polvo seco (8)	3,4
Botella 45kg	3,4
Sistema de alarma CO ₂	3,4
Tuberías sistema CO ₂	3,4
Sistema de retardo CO ₂	3,4
Batería de arranque (MH74)	3,4
Generador SINCRO 32 KW	3,4
Generador SINCRO 32 KW	3,4
Cuadro eléctrico principal	3,4
Cuadro de fuente de alimentación	3,4

Tabla 39. ITEMS con criticidad media

ITEM	TOTAL
Superestructura	3,2
Subsistema de admisión de aire (MP)	3,2
Subsistema de exhaustación (MP)	3,2
Grifo de fondo	3,2
Eje de cola	3,2
Bocina continúa	3,2
Cilindros hidráulicos (2) (SG)	3,2
Mecha del timón	3,2
Pala del timón	3,2
Subsistema de exhaustación (AUX1)	3,2
Motor auxiliar (2) GUASCOR H44	3,2
Subsistema de exhaustación (AUX2)	3,2
Aros salvavidas (4)	3,2
Chalecos salvavidas (24)	3,2
Chalecos de maniobra (5)	3,2
Bulárcama	3,2
Batería de arranque (MP)	3
Bomba (C1) (SG)	3
Bomba (C2) (SG)	3
Cuadro de control del servomotor	3
Cuadro control servomotor (pdg)	3
Bomba C.I. (1)	3
Bomba C.I. (2)	3
Alarma de encendido automático (SC)	3
Parada de combustible	3
Cuadro de servicios de puente y alumbrado exterior	3
Botiquin	3
Bodega congelación	3
Bodega de refrigeración	3
Turbocompresor (MP)	2,8
Goniómetro TD-L1550A	2,8
RBLS Hombre al agua (5)	2,8
Subsistema de exhaustación (MH74)	2,8
Subsistema de combustible (MH74)	2,8
Subsistema de lubricación (MH74)	2,8
Subsistema de refrigeración (MH74)	2,8
Colector exhaustación (AUX1)	2,8
Subsistema de combustible (AUX1)	2,8
Subsistema de lubricación (AUX1)	2,8

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

Subsistema de refrigeración (AUX1)	2,8
Colector exhaustación (AUX2)	2,8
Subsistema de combustible (AUX2)	2,8
Subsistema de lubricación (AUX2)	2,8
Subsistema de refrigeración (AUX2)	2,8
Luces de navegación	2,8
Antena gonio	2,8
Cajas de conexiones	2,6
Colector exhaustación (MP)	2,6
Toma de mar	2,6
Tubería externa que conecta con el intercambiador (MP)	2,6
Caja de termostatos (MP)	2,6
Bomba de alimentación de combustible	2,6
Bomba de inyección (MP)	2,6
Bomba de achique principal	2,6
Hidrantes	2,6
Detectores de humo (5)	2,6
Colector exhaustación (MH74)	2,6
Cuadro eléctrico de carga de baterías de emergencia	2,6
Cuadro de luces de navegación	2,6
Cuadro de servicio de equipos electrónicos	2,6
Cuadro de alarmas	2,6
Cableado	2,6
Compresores BITZER S4G-12,2Y (2)	2,6
Compresor BITZER S4T-5,2Y	2,6
Piano de válvulas de trasiego de combustible entre tanques	2,4
VHF NAVICOM (SOLAS)/RT-450 DSC	2,4
Antena VHF NAVICOM	2,4
AIS / KODEN KAT-100	2,4
Antena AIS	2,4
Navtex JMC NT 900 (SOLAS)	2,4
Antena NAVTEX	2,4
Subsistema de admisión de aire (MH74)	2,4
Turbocompresor (MH74)	2,4
Luces de emergencia	2,4
Túneles de congelación (2)	2,4
Cuadro eléctrico (SFC)	2,4
Ancla	2,3
Cadenas	2,3
Molinete	2,3
Refrigerador de aire de admisión (MP)	2,2
Bomba de agua (MP)	2,2
Bomba de refrigerante (MP)	2,2

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

Intercambiador de calor (MP)	2,2
Circuito interno combustible (MP)	2,2
Tubos de inyección (MP)	2,2
Inyectores (MP)	2,2
Bomba de aceite (MP)	2,2
Calentador de aceite (MP)	2,2
Válvula reguladora de presión (MP)	2,2
Tanques de combustible 1. Servicio diario	2,2
Tanques de combustible 2. Servicio diario	2,2
Tubería extracción de los gases del cárter	2,2
Volante del timón	2,2
Bomba de achique secundaria	2,2
Bomba de achique sentinas bodega	2,2
Mangueras (3)	2,2
Refrigerador de aire de admisión (MH74)	2,2
Bomba de aceite (MH74)	2,2
Bomba de refrigerante (MH74)	2,2
Intercambiador de calor (MH74)	2,2
Bomba de agua salada (MH74)	2,2
Refrigerador de aire de admisión (AUX1)	2,2
Refrigerador de aire de admisión (AUX2)	2,2
Luces de plataforma de embarque en balsas salvavidas	2,2
Bengalas (3)	2,2
Señales fumígenas	2,2
Cohetes (3)	2,2
Maquinilla cubierta principal	2,2
Señalización	2,2
VHF principal SAILOR/ RT-5022	2
Antena VHF principal	2
VHF SAILOR COMPACT/ RT-2048	2
Antena VHF respeto	2
GPS GARMIN	2
Antena GPS	2
DGPS LEICA	2
Antena DGPS	2
Radar KODEN MDC	2
Antena radar	2
Radar FURUNO	2
Antena radar FURUNO	2
Subsistema de admisión de aire (AUX1)	2
Subsistema de admisión de aire (AUX2)	2
Evaporadores (2) (SFC)	2
Electroventiladores (4) (SFC)	2

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

Estaciones de válvulas (2) (SFC)	2
Tuberías para el refrigerante (SFC)	2
Válvulas sistema de refrigeración (MP)	1,8
Circuito interior de aceite (MP)	1,8
Refrigerador de aceite marino (MP)	1,8
Tanques de combustible 2. Almacenamiento	1,8
Tanques de combustible 3 BR. Almacenamiento	1,8
Tanques de combustible 3 ER. Almacenamiento	1,8
Tanques de combustible 4 BR. Almacenamiento	1,8
Tanques de combustible 4 ER. Almacenamiento	1,8
Tanques de combustible 6 BR. Almacenamiento	1,8
Tanques de combustible 6 ER. Almacenamiento	1,8
Válvulas de los tanques de servicio diario	1,8
Bomba de trasiego	1,8
Chimeneas	1,8
Ventilador (SE)	1,8
Tanque aceite hidráulico (pdg)	1,8
Colector de admisión (MH74)	1,8
Circuito interno de admisión (MH74)	1,8
Bomba de alimentación (MH74)	1,8
Bomba de inyección lineal (MH74)	1,8
Tubos de inyección (MH74)	1,8
Inyectores (MH74)	1,8
Válvula reguladora de presión (MH74)	1,8
Enfriador de aceite (MH74)	1,8
Termostato (MH74)	1,8
Radiador (MH74)	1,8
Batería de arranque (AUX1)	1,8
Circuito interno admisión (AUX1)	1,8
Bomba de alimentación (AUX1)	1,8
Bomba de inyección lineal (AUX1)	1,8
Tubos de inyección (AUX1)	1,8
Inyectores (AUX1)	1,8
Bomba de aceite (AUX1)	1,8
Válvula reguladora de presión de aceite (AUX1)	1,8
Enfriador de aceite (AUX1)	1,8
Bomba de refrigerante (AUX1)	1,8
Termostato (AUX1)	1,8
Intercambiador de calor (AUX1)	1,8
Bomba de agua salada (AUX1)	1,8
Batería de arranque (AUX2)	1,8
Circuito interno admisión (AUX2)	1,8
Bomba de alimentación (AUX2)	1,8

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

Bomba de inyección lineal (AUX2)	1,8
Tubos de inyección (AUX2)	1,8
Inyectores (AUX2)	1,8
Bomba de aceite (AUX2)	1,8
Válvula reguladora de presión de aceite (AUX2)	1,8
Enfriador de aceite (AUX2)	1,8
Bomba de refrigerante (AUX2)	1,8
Termostato (AUX2)	1,8
Intercambiador de calor (AUX2)	1,8
Bomba de agua salada (AUX2)	1,8
Luces de encendido automático (2)	1,8
Comunicación	1,8
Evaporadores (SFC)	1,8
Recipiente de líquido refrigerante (SFC)	1,8
Caja de cadenas	1,7
Estopor	1,7

Tabla 40. ITEMS con baja criticidad

ITEM	TOTAL
Válvulas sistema de achique	1,6
Plotter (cartas satelitarias)	1,6
Sonda FURUNO / FCV-271	1,6
Sonda de JMC V-105	1,6
Piloto automático SIMRAD AP35	1,6
Piloto automático NAVITRON NT-921	1,6
Sistema de alarma general de emergencia (SA)	1,6
Estachas	1,6
Serpentines (SFC)	1,6
Colector admisión (MP)	1,4
Circuito interno de admisión (MP)	1,4
Circuito interno de refrigeración (MP)	1,4
Circuito de recirculación de aceite sobrante (MP)	1,4
Sistema de lubricación manual (bocina)	1,4
Purificadora (depuradora)	1,4
Sensor de nivel	1,4
Sensor de nivel	1,4
Selector de accionamiento bomba achique	1,4
Válvula de rebose (MH74)	1,4
Circuito interior de aire (MH74)	1,4
Sensor de presión de aceite (MH74)	1,4
Tubo de bypass (MH74)	1,4

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

Colector de admisión (AUX1)	1,4
Válvula de rebose (AUX1)	1,4
Circuito interior de aire (AUX1)	1,4
Sensor de presión de aceite (AUX1)	1,4
Tubo de bypass (AUX1)	1,4
Radiador (AUX1)	1,4
Colector de admisión (AUX2)	1,4
Válvula de rebose (AUX2)	1,4
Circuito interior de aire (AUX2)	1,4
Sensor de presión de aceite (AUX2)	1,4
Tubo de bypass (AUX2)	1,4
Radiador (AUX2)	1,4
Imbornales (SAD)	1,4
Bomba (obsoleta)	1,4
Condensadores (SFC)	1,4
Bombas centrifugas (2) (SFC)	1,4
Escoben	1,3
Cebador de aire (MP)	1,2
ETB Fleetboardband SOLAS / SAILOR 150	1,2
Antena SAILOR 150	1,2
Tanque de agua dulce 1	1,2
Tanque de agua dulce 5 BR	1,2
Tanque de agua dulce 5 ER	1,2
Bitas	1,2
Guías-cabo	1,2
Filtro de combustible (MP)	1
Filtros de aceite (MP)	1
Filtro centrifugo (MP)	1
Venteo (7) (SC)	1
Línea de abastecimiento de combustible	1
Silencioso	1
Baldes contraincendios con rabiza (3)	1
Caja de arena contraincendios	1
Axiómetro 1	1
Axiómetro 2	1
Depósito de aceite (MH74)	1
Depósito de expansión (MH74)	1
Conductos internos de refrigeración (MH74)	1
Depósito de aceite (AUX1)	1
Depósito de expansión (AUX1)	1
Conductos internos de refrigeración (AUX1)	1
Depósito de aceite (AUX2)	1
Depósito de expansión (AUX2)	1

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

Conductos internos de refrigeración (AUX2)	1
Sistema de tuberías (SAD)	1
Hacha de bombero	1
Aislamientos (SFC)	1
Red eléctrica de camarotes y espacios públicos.	0,8
Planta de ósmosis	0,8
Maquinilla eléctrica de cubierta superior	0,8
Filtro admisión (MP)	0,6
Filtro exhaustación (MP)	0,6
Prefiltros de combustible (MP)	0,6
Depósito de aceite (MP)	0,6
Toma de combustible en cubierta	0,6
Rejilla (SE)	0,6
Tanque almacén de aceite hidráulico	0,6
Filtro exhaustación (MH74)	0,6
Depósito de combustible (MH74)	0,6
Prefiltros (MH74)	0,6
Filtro de combustible (MH74)	0,6
Filtro de aceite (MH74)	0,6
Filtro exhaustación (AUX1)	0,6
Depósito de combustible (AUX1)	0,6
Prefiltros (AUX1)	0,6
Filtro de combustible (AUX1)	0,6
Filtro de aceite (AUX1)	0,6
Filtro exhaustación (AUX2)	0,6
Depósito de combustible (AUX2)	0,6
Prefiltros (AUX2)	0,6
Filtro de combustible (AUX2)	0,6
Filtro de aceite (AUX2)	0,6
Toma de corriente desde tierra	0,6
Cámaras de vigilancia	0,6
Iluminación interior	0,6
Iluminación exterior	0,6
Sistema de comunicaciones internas	0,6
Válvula antirretorno (SAD)	0,6
Camarote 2	0,6
Ánodos de sacrificio (MP)	0,2
Ánodo de sacrificio (hélice)	0,2
Purga (SE)	0,2
Salida al mar del agua de la purga (SE)	0,2
Ánodos de sacrificio (timón)	0,2
Filtro admisión (MH74)	0,2
Ánodos de sacrificio (MH74)	0,2

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

Filtro admisión (AUX1)	0,2
Ánodos de sacrificio (AUX1)	0,2
Filtro admisión (AUX2)	0,2
Ánodos de sacrificio (AUX2)	0,2
Toma de cubierta para llenado de tanques (SAD)	0,2
Venteo (2) (SAD)	0,2
Filtro (SAD)	0,2
Purga de drenaje (SAD)	0,2
Megáfonos (SA)	0,2
Cocina	0,2
Aseo	0,2
Camarote 1	0,2
Pañol	0,2

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA



6. PLAN DE MANTENIMIENTO.

6.1. TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO.

A partir de los resultados obtenido del estudio de criticidad se procederá a determinar qué tipo de mantenimiento es el más adecuado para cada sistema o equipo.

Los equipos que se consideran de alta criticidad son elementos de gran importancia, cuyo fallo no debería producirse. Por esta razón, es importante reducir la probabilidad de avería al mínimo. El mantenimiento que se va a aplicar a estos equipos es preventivo según condición (predictivo) y preventivo a tiempo fijo. Se aplicarán técnicas predictivas en la medida de lo posible. Por las características especiales de este buque y de sus equipos no podemos obviar la posibilidad de averías inesperadas, en tales casos se aplicará mantenimiento correctivo curativo.

Para equipos que tengan una criticidad media, deberá estudiarse cada caso en particular según el funcionamiento de cada equipo y la importancia del sistema para las actividades que realiza el buque. Otro factor a tener en cuenta, son los recursos disponibles. Se aplicará mantenimiento preventivo o correctivo.

Por último, para los equipos de criticidad baja se aplicará mantenimiento correctivo ya que su fallo no influye en la disponibilidad del buque.

En resumen:

- Criticidad alta: Mantenimiento preventivo y correctivo.
- Criticidad media: Mantenimiento preventivo y correctivo.
- Criticidad baja: Mantenimiento correctivo.

6.2. TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO

El mantenimiento predictivo consta de una serie de ensayos de carácter no destructivo orientados a realizar un seguimiento del funcionamiento de los equipos para detectar signos de advertencia que indiquen que alguna de sus partes no está trabajando de la manera correcta.

A través de este tipo de mantenimiento, una vez detectadas las averías, se puede, de manera oportuna, programar las correspondientes reparaciones sin que afecte al proceso de producción y prolongado con esto la vida útil de las máquinas.

Los ensayos que más se utilizan son los siguientes:

- Inspección visual.
- Análisis de aceite.
- Análisis de vibraciones.
- Termografía
- Análisis por ultrasonido
- Inspección por partículas magnéticas.
- Análisis por líquidos penetrantes.

En las siguientes páginas se va a explicar cada uno de los ensayos y, posteriormente, se adjunta la planificación del mantenimiento predictivo según el método que se vaya a utilizar.

6.2.1. Inspección visual.

La inspección visual se puede definir como *“el examen de un material, pieza o producto para evaluar su conformidad usando la vista, sola o con ayuda de alguna herramienta”*. Se caracteriza por su sencillez, facilidad de aplicación, rapidez y economía, ya que no genera costes. La inspección visual identifica fallos, facilitando su corrección. El éxito de la inspección dependerá de los siguientes factores:

- La experiencia y conocimientos de la persona que la ejecute.
- La capacidad de procesar los datos obtenidos.
- El nivel de entrenamiento y la atención a los detalles.
- Las condiciones de luminosidad.

Es el ensayo no destructivo más usado y, aunque parezca una tarea simple, puede resultar de gran alcance si se ejecuta correctamente. Se realiza mediante diversas herramientas como lámparas estroboscópicas, espejos, lupas, reglas, pie de rey, etc.

6.2.2. Análisis de aceite.

El aceite lubricante tiene un papel fundamental en los equipos mecánicos. Reduce el desgaste producido por los movimientos de las piezas, controla la temperatura y ayuda a la limpieza de impurezas. Cuando el aceite presenta altos grados de contaminación y/o degradación, no cumple con estas funciones y la máquina comienza a fallar.

El análisis permite controlar el estado del aceite lubricante, cuantificando el grado de contaminación y/o degradación. El grado de contaminación del aceite está relacionado con la presencia de partículas de desgaste y de sustancias extrañas, por tal razón es un buen indicador del estado en que se encuentra la máquina. El grado de degradación del aceite sirve para determinar su estado, representa la pérdida en la capacidad de lubricar producida por una alteración de sus propiedades y la de sus aditivos.

La contaminación en una muestra de aceite está determinada por medio de la cuantificación de:

- Partículas metálicas de desgaste
- Combustible
- Contenido en agua
- Materias carbonosas

La degradación en una muestra de aceite está determinada por medio de la cuantificación de las siguientes propiedades:

- Constante dieléctrica.
- Basicidad.
- Detergencia.
- Viscosidad.

Estos análisis pueden realizar a bordo o mediante una empresa externa. En el primer caso, sólo se necesita el personal y equipo adecuado. Entre sus ventajas, destaca la rapidez de los resultados de los análisis y la reducción de costes de análisis por muestra. Un método fácil, rápido y económico es la medida de la constante dieléctrica del aceite con un equipo portátil. En el segundo caso, debe enviarse una muestra del aceite a un laboratorio especializado, con los consiguientes gastos económicos

6.2.3. Análisis de vibraciones

Técnica de mantenimiento predictivo que se basa en el estudio del funcionamiento de las máquinas rotativas a través del comportamiento de sus vibraciones.

Todas las máquinas tienen ciertos niveles de vibración, considerados normales, cuando se encuentran funcionando. Sin embargo, cuando las vibraciones se producen fuera de estos niveles, es síntoma de que presentan alguna anomalía. Un exceso de vibraciones provoca pérdida de energía, desgaste de materiales o ruidos en el ambiente de trabajo, razones por las que es necesario evaluar el estado de las vibraciones de una máquina.

Para realizar correctamente este ensayo debe conocerse perfectamente la máquina, deben tenerse datos de: la velocidad de giro, el tipo de cojinetes, de correas, el número de alabes, palas, etc. Otro punto fundamental es fijar en que partes de la máquina se realizarán las mediciones y el equipo más adecuado a utilizar.

Las vibraciones pueden analizarse midiendo su amplitud o descomponiéndolas de acuerdo a su frecuencia, así cuando la amplitud de la vibración sobrepasa los límites permisibles o cuando el espectro de vibración varía a través del tiempo, significa que algo malo está sucediendo y que el equipo debe ser revisado.

Los fallos que se pueden detectar aplicando esta técnica de mantenimiento predictivo son:

- Desalineamiento
- Resonancia
- Problemas en bombas
- Rodamientos dañados
- Defecto en transmisiones por correa...
- Roces, holguras...

La maquinaria crítica susceptible de ser monitorizada es la siguiente:

- Bombas centrífugas
- Motores Diesel y generadores de equipos electrógenos
- Cajas reductoras centrífugas
- Compresores rotativos, de tornillo y alternativos.
- Ventiladores

Siempre que sea posible las vibraciones se deben medir en condiciones de navegación buenas si se usan acelerómetros.

6.2.3.1. Equipos utilizados para análisis y medida de vibraciones

- Transductor de proximidad.

Mide en cada instante de tiempo la distancia que existe entre la superficie que vibra y otra superficie (considerada fija) en donde se coloca la sonda de proximidad. Las sondas de este tipo más comúnmente utilizadas son las de tipo magnético. Estas generan un campo electromagnético que se ve afectado cuando un cuerpo se acerca o se aleja de él, siendo su magnitud proporcional a la distancia y la forma en la que mide. Su aplicación principal es en turbinas de propulsión.

- Transductor de velocidad.

Miden velocidades de vibración y están conformados por una masa magnética coloca sobre un resorte y rodeada de una bobina. El voltaje generado por el movimiento de la masa dentro de la bobina es proporcional a la velocidad de la superficie en la cual es montado el instrumento. Integrando esta señal puede obtenerse el desplazamiento.

- Acelerómetros.

Mide aceleraciones y está conformado por una masa muy pequeña montada sobre un cristal piezoeléctrico, el cual actúa como un resorte rígido mientras se genera una carga proporcional a la aceleración. Son los más utilizados.

- Vibrómetros.

Equipos portátiles que permite visualizar las señales de vibración y extraer valores característicos.

6.2.4. Termografía.

La termografía por infrarrojos permite calcular temperaturas a distancia, con exactitud y sin necesidad de contacto físico con el objeto a estudiar, por lo que no es necesario interrumpir la actividad del equipo.

Se basa en la medición de la radiación del espectro infrarrojo del objeto en estudio. La temperatura de un objeto, puede ser medida por métodos de contacto o no contacto, la ventaja de la termografía es que es sin contacto. En muchas ocasiones, es conveniente hacer registros sin contacto, ya sea por razones de seguridad, por limitaciones de acceso al objeto, o simplicidad. Entre sus ventajas destaca:

- Método de análisis sin detención de procesos productivos, ahorra gastos.
- Baja peligrosidad para el operario por evitar la necesidad de contacto con el equipo.
- Determinación exacta de puntos deficientes en una instalación.
- Reduce el tiempo de reparación por la localización precisa del fallo.

Un incremento de la temperatura, por lo general representa un problema de tipo electromecánico, de fricción, de refrigeración o lubricación en algún componente de la máquina. Las áreas en que se utilizan las cámaras termográficas son las siguientes:

Tabla 41. Aplicaciones termografía

Instalaciones eléctricas	Equipos mecánicos	Otras aplicaciones
Estado de conexiones, bornes y aisladores.	Análisis de motores y generadores.	Estado y estudio de válvulas.
Estado de bobinados de motores/generadores	Diagnóstico de estado de cojinetes y sistemas de transmisión	Estudio de pérdidas térmicas
	Análisis de rodamientos y poleas	Fugas de vapor
	Desalineamiento	Nivel de líquidos de tanques (y sólido)

6.2.5. Análisis por ultrasonidos.

El análisis por ultrasonido se define como un procedimiento de inspección no destructiva de tipo mecánico, que se basa en la impedancia acústica, la que se manifiesta como el producto de la velocidad máxima de propagación del sonido entre la densidad de un material.

Las ondas de ultrasonido tienen la capacidad de atenuarse muy rápido debido a su corta longitud, esto facilita la detección de la fuente que las produce a pesar de que el ambiente sea muy ruidoso.

Los instrumentos encargados de convertir las ondas de ultrasonido en ondas audibles se llaman medidores de ultrasonido o detectores ultrasónicos. Por medio de estos instrumentos las señales ultrasónicas transformadas se pueden escuchar por medio de audífonos o se pueden observar en una pantalla.

El análisis de ultrasonido permite:

- Detectar fricción en máquinas rotativas.
- Detectar fallos y/o fugas en válvulas.
- Detectar fugas en fluidos.
- Detectar arco eléctrico.
- Verificar la integridad de juntas de recintos estancos.

Aplicaciones del ultrasonido:

- Detección y caracterización de discontinuidades
- Medición de espesores, extensión y grado de corrosión
- Determinación de características físicas
- Características de enlace entre materiales.

Entre las ventajas del ultrasonido destaca:

- Sólo se requiere acceso por un lado del material a inspeccionar.
- Tiene alta capacidad de penetración y los resultados de prueba son conocidos inmediatamente.
- Se tiene mayor exactitud al determinar la posición de las discontinuidades internas, estimando sus dimensiones, orientación y naturaleza.
- Alta sensibilidad para detectar discontinuidades pequeñas y buena resolución que permite diferenciar dos discontinuidades próximas entre sí.
- No requiere de condiciones especiales de seguridad.

Por otro sus limitaciones son:

- Dificultad para inspeccionar piezas con geometría compleja, espesores muy delgados o de configuración irregular.
- Es afectado por la estructura del material
- El equipo puede tener un costo elevado, que depende del nivel de sensibilidad y de sofisticación requerido.
- Personal debe estar cualificado y, generalmente, requiere de mayor entrenamiento y experiencia para este método que para cualquier otro de los métodos de inspección.

6.2.6. Análisis por líquidos penetrantes.

Se emplea para detectar e indicar discontinuidades que afloran a la superficie de los materiales examinados. Esta prueba consiste en aplicar un líquido fluorescente en la superficie a examinar, el cual penetra en las discontinuidades del material debido al fenómeno de capilaridad. Después de cierto tiempo, se remueve el exceso de penetrante, mediante el uso de algún material absorbente y se aplica un revelador de color diferente al líquido penetrante, el cual generalmente es un polvo blanco, que absorbe el líquido que ha penetrado en las discontinuidades o aberturas superficiales y sobre la capa de revelador se delinea el contorno de ésta.

Se han desarrollado variedad de técnicas de inspección adaptadas para una aplicación y sensibilidad específica.

Descripción general del método.

1. Limpieza inicial y secado.
2. Aplicación del líquido penetrante y tiempo de penetración.
3. Limpieza intermedia.
4. Secado
5. Aplicación del revelador
6. Inspección y evaluación
7. Limpieza final

El análisis por líquidos penetrantes se realizará al eje de cola con una frecuencia que coincida con las varadas programadas para el buque. Suele ser interesante para inspeccionar la bocina o cojinetes de apoyo de la línea de ejes.

Tabla 42. Programación inspección visual

Técnicas de mantenimiento predictivo						
INSPECCIÓN VISUAL						
SISTEMA	EQUIPO	FRECUENCIA				
		semanal	1	3	6	12
		Meses				
CASCO, CUBIERTA Y ESTRUCTURA	Quilla				X	
	Roda				X	
	Casco de acero				X	
	Codastes				X	
	Cuaderna			X		
	Bulárcama			X		
	Superestructura			X		
PROPULSIÓN	Reductora				X	
	Bocina				X	
	Hélice				X	
ACHIQUE	Bombas	X				
CONTRAINCENDIOS	Bombas	X				
AGUA DULCE, AGUAS GRISES Y NEGRAS	Todos los elementos	X				
GOBIERNO	Bombas		X			
	Cilindros		X			
	Cuadro eléctrico servomotor			X		
	Mecha					X
ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE	Válvulas		X			
	Tanques de combustible				X	
FONDEO	Todos los elementos		X			
	Molinete			X		
	Estopor			X		
FRIGORÍFICO Y DE CONGELACIÓN	Maquinaria parque de pesca		X			
	Serpentines			X		
	Cuadro de mando			X		
EQUIPOS AUXILIARES	Estachas		X			
	Bitas			X		
	Guías-cabo			X		
PUENTE	Cableado y conexiones			X		

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

Tabla 43. Programación análisis de aceite lubricante

Técnicas de mantenimiento predictivo		
ANÁLISIS DE ACEITE LUBRICANTE		
SISTEMA	EQUIPO	PERIODICIDAD
PROPULSIÓN	Motor F360TA	3 meses
	Reductora R360	3 meses
	Toma de fuerza	3 meses
ELÉCTRICO	Motor H44	3 meses
	Motor H74	3 meses
	Generadores	3 meses
ACHIQUE	Bombas	6 meses
CONTRAINCENDIOS	Bombas	6 meses
GOBIERNO	Bombas	6 meses
FRIGORIFICO Y DE CONGELACIÓN	Bombas centrífugas	3 meses
	Compresores	3 meses

Tabla 44. Programación análisis por vibraciones.

Técnicas de mantenimiento predictivo		ANÁLISIS DE VIBRACIONES											
SISTEMA	EQUIPO	FRECUENCIA (Mensual)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PROPULSIÓN	Motor F360TA			X			X			X			X
	Reductora R360			X			X			X			X
ELÉCTRICO	Motor H44			X			X			X			X
	Motor H74			X			X			X			X
	Gen. SINCRO			X			X			X			X
ACHIQUE / C.I.	Bombas			X			X			X			X
GOBIERNO	Bombas			X			X			X			X
FRIGORIFICO/	Compresor			X			X			X			X

Tabla 45. Programación termografía

Técnicas de mantenimiento predictivo													
TERMOGRAFÍA													
SISTEMA	EQUIPO	FRECUENCIA (mensual)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PROPULSIÓN	Motor F360TA						X						X
	Reductora R360						X						X
	Baterías						X						X
	Cajas de conexiones												X
	PTO						X						X
ELÉCTRICO	Motor H44						X						X
	Motor H74						X						X
	Generadores						X						X
	Cuadro eléctrico principal				X				X				X
	Cuadro de servicios de puente y alumbrado exterior				X				X				X
	Cuadro de fuente de alimentación				X				X				X
	Cuadro de servicio de equipos electrónicos				X				X				X
	Cuadro de alarmas				X				X				X
	Cuadro de luces de navegación						X						X
	Cuadro eléctrico de carga de baterías de emergencia						X						X
ACHIQUE / C.I.	Bombas						X						X
GOBIERNO	Bombas						X						X
FRIGORIFICO / CONGELACIÓN	Bombas centrífugas				X				X				X
	Compresores				X				X				X

6.3. GAMAS DE MANTENIMIENTO

Tras el análisis y el desarrollo de las técnicas de mantenimiento predictivas, se ha optado por agrupar las tareas de mantenimiento en gamas temporales. Las gamas de mantenimiento ya se han definido anteriormente, en este apartado se desarrollará cada una de ellas. En las tablas, para simplificar, se ha usado: “MP” para hacer referencia al motor principal, “C.I.” para el sistema contra incendios y “C.E” para el cuadro eléctrico.

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

GAMA SEMANAL O AL ARRANCAR EL BUQUE		
Sistema	Elemento	Tareas de mantenimiento
PROPULSIÓN	Motor F360TA, Reductora R360 y PTO	Comprobar nivel de aceite lubricante, rellenar si es necesario
		Comprobar nivel de combustible, rellenar si es necesario
		Comprobar la presión de aceite
		Inspección de las partes móviles
		Revisar la temperatura
		Comprobar el nivel de refrigerante, rellenar si es necesario
ACHIQUE	Bombas de achique	Inspección visual
		Comprobar funcionamiento bombas
CONTRAINCENDIOS	Bombas de CI	Inspección visual
		Comprobar funcionamiento bombas
FRIGORÍFICO Y DE CONGELACIÓN	Cubierta de pesca	Limpieza de la maquinaria del parque de pesca
EQUIPOS DE PUENTE		Comprobar funcionamiento equipos
ELÉCTRICO	Alternadores	Comprobar funcionamiento del alternador
		Comprobar el nivel de aceite
		Comprobar ventilación, limpieza ventilador y filtros
		Observar ruidos y vibraciones
		Comprobar la temperatura
	Motores H74 Y H44	Comprobar nivel de aceite lubricante, rellenar si es necesario
		Comprobar nivel de combustible
		Comprobar la presión de aceite
		Revisar la temperatura
		Comprobar el nivel de refrigerante, rellenar si es necesario
AGUA DULCE, AGUAS GRISAS Y NEGRAS		Inspección visual
		Comprobación funcionamiento

GAMA QUINCENAL		
Sistema	Elemento	Tareas de mantenimiento
CASCO, CUBIERTA Y ESTRUCTURA	Cubierta principal	Limpieza con agua dulce
PROPULSIÓN	Baterías MP	Comprobación de carga, tasa y ciclos de carga
	Motor F360TA	Pruebas de arranque
	Bocina	Engrase
ALMACENAMIENTO COMBUSTIBLE	Tanques de combustible	Sondeo

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

GAMA MENSUAL		
Sistema	Elemento	Tareas de mantenimiento
PROPULSIÓN	Baterías (MP)	Limpieza y apriete de bornes
		Comprobar el nivel de líquido de la batería
	Sist. combustible (MP)	Limpieza filtro separador de agua
	Sist. lubricación (MP)	Limpieza filtro centrifugo de aceite
	Reductora R360	Engrase
		Limpieza externa y pasos de aire para ventilación
	PTO	Engrase
Limpieza externa y pasos de aire para ventilación		
GOBIERNO	Bombas	Inspección, limpieza y engrase
	Cilindros	Reposición de fluido lubricante
		Inspección visual
ALMACENAMIENTO COMBUSTIBLE	Bomba trasiego	Engrase
	Válvulas	Inspección visual
	Cierre tanques (tapones)	Limpiar y lubricar
ACHIQUE	Bombas de achique	Engrase
		Control visual de pérdidas y tornillos flojos
	Sentinas	Comprobación de las alarmas de alto nivel de sentinas
ELÉCTRICO	Generadores SINCRO	Inspección cojinetes y nivel de lubricación
		Controles devanados y del aislamiento eléctrico
		Inspección fugas
		Comprobar conexiones
	Motores H74 Y H44	Cambio de aceite y del filtro de aceite
		Comprobación del tensado de la correa del ventilador
		Cambio de cartucho del filtro de combustible
		Engrase bomba refrigerante
Baterías (MA)	Comprobar el nivel de líquido de la batería	
Cuadros eléctricos	Control estado general de limpieza	
Toma de corriente desde tierra	Limpieza externa	
AGUA DULCE, AGUAS GRISES Y NEGRAS	Potabilizadora	Limpieza del filtro de discos
		Comprobar presostatos
		Comprobar fugas en el circuito
HABILITACIÓN		Limpieza general
FONDEO		Inspección visual de todos los componentes
FRIGORÍFICO Y DE CONGELACIÓN		Inspección visual maquinaria del parque de pesca
		Verificar niveles de refrigerante y aceite en la instalación
		Comprobar hermeticidad de los túneles, cámaras y serpentines
EQUIPOS AUXILIARES	Estachas	Inspección visual
	Maquinillas	Engrase

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

GAMA TRIMESTRAL		
Sistema	Elemento	Tareas de mantenimiento
PROPULSIÓN	Sist. admisión (MP)	Limpieza filtro de admisión
	Motor F360TA	Limpieza filtro del circuito de refrigeración
		Revisión de elementos de seguridad y conexiones
	Baterías (MP)	Verificación de conexiones de baterías y motor
	Sist. de exhaustación (MP)	Medida de presión de gases de cárter
		Limpieza malla metálica (cárter)
	Sist. lubricación (MP)	Análisis del aceite
Análisis de aceite		
Reductora R360	Análisis de aceite	
	Limpieza filtro de aceite y su cámara	
GOBIERNO	C.E. servomotor	Inspección visual y limpieza externa
	Cuadro de control	Limpieza
		Comprobar funcionamiento (botones, conexiones)
FONDEO	Molinete	Inspección y engrase
	Estopor	Inspección y engrase
AGUAS DULCES, A. GRISAS/NEG.	Bomba	Limpieza y análisis de aceite
FRIGORÍFICO/ CONGELACIÓN		Realizar puesta en marcha y regulación
		Inspección cuadro de mando
	Compresores	Comprobar pistones, cilindros, cojinetes...
		Análisis de aceite
	Condensadores y evaporadores	Comprobar valores de manómetros, termostatos, ...
		Comprobar estanqueidad de los hace tubulares
	Túneles de congelación	Estado de las placas de contacto
	Ventiladores	Instalación eléctrica y mecánica de ventiladores
Serpentines	Inspección visual y limpieza	
ELÉCTRICO	Generadores	Revisión general / Arranque
	Toma de corriente desde tierra	Comprobar conexiones
	Motores H44 y H74	Cambiar el filtro de combustible
CONTRAINCEND	Alarma CI	Comprobación de señal de alarma
		Comprobación funcionamiento detectores
	Bombas CI	Puesta en marcha desde dos ubicaciones (CM y puente)
		Revisión de fugas
	Sistema de CO2	Estado de las botellas y local
		Parada automática de la ventilación en CM
Apertura del local, comprobando las alarmas acústicas y sonoras en CM		
EQUIPOS DE PUENTE		Inspección visual del cableado y conexiones
		Limpieza
EQUIPOS AUXILIARES	Bitas	Inspección visual
	Guías-cabo	Inspección visual

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

GAMA SEMESTRAL O BIANUAL		
Sistema	Elemento	Tareas de mantenimiento
PROPULSIÓN	Sistema admisión (MP)	Verificación de filtros de aire
	Motor F360TA	Medida de compresión de cilindros
CASCO, CUBIERTA Y ESTRUCTURA	Cuaderna	Inspección visual
	Superestructura	Inspección visual
	Bulárcama	Inspección visual
Inspección de uniones		
ALMACENAMIENTO COMBUSTIBLE	Tanques de combustible	Inspección visual
FRIGORÍFICO / CONGELACIÓN	Bodega frigorífica	Limpieza por parte de una empresa externa
	Bodega de congelación	Limpieza por parte de una empresa externa
ACHIQUE	Sentina	Limpieza
	Bombas	Engrase rodamientos
AGUAS DULCES, AGUAS GRISES Y NEGRAS	Tanques	Limpieza
ELÉCTRICO	Motores H44 y H74	Reglaje de válvulas
FONDEO	Cadena y ancla	Inspección, reparaciones y limpieza
	Caja de cadenas y escoben	Limpieza

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

GAMA ANUAL		
Sistema	Elemento	Tareas de mantenimiento
CASCO, CUBIERTA Y ESTRUCTURA	Quilla	Inspección visual
	Roda	Inspección visual
	Casco de acero	Inspección visual
	Codaste	Inspección visual
	Cuaderna	Pintado
	Bulárcama	Pintado
PROPULSIÓN	Motor F360TA	Verificación del estado de las juntas de tapas de balancines y cambio si procede
	Sistema de admisión (MP)	Revisión de la holgura axial y radial de los turbocompresores
		Cambio del filtro de admisión
	Sist. de exhaustación	Medida de contrapresión de escape
	Sistema de refrigeración (MP)	Limpieza del intercambiador de calor
		Cambio de líquido de refrigerante
	Sistema de combustible	Comprobar cartucho del filtro separador de agua
		Comprobar las conexiones de las bombas de inyección
		Desmontaje, inspección, limpieza de la válvula de cebado
	Reductora R360	Cambio de aceite
		Control visual de los acoplamientos flexibles
		Control visual de los discos de embrague
		Control visual de los engranajes
		Control de las bombas de aceite
		Revisar la unidad de control
		Revisar los actuadores mecánicos y eléctricos
Limpiar el enfriador de aceite		
Comprobar los retenes en ejes de entrada y salida		
PTO	Cambio de aceite	
Bocina	Inspección visual	
Hélice	Inspección visual y limpieza	
ALMAC. COMBUSTIBLE	Tanques	Limpieza
	Válvulas	Desmontaje, chorreado y pintado
GOBIERNO	Cuadro eléctrico	Inspección
AGUA DULCE, AGUAS GRISES Y NEGRAS	Válvulas	Desmontaje y limpieza
		Pruebas hidráulicas circuito
EQUIPOS DE PUENTE		Inspección por parte de la administración
ABANDONO		Inspección por parte de la administración
CONTRAINCENDIOS		Inspección por parte de la administración
	Bombas CI	Revisiones bombas
		Cambio de aceite
SEGURIDAD	Botiquín	Inspección por parte de la administración
ELÉCTRICO		Purga del depósito de combustible

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

	Motores H74 y H44	Limpieza del intercambiador de calor (SR)
		Verificación del estado de las juntas de tapas de balancines y cambio si procede
		Cambio del filtro de admisión
		Inspección tuberías combustible
		Comprobar y limpiar inyectores
		Engrase bomba de refrigeración
	Alternadores SINCRO	Revisión general
		Limpieza interior y pintado
		Comprobar devanados
		Análisis de vibraciones (estado de cojinetes)
		Probar resistencia de aislamiento y puesta a tierra
	Comprobar lubricación, cambiar y limpiar conductos	
	Cuadros eléctricos	Verificación existencia y estado cartelería, etiquetas y placas
		Verificar funcionamiento de pulsadores de emergencia
		Control estado general de pintura (oxidaciones)
		Control estado general (cierre, apertura, estanqueidad, limpieza)
		Inspección ventilación del cuadro
		Inspección funcionamiento interruptores y señalización
		Revisión apriete bornas conexión conductores
		Inspección de vibraciones
		Inspección estado de conductores llegada
		Control estado puesta a tierra del cuadro
		Inspección conductores salida del cuadro
		Inspección funcionamiento aparatos de medida
		Medida de la resistencia de la puesta a tierra del cuadro
		Inspección de corrosión interior
		Inspección humedad

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

GAMA BIENAL		
Sistema	Elemento	Tareas de mantenimiento
ACHIQUE	Bombas	Desmontaje y limpieza
	Válvulas	Desmontaje y limpieza
	Circuito tuberías	Prueba hidrostática
PROPULSIÓN	Timón	Renovación ánodos
	PTO	Inspección general
EXHAUSTACIÓN		Desmontaje, inspección y limpieza de componentes
		Sustitución de conductos y juntas del sistema
ELÉCTRICO	Generadores SINCRO	Sustitución rodamientos
	Motores H44 Y H74	Cambio de refrigerante
		Inspección de turbocompresores y del enfriador de aire (taller externo)
		Limpieza del sistema de refrigeración
GOBIERNO	Mecha	Inspección visual mecha y sujeciones

GAMA TRIENAL		
Sistema	Elemento	Tareas de mantenimiento
PROPULSIÓN	MOTOR F360TA	Revisión del arranque eléctrico o neumático
		Medida del desgaste de camisas
	Sistema de admisión (MP)	Reacondicionamiento de turbocompresores
	Sistema de exhaustación (MP)	Desmontaje, inspección y limpieza de los componentes
		Limpieza del cárter de aceite
	Sistema de refrigeración (MP)	Verificación del termostato del circuito de refrigeración
		Inspección termostato del circuito de refrigeración
		Limpieza de haces y cambio de juntas del intercambiador y refrigeradores
	Sistema de lubricación	Cambio de termostato de aceite
	Sistema de combustible (MP)	Inspección y ajuste de bombas de inyección
Inspección bomba de alimentación de combustible		
Cambio de manguito y abrazaderas		
Reductora	Reacondicionamiento	
CASCO, CUBIERTA Y SUPERSTRUCTURA	Hélice	Renovación ánodos de sacrificio.
	Casco de acero	Renovación ánodos de sacrificio
		Inspección tomas de mar

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

GAMA QUINQUENAL		
Sistema	Elemento	Tareas de mantenimiento
CASCO, CUBIERTA Y ESTRUCTURA	Quilla	Limpieza y pintado
	Roda	Limpieza y pintado
	Casco de acero	Limpieza y pintado
	Codastes	Limpieza y pintado
	Superestructura	Limpieza y pintado
PROPULSIÓN	Motor F360TA	Reacondicionamiento de culatas
		Verificación del sistema de accionamiento de válvulas, balancines, empujadores...
		Cambio de los elementos elásticos del acoplamiento motor-alternador
		Cambio de pistones, camisas, cojinetes, tornillos de biela
		Cambio de manguitos y abrazaderas
	Sistema de combustible (MP)	Reacondicionamiento de la bomba de alimentación de combustible
	Baterías (MP)	Cambio de baterías
	Sistema de refrigeración (MP)	Reacondicionamiento de bomba de agua principal
		Reacondicionamiento de bomba de agua auxiliar
		Cambio de termostatos del circuito de refrigeración
	Eje de cola	Desmontaje y limpieza
		Inspección mediante líquidos penetrantes
	Bocina	Desmontaje y limpieza
Hélice	Desmontaje, chorreado y pintado	
ELÉCTRICO	Motores H44 Y H74	Desmontaje, inspección y limpieza de los componentes
		Cambio de pistones, camisas, cojinetes...
		Cambio de elementos elásticos (juntas)
		Reacondicionamiento intercambiador de calor
		Cambio de termostatos
		Reacondicionamiento bombas de agua y combustible
		Reacondicionamiento turbocompresores y elementos sistema admisión
	Baterías (MA)	Cambio de baterías

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

A continuación, se muestran las gamas horarias de los motores principales.

Tabla 46. Gama horaria motores auxiliares

PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO DE MOTORES DE LA SERIE H						
Tareas de mantenimiento	FRECUENCIA/HORAS DE FUNCIONAMIENTO					
	10	50	300	600	1200	2400
Comprobación del nivel de aceite del motor	X					
Comprobación del nivel de refrigerante	X					
Detección de fugas de aceite, combustible o refrigerante	X					
Limpieza del ciclón del filtro de aire	X					
Vaciado del colector de agua		X				
Limpieza / cambio del filtro de aire		X				
Limpieza externa del sistema de refrigeración		X				
Cambio del aceite motor y del filtro de aceite			X			
Comprobación del tensado de la correa del ventilador			X			
Verificación del nivel de electrolito en la batería			X			
Cambio del cartucho del filtro de combustible				X		
Purga del agua del depósito de combustible				X		
Engrase de la bomba de refrigerante				X		
Ajuste de las válvulas					X	
Inspección y limpieza de los inyectores						X
Inspección del turbocompresor y del refrigerador en un taller autorizado	CADA 4800 HORAS					
Cambio del refrigerante	CADA DOS AÑOS					

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

Tabla 47. Gama horaria motor principal F360TA

INTERVENCIONES PERIÓDICAS	INTERVALO
Descripción de la intervención	600 H
Análisis de aceite usado	
Cambio de aceite (cárter y enfriador)	
Limpieza del filtro centrifugo de aceite	
Limpieza de la malla metálica del respiradero de gases del cárter	
Medida de presión de gases del cárter	
Verificación del nivel de líquido de baterías	
Verificación de conexiones de baterías y motor de arranque	1800 H
Cambio de filtros de combustible	
Verificación de filtros de aire	3600 H
Reglaje de balancines y empujadores	
Cambio de inyectores	5400 h
Cambio de filtros de aire	
Cambio de cartucho del filtro separador de agua (del combustible)	
Verificación del estado de las juntas de tapas de balancines	10800 H
Cambio del líquido refrigerante	
Reacondicionamiento de culatas	
Limpieza de pistones, camisas y apoyo de la culata en bloque	
Medida del desgaste de camisas	
Reacondicionamiento de compresores	
Limpieza del cárter de aceite	
Cambio del termostato de aceite	
Verificación de los termostatos del circuito de refrigeración	
Revisión del motor de arranque eléctrico o neumático	
Verificación y ajuste de bombas de inyección	21600 H
Verificación de la bomba de alimentación de combustible	
Cambio de manguitos y abrazaderas	
Cambio de pistones, camisas, elementos elásticos	
Verificación de suspensiones elásticas y alineaciones	
Verificación de biela completa	43200 H
Cambio de los termostatos del circuito de refrigeración	
Reacondicionamiento general bombas del circuito principal y auxiliar	
Revisión general del motor, incluyendo todos sus componentes y subsistemas principales	43200 H
Reacondicionamiento bomba de aceite	
Cambio de turbocompresores, bielas y juntas del motor	

6.4. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Como ya se ha explicado, aún aplicado todas las medidas preventivas, siempre existe la posibilidad de que aparezcan fallos imprevistos. Para tal caso, la tripulación debe estar formada en qué medidas tomar para solucionarlas. En este apartado se explicará cómo solventar los fallos más comunes que se produzcan en los equipos.

- Averías de los motores.

Problema	Causa	Solución
El motor no arranca al enviar la señal de puesta en marcha	Batería vacía o defectuosa	Cargar o sustituir
	Fallo en las conexiones	Comprobar conexiones y cableado
El motor se pone en marcha de manera irregular	Inyector defectuoso	Sustituir
	Aire en el sistema de combustible	Purgar el sistema de combustible
	Fallo en las conexiones	Comprobar conexiones y cableado
Temperatura elevada del aire de admisión	Líquido refrigerante	Revisar y cambiar si es necesario
	Intercambiador de calor sucio	Limpieza
	Elevada temperatura de la C.M	Revisar ventilación
Presión de aire de carga inadecuada	Filtro de admisión sucio	Limpieza
	Turbocompresor defectuoso	Revisión por parte de la tripulación / Avisar al especialista.
	Intercambiador de calor sucio	Limpieza
Pérdida de líquido refrigerante	Fugas en el sistema	Revisión por parte de la tripulación / Avisar al especialista.
Gases de escape de color negro	Carga excesiva del motor	Revisión por parte de la tripulación / Avisar al especialista.
Gases de escape de color azul	Demasiado aceite	Vaciar el aceite del motor
	Suciedad en el filtro centrifugo	Limpieza o sustitución
Gases de escape de color blanco	Agua en el combustible	Purgar el prefiltro de combustible
	Fugas en el intercambiador	Avisar al servicio técnico

- Averías en generadores

Problema	Causa	Solución
No hay voltaje	Interruptor de salida abierto	Reiniciar el interruptor y comprobar la tensión del interruptor en el generador
	Cables	Comprobar la continuidad
	Rotor o estator no funcionan	Comprobar y/o cambiar
Paradas repentinas del generador	Regular mal ajustado	Ajustar el regulador
	Fusible del regulador de voltaje fundido	Reemplazar

- **Averías en reductoras**

Problema	Causa	Solución
Temperatura de aceite inadecuada	Flujo de agua en el enfriador	Aumentar/ disminuir el flujo de agua
	Discos de embrague	Ajustar el mecanismo de acoplamiento
presión de aceite baja	Bombas en mal estado	Cambiar
	Fugas en el sistema	Buscar y reparar
	Baja viscosidad	Cambiar de aceite
Rápida disminución del nivel de aceite	Pérdidas en uniones o tuberías	Reparar
	Pérdidas de aceite en el agua de refrigeración	Reparar el fallo y cambiar el intercambiador si es necesario.

- **Averías en compresores.**

Problema	Causa	Solución
El compresor no alcanza la presión final	Pistones desgastados	Cambiar pistones
	Holgura excesiva del pitón	Comprobar holgura y sustituir partes necesarias
Insuficiente caudal de salida	Fugas en las conducciones	Revisar y apretar las conducciones
	Filtro de admisión sucio	Limpiar o sustituir el filtro de admisión
Calentamiento excesivo del compresor	Insuficiente suministro de aire de refrigeración	Comprobar sistema de ventilación de la cámara
Excesivo consumo de aceite	Desgaste de pistones, cilindros	Sustituirlos

- **Averías en casco**

Problema	Solución
Corrosión en algunas zonas de cubierta	Primero, debe picarse la zona con corrosión, tras esto se le aplicará amina y se procederá al pintado.

- **Averías en equipos de puente**

Problema	Causa	Solución
No se enciende los equipos de puente	Fuente de alimentación	Comprobar el cuadro eléctrico.
	Cables de conexión	Comprobar el estado de los cables.

6.5. TAREAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVAS / CORRECTIVAS REALIZADAS

Durante el desarrollo del proyecto se han realizado diversas tareas de mantenimiento e inspecciones. A continuación, se muestra un reportaje fotográfico de varias tareas que se han realizado al buque.

Las primeras tareas se han realizado con el casco a flote. En la primera imagen se puede observar el estado de los filtros de admisión del motor principal tras realizar la sustitución que debería realizarse cada año.



Figura 130. Cambio del filtro de admisión del motor principal

En la siguiente imagen se observa el estado de los inyectores de combustible del motor principal. Se cambio debido al desgaste de la aguja de inyección.



Figura 131. Sustitución inyectores por desgaste

En la siguiente imagen se muestra un ejemplo de tarea preventiva. La limpieza del intercambiador de calor y de los haces tubulares debe realizarse con una frecuencia anual, así como el cambio de los ánodos de sacrificio.



Figura 132. Limpieza del intercambiador de calor

Otras de las tareas que se llevaron a cabo fue el cambio de la correa del motor auxiliar H74 debido a su caducidad y al deterioro por un mal tensado. Se considerará correcta la tensión de la correa, si esta flexa unos 15/20 mm al ser apretada fuertemente con el dedo pulgar en el centro de la distancia entre las dos poleas. Conviene disponer siempre de una correa de repuesto.



Figura 133. Tensado de correa

Dentro de las tareas que se realizaron con el casco en seco se encuentran:

La siguiente imagen muestra el antes y después de los grifos de fondo tras realizar el desmontaje, inspección, limpieza y pintado. Cuando se realiza esta tarea también debe inspeccionarse las tomas de mar, las rejillas y realizar las reparaciones necesarias.

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”



Figura 134. Reacondicionamiento grifo de fondo

Otra tarea importante que debe realizarse en las varadas es la limpieza de la obra viva del buque, que debe eliminar las incrustaciones de microorganismo biológicos y la suciedad. La imagen posterior muestra el cambio de la obra viva tras eliminar los microorganismos y antes del pintado.



Figura 135. Limpieza de la obra viva, eliminando los microorganismos incrustados

Otra tarea que puede realizarse con el caso en seco o a flote es el reacondicionamiento de los cilindros del motor.



Figura 136. Reacondicionamiento del motor

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA



7. CONCLUSIONES

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

Un plan de mantenimiento no es obligatorio para un buque, pero es importante de cara al ahorro de costes de aquellas acciones encaminadas al buen funcionamiento de los sistemas que son requeridos por la administración para el despacho del barco. Los elementos críticos son los siguientes:

- Motor principal F360TA
- Motores auxiliares (H44 Y H74)
- Generadores
- Quilla, casco, roda, codastes, cubierta principal
- Hélice
- Sistema contraincendios, en especial, los equipos referentes al sistema de extinción de incendios por CO₂.
- Sistema de supervivencia y seguridad,
- Cuadros eléctrico principal
- Sistema de gobierno

Tras realizar el proyecto, he descubierto que realizar un plan de mantenimiento es un trabajo que requiere de mucha formación. La persona encargada debe tener formación teórica en relación a máquinas y realizar trabajo de campo para poder conocer a fondo la instalación a mantener, en este caso el buque. También la experiencia es un factor importante que puede ser de gran ayuda en el desarrollo de este tipo de proyectos.

En primer lugar, se debe recalcar la importancia del plan de mantenimiento en cualquier instalación, en este caso, para el buque pesquero Ciudad de Cartagena. Sus beneficios, ya mencionados, son numerosos. Se pueden visualizar a nivel operacional y en seguridad marítima, que son dos pilares fundamentales en el comercio marítimo. Por tanto, bajo mi punto de vista el presupuesto invertido en mantenimiento está totalmente justificado.

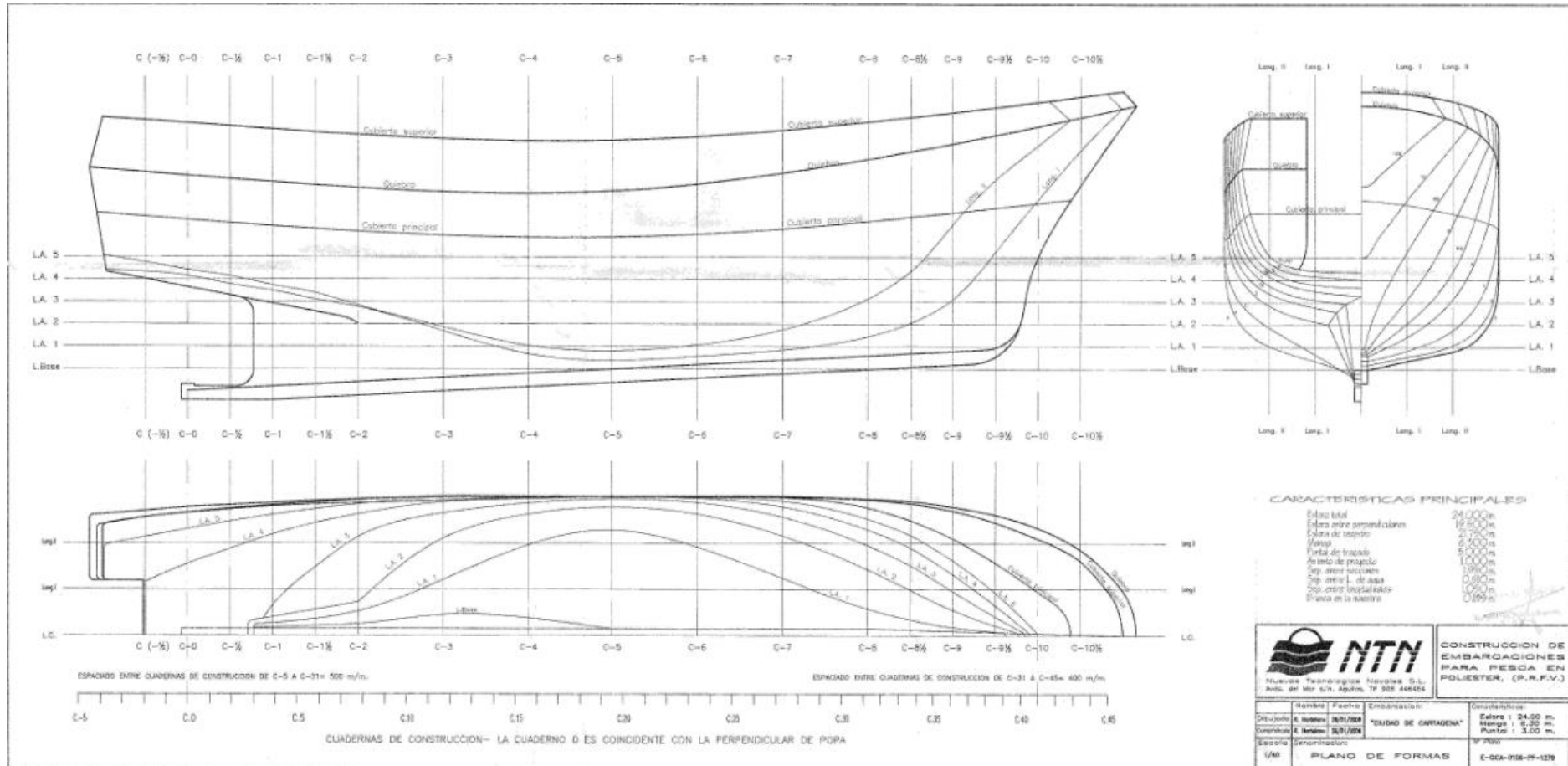
En segundo lugar, normalmente ningún plan de mantenimiento de un buque será completamente idéntico a otro, ya que cada plan se desarrolla para condiciones y necesidades específicas. En cuanto al desarrollo, el análisis de criticidad es un método recomendable para establecer el tipo de mantenimiento cuando no se dispone de un archivo de fallos de los equipos. Para la elección de las tareas se ha seguido las recomendaciones de los fabricantes teniendo en cuenta las condiciones de los equipos, de ahí las variaciones con respecto a los manuales de los fabricantes.

En último lugar, el plan de mantenimiento es susceptible a las modificaciones que se consideren necesarias. Se pueden modificar tanto las tareas propuestas como sus frecuencias. En relación con este punto, la planificación y el registro de las tareas es fundamental, tanto para el presente como para el futuro.

BIBLIOGRAFÍA

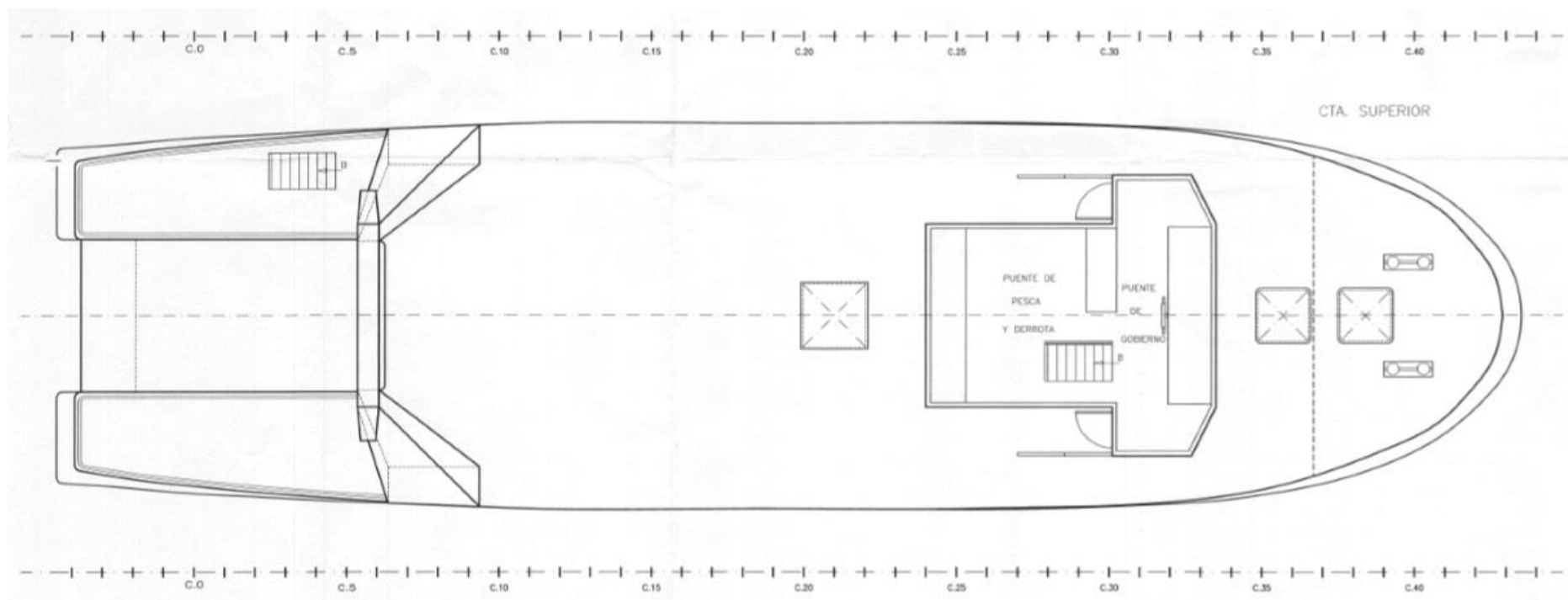
- Proyecto MEDGuard: <http://medguard-project.eu/es/proyecto-medguard/>
- Motores Diesel GUASCOR. Series H. Edición diciembre 2001. *Libro de uso y entrenamiento Motores Diesel GUASCOR*. REF 50.09.030
- Libro de recambios GUASCOR F360TA. Edición octubre 2008. REF 16.09.397
- Libro de recambios GUASCOR SH74TA. Edición diciembre 2008. REF 50.09.260
- Manual de instalación FGLD480/4
- Catálogo GUASCOR de motores y sistemas Diesel marinos.
- Equipos navales industriales. *Piloto automático NAVITRON NT-921. Manual técnico.*
- Manual de instrucciones. *AP35 Autopilot.*
- Manual del operador. *Sonda FURUNO modelo FCV -27.*
- Equipos navales industriales. *Manual del operador. Radar marino en color KODEN.*
- Manual de instrucciones. *NAVTEX JMC NT 900.*
- Manual técnico. *Compact VHF RT2048.*
- Manual del operador. *SAILOR RT5022 VHF DSC.*
- Manual de instrucciones. *Direction Finder TD-1550A.*
- Manual del propietario. *Balsa de salvamento.*
- Certificados buque Ciudad de Cartagena.
- Cuaderno de estabilidad buque Ciudad de Cartagena.
- José Manuel Mármol Sáez (2016). *Mantenimiento estructural y del casco de buques de carga*. Cartagena
- Rubén González Álvarez (2012). *Diseño del plan de mantenimiento para una embarcación de 32 metros.*
- Jorge Rodríguez Correa (2015). *Gestión de la seguridad operacional del buque y mantenimiento, departamento de máquinas.*
- Ana María Sánchez Gómez (2017). *Técnicas de mantenimiento predictivo. Metodología de aplicación en las organizaciones.*
- José Víctor Campuzano (2017). *Elaboración de recursos didácticos a bordo de un buque*. Cartagena.
- Real decreto 1032/1999, de 18 de junio, por el que se determinan las normas de seguridad a cumplir por los buques pesqueros de eslora igual o superior a 24 metros.
- Real decreto 1216/1997, de 18 de julio, para la evaluación y prevención de los riesgos en el trabajo a bordo de los buques de pesca.
- Apuntes de la asignatura sistemas propulsivos.
- Apuntes de la asignatura mecánica de máquinas.

ANEXO 1. PLANO DE FORMAS

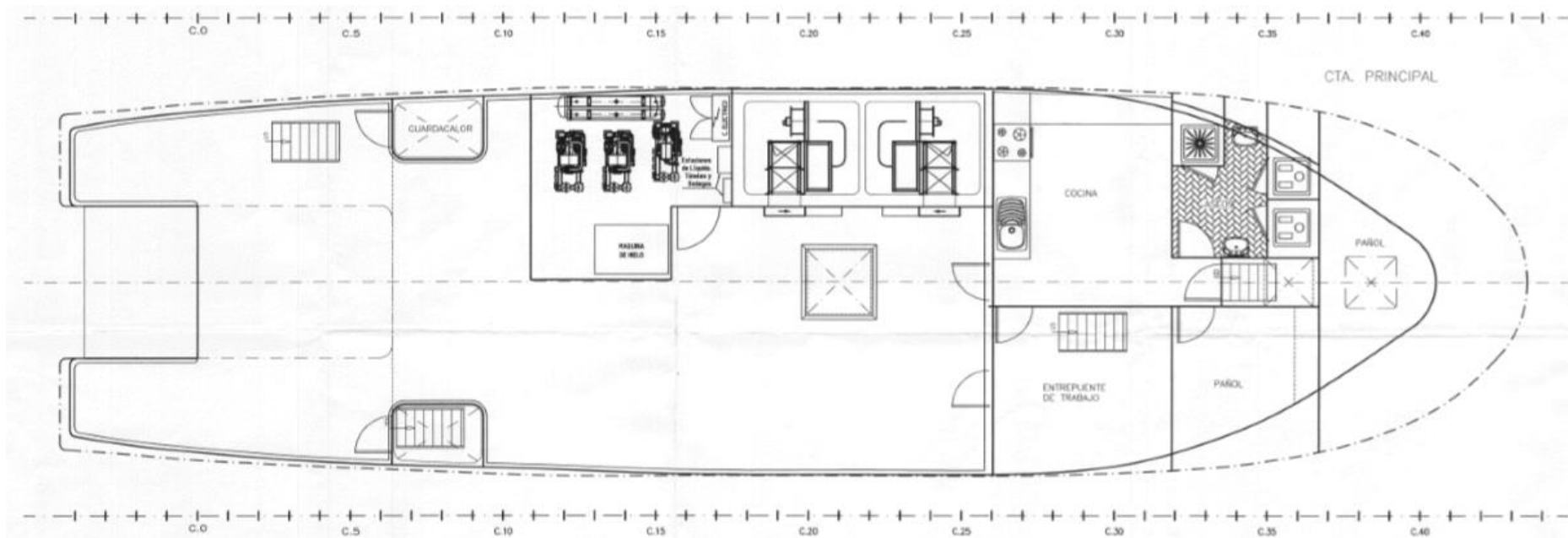


ANEXO 2. PLANO DE DISPOSICIÓN GENERAL

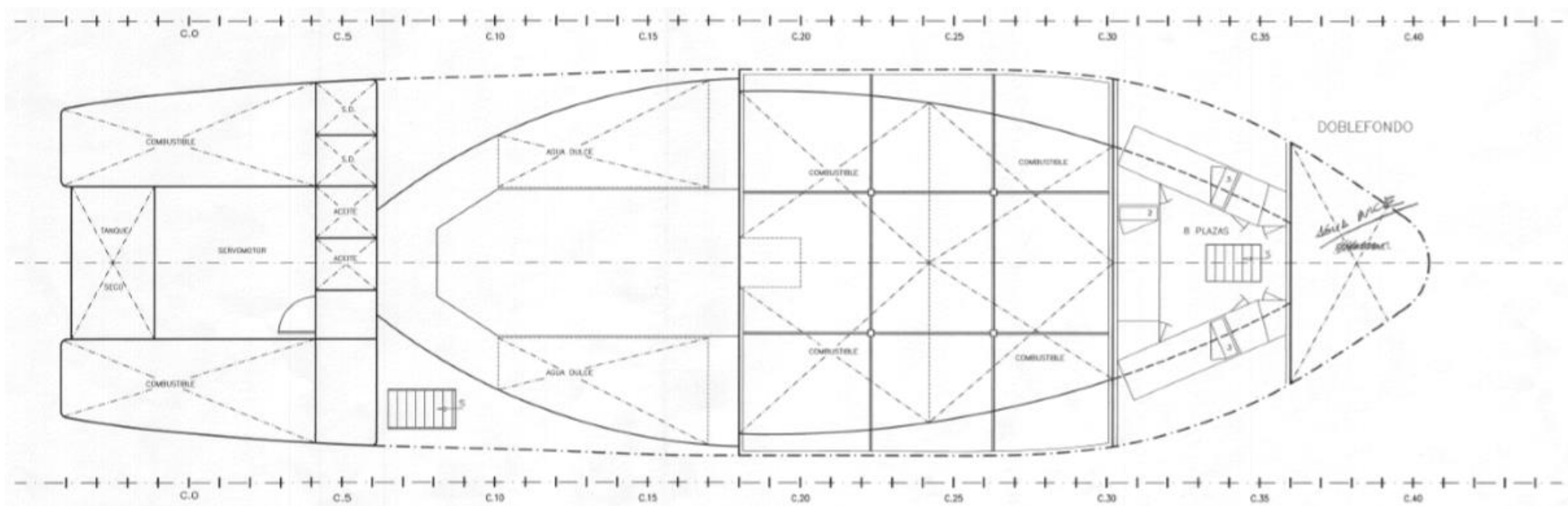
CUBIERTA SUPERIOR



CUBIERTA PRINCIPAL



DOBLE FONDO



ANEXO 3. CERTIFICADOS

En este anexo se define brevemente cada uno de los certificados que necesita el buque y se muestra un ejemplo de programación para estos documentos. Se incluye en cada certificado, las inspecciones que deben pasar dicho sistema para poder obtenerlo.

- Certificado de registro marítimo español.

Documento que acredita al buque para poder navegar en aguas españolas.

- Título de propiedad.

Documento que acredita a una persona o empresa como propietario de la embarcación. En él se debe especificar la fecha y forma en la que se adquirió la embarcación, así como las características de esta.

- Certificado de arqueo

Documento para la clasificación del buque, permite la obtención de la matrícula y establece el cobro de servicios y derechos a los que será sometida.

La Dirección general del Territorio Marítimo y de la Marina Mercante es la encargada de determinar el arqueo Bruto y Neto de las naves, procedimiento que permite clasificarlas como “mayores” o “menores” y definir la carga que puede llevar en sus bodegas. La validez del Certificado de Arqueo es permanente, a menos que la nave sea sometida a modificaciones estructurales.

- Certificado de navegabilidad

Documento que acredita que una embarcación cumple las condiciones exigidas reglamentariamente y da constancia de los reconocimientos efectuados, su clase y la fecha de los próximos que se deben realizar.

Los reconocimientos que se realizan son los siguientes:

- Casco, a flote y seco.
- Eje de cola
- Maquinaria propulsora
- Grupos electrógenos
- Instalación eléctrica.
- Material de salvamento
- Material contra incendios, luces y señales.
- Alojamientos

- Acta de pruebas de estabilidad

Documento que acredita la embarcación cumple los requisitos de estabilidad.

- Certificado de reconocimiento de material náutico

Documento que acredita que el buque dispone del material náutico necesario de acuerdo a su clasificación.

- Certificado de seguridad radio eléctrica.

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

Documento en el que se refleja todos los datos del buque y la relación de los equipos radioeléctricos y de radionavegación instalados. Este certificado tiene una validez de un año para buques de pesca de eslora igual o superior a 24 metros.

- Hoja de asiento

Documento que relata los procesos administrativos por los que ha pasado el barco desde su abanderamiento.

- Licencia de estación de barco (LEB)

Certificado obligatorio para los buques españoles que dispongan de algún equipo transmisor de radiocomunicaciones de uso marítimo, ya sea de uso obligatorio o de instalación voluntaria.

El certificado es expedido por la Dirección General de la Marina Mercante (DGMM). En buques de pesca de eslora igual o superior a 24 metros tiene una validez de 5 años.

Esta licencia excluye aquellos equipos radiotelefónicos portátiles que se destinen exclusivamente a servicios de emergencias marítimas y equipos emisores como radares o sondas. Si se realiza alguna nueva instalación de un aparato transmisor o sustitución por uno diferente del que figura en la licencia, así como cualquier modificación sustancial deberá solicitarse una nueva licencia en el DGMM.

- Despacho

Documento que permite al barco navegar bajo pabellón español.

Plan de mantenimiento del barco pesquero “Ciudad de Cartagena”

CERTIFICADOS		FECHA EXPEDICIÓN	FECHA VALIDEZ	COMENTARIO
Registro marítimo español		07/11/1997	Indefinido	
Título de propiedad			Indefinida	Cambio de propietario
Arqueo		01/07/2016	Indefinida	Variaciones estructurales importantes
Certificado de navegabilidad		18/01/2019	19/11/2020	
Próximos reconocimientos	Fecha			
Casco a flote	19/11/2019			
Casco en seco	19/03/2019			
Eje de cola	19/11/2019			
Maquinaria propulsora	19/11/2019			
Grupos electrógenos	19/11/2019			
Instalación eléctrica	19/11/2019			
Próximo reconocimiento especial	19/11/2020			
Certificados relativos a la prevención de la contaminación del medio marino				Necesario sólo en rutas largas
Ficha técnica del buque				
Reconocimiento sanitario del buque				
Reconocimiento de material náutico		18/01/2019	19/11/2020	Anual
Certificado de ajuste de compás magnético		13/04/2018	13/04/2020	2 años
Reconocimiento del equipo de pesca				
Seguridad radioeléctrica		18/01/2019	19/11/2019	
Contrato de mantenimiento en tierra			31/12/2019	Anual
Pruebas EPIRB		21/11/2018	21/11/2019	Anual
Prueba del sistema de identificación automática (SIA)		21/11/2018		
Certificado de baterías y zafas hidrostáticas (Radiobaliza)				
Hoja de asiento		05/07/2016		
Licencia de estación de barco (LEB)		19/01/2016	Indefinida/Cambio	
Licencia de navegación		19/01/2016	Indefinida/Cambio	
Despacho				
Certificado nacional de seguridad del equipo		18/01/2019	19/11/2020	Anual
Inspección SOLAS ZODIAC				Anual
Inspección equipo de emergencias PACK B		20/10/2016	20/10/2017	Anual
Mantenimiento extintores portátiles/móviles		11/10/2018	11/10/2019	Anual
Certificado de mantenimiento de CO ₂				
Certificado de revisión de botiquín (tipo C)		27/02/2018	27/02/2019	anual
Dotación mínima (tripulación)		11/11/2015		
Póliza de seguros				anual
Número IMO				