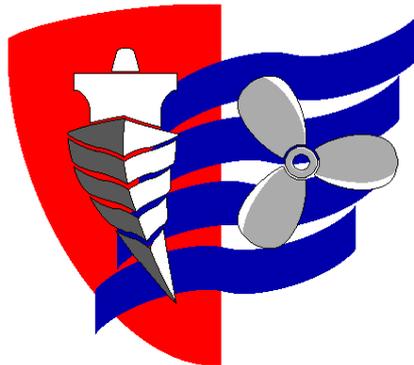


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Proyecto Fin de Grado

**DISEÑO DEL PLAN DE
MANTENIMIENTO PARA UNA
EMBARCACIÓN DE 32 METROS**

**(Design a maintenance plan for a
ship of 32 meters)**

Para acceder al Título de

GRADO EN INGENIERÍA MARINA

Rubén González Álvarez

Julio-2012

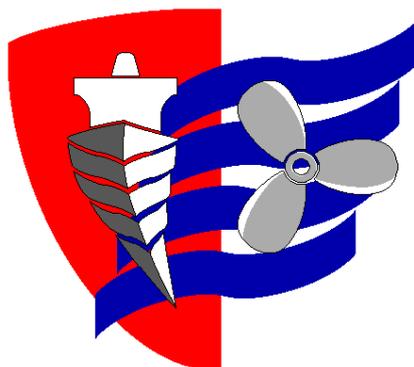
ÍNDICE

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.1. Justificación del estudio.....	6
1.2. Objetivos	6
CAPÍTULO II METODOLOGÍA	8
2.1. Mantenimiento	9
2.1.1 Áreas de acción	10
2.1.2 Tipos de mantenimiento.....	11
2.1.2.1. Mantenimiento correctivo	12
2.1.2.2 Mantenimiento preventivo	13
2.1.2.3. Mantenimiento predictivo	15
2.1.2.4. Mantenimiento modificativo	17
2.1.2.5. Mantenimiento planificado.....	17
2.1.3 Niveles de mantenimiento.....	19
2.1.4 Procesos de mantenimiento	20
2.1.4.1 Información.....	22
2.1.4.2. Planificación	23
2.1.4.3. Asignación.....	24
2.1.4.4. Ejecución.....	25
2.1.4.4. Archivo y análisis de datos	26
2.1.5. Valoración económica del mantenimiento programado	27
CAPÍTULO III DESARROLLO	31
3.1. Datos de la embarcación.....	32
3.1.1. Datos	32

3.1.2. Dimensiones	33
3.1.3. Capacidad de tanques	34
3.1.4. Cámara de máquinas y equipos abordo	34
3.2. Indicaciones del fabricante	36
3.2.1. Motores principales.....	36
3.2.2. Motores auxiliares.....	41
3.2.3. Motor generador de puerto	44
3.2.4. Reductoras	46
3.2.5. Planta de aguas fecales.....	48
3.2.6. Potabilizadora	49
3.2.7. Depuradora.....	50
3.3. Indicaciones del departamento técnico	53
3.3.1. Análisis de aceite	53
3.3.2. Medición de las protecciones catódicas.....	54
3.4. Principales fallos	57
3.4.1. Motores principales.....	57
3.4.2. Generador.....	61
3.4.3. Reductoras	62
3.4.4. Aire acondicionado	64
3.4.5. Sistema de vacío	66
3.4.6. Compresores	67
3.4.7. Depuradora.....	69
3.4.8. Fallos en motores eléctricos	73
3.5. Trabajo con la hoja excel.....	75
3.6. Inventario de respetos.....	83

3.7. Mejoras debidas al mantenimiento y modificaciones en los mantenimientos programados.....	84
CAPÍTULO IV CONCLUSIONES	88
CAPÍTULO V PRESUPUESTOS	91
CAPÍTULO VI BIBLIOGRAFÍA.....	101
CAPÍTULO VII ANEXOS	104

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



Capítulo I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La razón que me ha llevado a realizar este trabajo es la necesidad de un título superior para el desarrollo de mi actividad laboral como Oficial de Primera Clase de la Marina Mercante Española desarrollando mi actividad en embarcaciones de Salvamento Marítimo. Estos estudios serían continuación de mi titulación de Diplomado en Máquinas Navales. Este trabajo lo he realizado gracias estos estudios y a la experiencia en mi vida profesional organizando los mantenimientos y mejorando los existentes en cada embarcación y he tratado de aplicarlos en el siguiente trabajo fin de grado (TFG).

1.2. OBJETIVOS

Los objetivos del desarrollo de este proyecto son establecer los mantenimientos necesarios para una embarcación de aluminio, la cual debido al servicio que realiza tiene que estar en condiciones operativas del 100% durante todo el año.

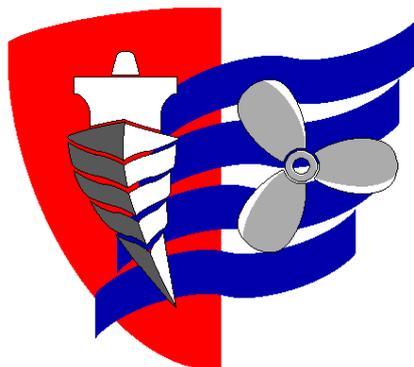
Para la realización del proyecto se han tenido en cuenta tanto los manuales de los distintos fabricantes de la maquinaria, como las modificaciones realizadas debido a problemas observados durante la vida del buque.

Además, debido a los altos costes de las reparaciones, mediante este trabajo definiremos las ventajas de un correcto mantenimiento predictivo y preventivo, evitando así el mantenimiento correctivo surgido de las averías sufridas por la falta del primero.

Aun habiendo diferentes maneras de desarrollar este trabajo, con multitud de programas nos decantaremos por el uso de las paginas excel, llevando un mantenimiento completo de los mantenimientos, inventarios de respetos, análisis de fluidos,... en un único programa.

La realización de este trabajo es una gran oportunidad de desarrollar las enseñanzas recibidas durante los años de estudiante así como la experiencia laboral, aplicándola al trabajo desempeñado en dicha embarcación.

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



Capítulo II

METODOLOGÍA

2.1. MANTENIMIENTO

Para comenzar con el estudio hay que preguntarse ¿qué es el mantenimiento? Utilizando como mejor visor para su definición no el mantenimiento en sí, sino los objetivos que se pretenden alcanzar, según la Federación Europea de Sociedades Nacionales de Mantenimiento ¹, se define el mantenimiento como: *“todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual puede llevar a cabo alguna función requerida. Estas acciones incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas correspondientes.”*

El mantenimiento ha evolucionado desde sus orígenes al mismo tiempo que la tecnología se ha vuelto más avanzada y compleja, por lo que las técnicas de mantenimiento han modificado sus formas de actuación, dependiendo del punto de vista humano, técnico y económico. Actualmente al mantenimiento se le exigen ciertos puntos clave:

- Aspectos de seguridad con el medio ambiente.
- Relación entre coste del mantenimiento y el producto final.
- Conseguir minimizar los costes para alcanzar las mayores prestaciones de la instalación.

Desde el comienzo de la revolución industrial se hace patente la necesidad de realizar mantenimientos en la maquinaria, debido a las averías, roturas, desgastes... en esta época hasta el inicio de la 2ª guerra mundial los trabajos de mantenimiento se dedicaban solamente a reparar las averías producidas.

Es a partir de esta conflagración cuando las fabricas armamentísticas estaban al máximo de trabajo cuando se comienza a gestar la idea de tener que realizar un mantenimiento planificado, al observar que los equipos más viejos producen mayores fallos, reduciendo la producción.

Sin embargo no es hasta los años 60 cuando comienzan a aplicarse los estudios de causa y efecto, tratando de averiguar los fallos antes de que

se produzcan, para ello hay nuevos campos de aplicación como los ensayos no destructivos, análisis de fluidos, etc.

Además comienzan a establecerse relaciones entre los aspectos económicos y los mantenimientos, con parámetros que valoran y comparan la calidad y la cantidad, estableciéndose un concepto nuevo “los costes de fallo” introduciendo en ellos los gastos de mantenimiento, como un *mal menor* debido a que aunque aumente los costes alarga la vida de la maquinaria.

Fue con la llegada de la década de los 80 cuando aparece un nuevo concepto el análisis “causa – efecto” para tratar de averiguar los posibles problemas antes de que sucedan, es decir, estudiar el origen de los fallos para tratar de evitarlos (mantenimiento predictivo), es en esta etapa en la cual comienza a ser importante la producción o utilización de las máquinas, exigiendo una rápida amortización de los costes de compra, para mantener la competitividad en el mercado, optándose en muchos casos la instalación de equipos por duplicado, evitando una parada total en caso de avería, puesto que la complejidad de las máquinas iba en aumento y en algunos casos solo podía ser reparada por personal cualificado.

Es a partir de los años 90 cuando se unen más conceptos al campo del mantenimiento, cómo la calidad aplicada al mantenimiento, calidad medio ambiental, seguridad de los operarios, introduciendo el mantenimiento como un elemento importante de la gestión de las empresas.

2.1.1 ÁREAS DE ACCIÓN

Las tareas o acciones del servicio de mantenimiento, según el contexto, pueden ser muy amplias y variadas, teniendo como objetivo principal: *La consecución de un número determinado de horas disponibles de funcionamiento de la planta, instalación, máquina o equipo de condiciones de calidad de fabricación o servicio exigible con el mínimo coste y el máximo de seguridad para el personal que utiliza y mantiene las*

instalaciones y maquinaria, con un mínimo consumo energético y mínimo deterioro ambiental.

A continuación, se muestran ejemplos en las áreas de acción:

- Mantenimiento de equipos: estableciendo un sistema de revisiones periódicas, acciones predictivas y correctivas, cambios de maquinaria.
- Estudios para realizar mejoras técnicas.
- Colaboración en las nuevas instalaciones: ayudando en la recepción y puesta en marcha.
- Llevando un sistema de respetos donde se incluya la renovación, compra y recuperación.
- Colaboración con la producción introduciendo las modificaciones que se estimen precisas para mejorar los procesos.
- Administración de los recursos para comprar útiles, respetos o necesidad de talleres externos.
- Conocer los aspectos legales, cumpliendo con ellos en cuanto a contratación, reglamentos y distintas normativas de otros campos relacionados como seguridad y medio ambiente.
- Mantenimientos generales.

Esta diversidad de acciones fundamenta hoy en día una organización más o menos compleja del servicio de mantenimiento en el ámbito de cada empresa. También pone de manifiesto la formación polivalente que precisa el personal técnico de mantenimiento. Siendo, en cualquier caso, el jefe de servicio (en buques el jefe de máquinas) el responsable de informar de las políticas y objetivos a seguir.

2.1.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO

Como en otros campos, el mantenimiento ha evolucionado en varios niveles, dependiendo de innovaciones y adaptaciones que se han ido

produciendo, por ello hay que tener una serie de valoraciones en su clasificación:

- El tipo de control que se ejerce sobre la máquina o equipo.
- Los medios utilizados para llevar a cabo ese control.
- La instalación sobre la que actúa.
- El volumen de medios que se necesitan o se disponen.

Con estos medios se abre un abanico de posibilidades, para poder conservar una instalación en un correcto estado, garantizando la producción, el servicio y la seguridad.

Por lo tanto, se comprende que el mantenimiento puede ser más o menos sofisticado dependiendo de la naturaleza, “criticidad” o “severidad de funcionamiento” del equipo que consideremos, dando como resultados unos niveles de mantenimiento que clasificaremos como:



2.1.2.1. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Conjunto de acciones para reparar una máquina o equipo después del fallo, tras la avería, considerándose un mantenimiento no planificado.

Según el objeto de las acciones que se llevan a cabo ante un fallo podemos clasificar el mantenimiento correctivo en dos grupos:

- Mantenimiento Correctivo Paliativo. Pretende salir del paso; se toman medidas de contención que permitan seguir funcionando al equipo, aunque sea por debajo de sus prestaciones, hasta un momento más propicio para su completa reparación.
- Mantenimiento Correctivo Curativo. Todas las acciones van encaminadas a restablecer el buen funcionamiento del equipo con todas las prestaciones características del mismo.

Las características principales del Mantenimiento Correctivo en general son:

- Las averías se suelen producir en momentos totalmente imprevisibles y frecuentemente inoportunos, causando grandes perjuicios a la producción. Riesgos de averías importantes.
- Favorece el número de elementos dañados de las máquinas y reduce la vida útil de los órganos de la máquina.
- Incrementa el consumo de repuestos con el riesgo de no disponer de ellos en almacén.
- Riesgos de emergencias e incluso de siniestro en las plantas.
- Con frecuencia obliga a imponer turnos y jornadas extraordinarias para realizar los trabajos.
- En multitud de ocasiones las intervenciones se plantean con urgencia y un alto grado de precipitación, situación que provoca reparaciones de baja calidad y fiabilidad.

Todo lo anterior repercute en un gran costo por improductividad desde que se produce el fallo hasta la restauración de las condiciones normales de funcionamiento.

2.1.2.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo es quizás uno de los más utilizados actualmente, cada máquina después de un periodo especificado de operación es sometida a un desmontaje total o parcial para su inspección, de

tal forma que si existen desperfectos se procede a la restauración de los problemas. Con la implantación de este tipo de mantenimiento se pretende anticiparse a la avería antes de que esta ocurra.

Es primordial elegir correctamente los períodos de inspección, de modo que no se produzcan averías en ese intervalo de tiempo, pero sin acortarlos innecesariamente ya que esto lo hace antieconómico.

Debe existir un equilibrio entre costos (periodicidad) y efectividad de las acciones preventivas. Este equilibrio debe ser buscado en el ámbito de la instalación (condiciones operacionales) y en las experiencias propias y ajenas (históricos de los equipos) a través de un proceso continuo de mejora.

Sus principales características son:

- Planifica los trabajos. Lo que implica una mejor organización y rentabilidad de los materiales y medios humanos disponibles.
- No existen urgencias, en general se realizan reparaciones de calidad y fiabilidad.
- Tiende a reducir el número de averías, emergencias y posibles siniestros. La vida de la máquina se alarga.
- Conocimiento y previsión de los gastos de mantenimiento (presupuesto), permite un control estricto de los repuestos.
- Existen defectos en las máquinas que únicamente pueden ser detectados durante el proceso de operación como desequilibrios, ruidos, vibraciones, resonancias, etc.

Sus costes son elevados, por varios motivos:

1. Se efectúan reparaciones y sustituciones de elementos que no serían totalmente necesarias pero por aprovechar la parada se hacen.
2. Para atender a las revisiones se precisa una gran cantidad de repuestos, ya que se desconoce lo que será necesario sustituir.

3. En ocasiones la revisión resulta estéril, ya que no se encuentran anomalías.
4. Se corre el riesgo de revisar una máquina que no presentaba anomalías y tras la revisión, por un mal trabajo, presente problemas en su funcionamiento.

2.1.2.3. MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Se fundamenta en un conocimiento del estado de la máquina por medición periódica o continua de algunos parámetros significativos. La intervención se condiciona a la detección precoz de los síntomas de un posible fallo o avería, mediante una serie de técnicas más o menos complejas, permitiéndonos así predecir con cierta antelación cuando una máquina o componente está a punto de llegar al final de su vida útil.

Sus principales características son:

- Económicamente rentable, permite detectar averías que pudieran ser de gran magnitud, sin necesidad de parar la máquina y abrirla.
- Permite planificar las intervenciones; se puede hacer un seguimiento del daño e intervenir en el momento más adecuado.
- Evita que se produzcan averías graves y costosas, en ocasiones motivos de siniestros.
- Permite disponer de un completo historial de la máquina y de su comportamiento en operación.
- Permite hacer un control de la calidad y de la fiabilidad de la reparación una vez efectuada.
- Requiere poco personal aunque altamente cualificado y especializado (formación técnica continua) para ejecutar los programas de verificación de los equipos.
- Mejora la seguridad del personal e instalaciones.

Con esta metodología perseguimos conocer e informar permanentemente del estado de operatividad de las instalaciones mediante

el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad, (presión, pérdidas de carga, variaciones de t^a , desgastes...), considerando cualquier actuación eficaz para evitar daños y defectos mayores al observar cualquier desviación en los valores anteriores.

Diversas técnicas son utilizadas para la realización del mantenimiento predictivo:

- Análisis de aceite: permite un seguimiento interno de la máquina, estudiando las partículas encontradas en el aceite.
- Vibraciones: determinan posibles fallos en cojinetes, frecuencias solapadas de equipos eléctricos, desalineados de ejes...
- Termografía: determina zonas de calentamiento de las instalaciones
- Temperatura: determina mediante un seguimiento global problemas en engranajes, rodamientos, fricciones...
- Ultrasonido: detección de grietas y fugas en válvulas purgadoras
- Sonómetro o estetoscopio: Ruidos en cajas de engranajes, rodamientos y elementos internos de máquinas con un posible desgaste o rotura.
- Líquidos penetrantes: detección de grietas en materiales de todo tipo.
- Fugas eléctricas: mediante un seguimiento de los mA determina fallo en el aislamiento de los bobinados.
- Endoscopias: en el interior de cámaras de combustión para determinar su estado, sin tener que desmontar la culata.
- Monitorización: establece una vigilancia ininterrumpida en máquinas especialmente importantes, obteniendo información de varios sensores.

2.1.2.4. MANTENIMIENTO MODIFICATIVO

Las mejoras en la actividad de mantenimiento repercuten a todos los niveles, tanto en los componentes de la línea como en el personal que los desarrolla. Es frecuente que en ocasiones se introduzcan modificaciones en el modo de realizar un cierto trabajo, en la actualización de ciertos materiales o instrumentos y en muchos casos, en la propia organización. En ocasiones el responsable del mantenimiento siendo en el caso de los buques el Jefe de Máquinas, puede sentir la necesidad de mejorar la organización del grupo, incluso los propios oficiales pueden contribuir a la mejora de un determinado trabajo para realizarlo con un menor esfuerzo, utilizar un instrumento de una manera determinada, pedir que se proporcione un instrumento distinto e incluso adaptar el que ya se posee.

Todos estos conceptos y objetivos descritos hasta el momento conforman la filosofía del mantenimiento modificativo o mejorativo. Hay que resaltar, sin embargo, que la raíz de este tipo de mantenimiento nace en el seno de la actividad industrial que es donde el mantenimiento modificativo obtiene su mayor porcentaje de aplicación. Esta circunstancia no impide que muchos Jefes y Oficiales de Máquinas, después de varios años de experiencia realicen modificaciones con objeto de facilitar las labores de mantenimiento.

Para realizar un plan de mantenimiento modificativo hay que tener presentes los siguientes aspectos.

- Dirigir los esfuerzos hacia objetivos bien definidos.
- Definir los puntos de intervención donde el coste o problema existente justifique la intervención.
- Una vez seleccionada la intervención profundizar al máximo el estudio para sacarle el mayor rendimiento posible.

2.1.2.5. MANTENIMIENTO PLANIFICADO

De lo expuesto hasta el momento podríamos deducir que lo ideal en el mantenimiento consistiría en una minimización absoluta de las acciones

correctivas a través de una adecuada asociación entre las acciones preventivas y predictivas aplicada a distintos niveles y proporciones. Esto es lo que constituye la base del denominado “Mantenimiento Planificado”.

De esta forma el mantenimiento correctivo, inevitable por otra parte, se reduciría a intervenciones esporádicas ante averías imprevistas en equipos (críticos) cuyo mal funcionamiento puedan afectar al logro de los objetivos de la empresa. En otros casos, equipos (poco importantes) con escasa incidencia, el mantenimiento correctivo puede constituir la única acción establecida para su mantenimiento.

Llegar a determinar y definir el mantenimiento planificado, en todos sus aspectos, es lo que se denomina definir la “Política de Mantenimiento” sobre un determinado equipo.

Esta decisión constituye un paso muy importante dentro del procedimiento de elaboración del “Plan de Mantenimiento”.

De forma resumida podemos decir lo siguiente para los distintos componentes del mantenimiento planificado:

- Mantenimiento Correctivo. Hay que tener presente que la disponibilidad de un equipo se ha de tener cuando se requiera, en función de las posibles consecuencias y riesgo de su indisponibilidad. Por ello, la acción correctiva no tiene por que ejecutarse inmediatamente tras el fallo, se debe evaluar la situación y decidir si requiere una intervención urgente o por el contrario se puede fijar un tiempo máximo para intervenir. Durante este tiempo el trabajo podrá ser planificado, de esta forma, se consigue una mejor gestión de todos los recursos disponibles.
- Mantenimiento Predictivo. Descrito anteriormente solo resaltar la importancia de la adecuada elección; del periodo de las correspondientes inspecciones, los parámetros a controlar, la formación apropiada del personal y los instrumentos empleados tanto para la toma de datos como en su análisis y estudio.

- Mantenimiento Preventivo También descrito anteriormente, destacamos que tanto los periodos de revisión como las operaciones a efectuar han de estar cuidadosamente estudiados. Son acciones muy apropiadas para un control informatizado. Las tareas que abarca esta técnica permiten una detección de fallos que no es posible mediante técnicas predictivas, tales como la comprobación de sistemas de protección, los cuales no actúan habitualmente, desgastes, corrosiones y otros. Debe estar sujeto a una revisión continua en base a la propia experiencia.
- Mantenimiento Preventivo en Varadas. Es el realizado en aquellos equipos a los que mediante un predictivo se les ha detectado un deterioro incipiente que va a requerir una intervención futura. También afecta a equipos e instalaciones cuya importancia o especiales características exigen revisiones o sustituciones periódicas. En este caso la programación suele ajustarse a las necesidades de producción que determina el momento oportuno de las varadas de la embarcación.

Podemos, por lo tanto entender, el mantenimiento planificado como: *“todo sistema de organización donde se planifican a largo plazo las operaciones de mantenimiento previamente definidas, de forma que se consiga un mayor aprovechamiento del tiempo útil y un menor reparto de la carga de trabajo del personal de a bordo del buque”*.

2.1.3 NIVELES DE MANTENIMIENTO

A la hora de realizar los mantenimientos programados de un equipo o máquina hay que considerar el nivel dependiendo de la intensidad, lugar de aplicación o personal necesario para su realización, dando como resultado la siguiente escala:

Nivel	Contenido	Personal	Medios
1	<ul style="list-style-type: none"> – Ajustes simples previstos en órganos accesibles. – Cambio de elementos accesibles y fáciles de efectuar. 	Personal de abordó	Herramientas comunes
2	<ul style="list-style-type: none"> – Arreglos por cambio estándar. – Pequeños mantenimientos preventivos. 	Personal o técnico habilitado.	Herramienta ligera y respetos básicos en stock.
3	<ul style="list-style-type: none"> – Identificación o diagnóstico de averías – Reparación por cambio de componentes y reparaciones mecánicas menores. 	Personal especializado o taller externo	Utillaje, aparatos de medida, bancos de ensayo, control.
4	<ul style="list-style-type: none"> – Arreglos importantes de mantenimiento preventivo o correctivo 	Taller dirigido por un técnico especializado	Herramienta específica, material de ensayos y control.
5	<ul style="list-style-type: none"> – Reparaciones importantes 	Equipo completo, habilitado por el constructor de la máquina	Máquinas y herramientas específicas de fabricación

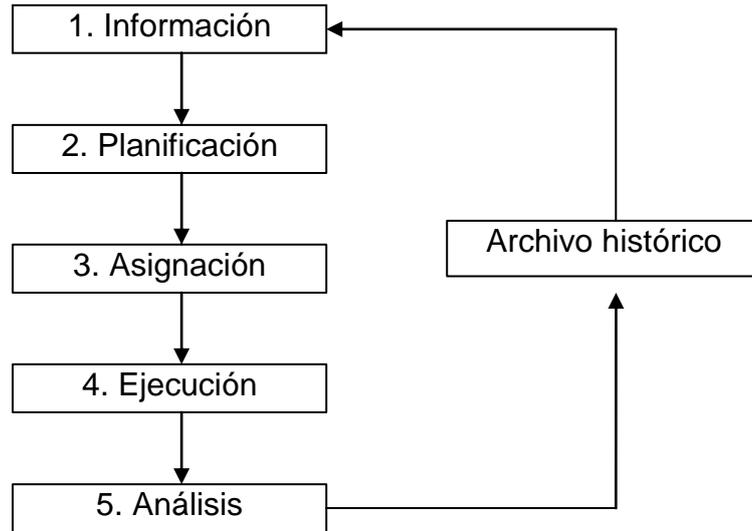
2.1.4 PROCESOS DE MANTENIMIENTO

Cuando se plantean trabajos de mantenimiento sobre equipos e instalaciones se sigue siempre un proceso común con una misma secuencia de distintas etapas o acciones para los distintos trabajos. A continuación, mostramos el proceso para acciones de mantenimiento planificado de un buque siendo este un ciclo cerrado.

1. Estudio de la **información** obtenida a través de datos de archivos, reglamentos y libros de instrucciones, así como datos del departamento técnico, la información dada por el fabricante es importante, porque

- indican cuando y como se deben realizar las inspecciones o reconocimientos.
2. Con el material anterior se elaboran unos elementos de consulta para ayuda en la futura **planificación** del trabajo:
 - Instrucciones de mantenimiento.
 - Lista de componentes de las máquinas y equipos.
 - Listas y niveles de respetos de las máquinas y equipos.
 3. De los datos obtenidos en el anterior punto establecemos las fechas de los trabajos a realizar, los periodos de revisión, esto es organizado por un **programa de mantenimiento**.
 4. Asignación de los trabajos que se van a realizar en el mantenimiento.
 5. Preparación de los materiales para la ejecución del trabajo.
 6. Esta operación de mantenimiento informa al armador para realizar un **análisis** y extraer los siguientes datos:
 - Parte de mantenimiento realizado o avería reparada.
 - Defecto o avería pendiente de reparación.
 - Respetos recibidos.
 7. Por su parte el armador con esta información:
 - Realiza un seguimiento manual del proceso, anotaciones en libros de control e historial de la máquina.
 - Un seguimiento mecanizado del proceso, guardando dicha información del buque en un **archivo histórico** y comparándola con el resto de equipos de las mismas características.

Por lo tanto, podemos realizar el siguiente esquema según los puntos anteriores.



2.1.4.1 INFORMACIÓN

Las instrucciones de mantenimiento consisten, fundamentalmente, en la descripción de los diferentes trabajos que deben llevarse a cabo para la adecuada conservación de las máquinas y equipos del buque, en ellas, se indica también la frecuencia con que deben ejecutarse, la situación o estado de funcionamiento de la máquina, así como la carga de trabajo que originan.

Para su realización es necesario obtener cierta información de las máquinas y equipos, dicha información es obtenida de:

- Libros de instrucciones de la máquina o equipo, en donde se incluyen los siguiente datos: 1. Instrucciones de desmontaje así como puntos de realización de las revisiones, 2. Instrucciones para reparar, cambiar o reemplazar componentes, 3. Un esquema de la máquina y sus componentes para observar los posibles respetos a tener.
- Consultas a la casa constructora de la máquina o equipo.
- Valores tomados durante la recepción y pruebas realizadas a la máquina, anotados en los protocolos de pruebas de las mismas.
- Planos de la instalación de equipos confeccionado por el astillero.
- Normas de las Sociedades de Clasificación.

- Legislación: (MARPOL, STCW, SOLAS, ISO...)
- Archivos de datos sobre la máquina anteriores.
- Experiencia de los usuarios y de los operadores que realizan el mantenimiento.

2.1.4.2. PLANIFICACIÓN

La planificación de un mantenimiento consiste en la asignación de fechas y equipos de trabajo para la ejecución de un trabajo, habrá que tener en consideración varios condicionantes:

1. Conviene que la programación del mantenimiento se extienda en el tiempo en un periodo largo, para poder albergar en sus archivos todas las futuras revisiones exigidas por la administración o sociedades de clasificación, con el tiempo se podrán modificar estas fechas de revisión para facilitar los trabajos.
2. Algunas instrucciones de mantenimiento han de realizarse en astillero o dique, con el buque en seco y que de otra manera o debido a la operatividad del buque no se podrían realizar mientras las operaciones habituales del dique (caso de petroleros, quimiqueros...).
3. Determinados mantenimientos han de programarse para que su realización coincida con otras de mayor entidad que sean realizadas en la misma máquina o equipo.
4. Las cargas de trabajo en un equipo han de ser lo más homogéneas posibles de un mes a otro para organizar la entrega de respetos, talleres exteriores, por lo normal las cargas de trabajo ha de ser por lo tanto homogénea extrayendo las que han de ser llevadas a cabo con el buque en seco.

A la hora de planificar los trabajos tendremos que separar los mecánicos de los eléctricos o los electrónicos, siendo en su mayoría los mecánicos los de mayor asiduidad, de ahí la implantación de programas de mantenimiento que nos faciliten la planificación de las diferentes acciones a tomar.

2.1.4.3. ASIGNACIÓN

Para el sistema de asignación, lo primero que podemos considerar es la clase de trabajo a realizar continuando con el punto anterior si el trabajo es mecánico, eléctrico o electrónico, así como si el trabajo se realizará con la embarcación en seco o a flote. Es importante el conocimiento de la plantilla de que se dispone, para encomendar a cada persona la tarea más apropiada a sus condiciones.

En primer lugar hay que asignar las tareas que tienen fecha de realización y después aquellas que no tengan fecha fija sin sobrecargar los trabajos en una sola fecha sino repartiendo su carga a lo largo del tiempo.

Para la asignación de los trabajadores tendremos en cuenta el tipo de trabajo que será realizado aplicando el siguiente razonamiento.

Trabajos mecánicos: dependiendo del trabajo deberán ser realizados por personal cualificado oficiales o por subalternos, siendo por lo general entre un 30% y un 40% de los trabajos realizados por oficiales.

Hay que tener en consideración las estancias en puerto respecto a las navegaciones habrá mantenimientos que necesitarán del buque en puerto, así como la consideración de días festivos y fines de semana. Llegando a la conclusión que durante la navegación no serán posibles trabajos de mantenimiento, teniendo que aumentar la carga de trabajo en las estancias en puerto.

Durante las navegaciones solo se atenderán emergencias, siendo el trabajo realizado únicamente de guardia.

Habrán trabajos que debido a la rutina se vayan acortando los tiempos de realización de los mismos, por el personal que los realiza habitualmente.

Trabajos eléctricos: Dependiendo la clase de buque suele haber un electricista que está disponible en horarios habituales de trabajo al o montar guardia, sin embargo, en los buques que no cuentan con electricista este trabajo ha de ser desempeñado por un oficial, el cual dependiendo de la gravedad de la avería o mantenimiento, establecerá la prioridad y actuación del trabajo.

Trabajos electrónicos: como en el caso anterior, suele ser la misma persona el electrónico que el electricista, debido a la mayor cantidad de aparatos electrónicos que se incorporan en los buques, en caso de no haber uno a bordo, su labor será desempeñada por un oficial siguiendo el concepto del punto anterior.

La carga de trabajo en buques aumenta con los años al reducirse la tripulación mínima estipulada por las administraciones, debido a la implantación de sistemas de maquina desatendida (UMS).

2.1.4.4. EJECUCIÓN

El equipo responsable de la ejecución del trabajo debe ser el más indicado y profesional para cada caso, y contar en todo momento con los recursos necesarios, planificados anteriormente, para realizar su labor. De esta forma se conseguirá un trabajo de calidad, con garantías.

Realmente es en esta etapa donde se refleja todo el trabajo previo que se ha hecho durante la planificación. Sin una buena ejecución del trabajo, por muy planificado que este, no se conseguirán los objetivos del servicio de mantenimiento.

La ejecución de los trabajos comprendidos en el plan de mantenimiento de lugar a la siguiente secuencia de operaciones.

1. El Jefe de Máquinas analizará la información del conjunto de trabajos previstos para el mes entrante (considerando el plan de trabajo a un mes vista), los mantenimientos atrasados y el plan de operaciones del buque en el mes entrante. Con estos datos organizara la ejecución de los trabajos.
2. Tras el planteamiento inicial se irán entregando diariamente las instrucciones de mantenimiento que se realizaran cada día.
3. El Oficial responsable, ejecutará las operaciones descritas en las instrucciones de mantenimiento, utilizando para ello el equipo material y humano que necesite.

4. Los trabajos serán recogidos en el parte de mantenimiento o avería reparada que se rellena por el mando responsable del trabajo y se informara al Jefe de Máquinas para su archivo, indicando también los respetos utilizados y el tiempo de ejecución.
5. El Jefe de Máquinas comprueba la información insertando las observaciones que vea necesarias para ayudar en una futura reparación o revisión, informando también al Departamento Técnico de la empresa.
6. El Departamento Técnico recibe la información archivando los datos para examinarlos y poder extraer toda la información necesaria para futuras revisiones en la misma o distinta unidad.

Para la ejecución de trabajos durante las varadas en seco, primero hay que informar al astillero con tiempo suficiente indicando todas las labores que se van a acometer, para que se organicen los trabajos y presenten los presupuestos de dichos trabajos. Aquí puede haber dos consideraciones, los trabajos habituales en una varada en seco (pintado de los fondos, válvulas de fondo, etc....) o los trabajos extraordinarios debido a un fallo grave en la embarcación o por un mantenimiento específico (revisión de líneas de eje, hélices, etc....)

2.1.4.4. ARCHIVO Y ANÁLISIS DE DATOS

Todos los datos y análisis de los trabajos de mantenimiento realizados sobre un equipo deben ser recopilados en un archivo histórico. Este archivo describe cronológicamente las intervenciones sufridas por la máquina desde su puesta en marcha. Los datos comunes 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 efectuada y recomendaciones para evitar su repetición.

Los datos recibidos por el Departamento Técnico serán analizados para:

- Calcular índices de gestión para análisis de fiabilidad y disponibilidad.
- Evaluar y tomar decisiones futuras sobre el plan de mantenimiento que se lleva a cabo, observando si se puede modificar en algún punto para que sea más idóneo.
- Detectar posibles fallos repetitivos que den lugar a análisis para mejora de métodos.
- Analizar los repuestos. Datos de consumos y nivel de existencias óptimo.
- Analizar para establecer la política de mantenimiento: Equipos con un mayor número de averías, con mayor importe de averías, tipos de fallos más frecuentes.
- Elaborar el presupuesto anual a un año vista.

2.1.5. VALORACIÓN ECONÓMICA DEL MANTENIMIENTO PROGRAMADO

El mantenimiento programado consiste en la planificación sistemática de todas las revisiones y trabajos que deben realizarse periódicamente en los buques, por el personal de abordo o de talleres externos, con objeto de conseguir:

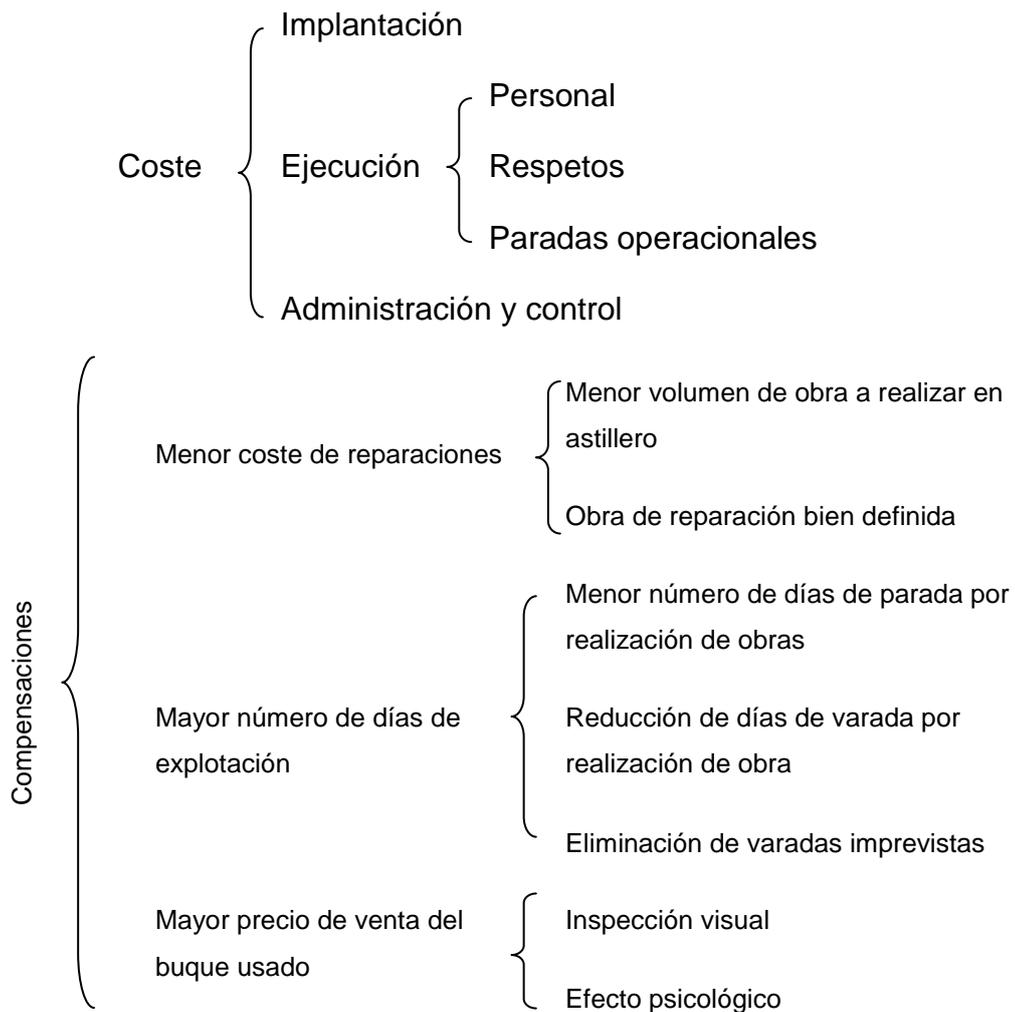
- Mantener controlada la cantidad de averías en un nivel mínimo.
- Evitar que se produzcan aquellas averías que pudieran dar lugar a la reducción de la operatividad del buque.
- Mantener un rendimiento de máquinas y equipos en su nivel máximo.

La implantación de un mantenimiento planificado para un buque o naviera es una tarea de organización, cuya realización ha de llevarse a cabo de manera minuciosa y un detallado análisis técnico.

Las principales ventajas que obtendremos serán:

- Conocimiento y control de respetos.
- Información en el relevo de personal.
- Ventajas de naturaleza administrativa.
- Información técnica.
- Ventajas económicas.

Centrándonos en la incidencia económica, hay que tener en cuenta las siguientes particularidades:



Implantación: para poner a funcionar este sistema en un buque precisamos:

- Hacer un estudio minucioso de sus máquinas y equipos.
- Analizar las necesidades y aprovisionamientos de respetos.
- Programar las acciones de mantenimiento e inspección.
- Analizar las necesidades del personal.

Para ello hace falta un desembolso inicial, cuyo orden de magnitud es ínfima en comparación con el precio del buque.

Factores como el grado de sofisticación del buque así como el lugar de operación (extranjero) obligan a un mayor desembolso

Afecta también el número de barcos de la serie con el mismo diseño, abaratando el coste.

Ejecución: Hay que estudiarlo desde 3 ámbitos de aplicación:

1. Personal: La planificación obliga a una carga de trabajo para los trabajadores, pero que ya está estipulada en el convenio laboral de las empresas por lo que no implica un aumento elevado del coste.
2. Respetos: Obliga a tener un nivel de respetos adecuado a bordo para realizar los mantenimientos requeridos, aunque parezca que hay una cantidad de piezas de repuesto inmovilizado a bordo, con el consiguiente capital invertido, la práctica de muestra que esto no siempre ocurre así, puesto que se tiene un control adecuado de las piezas que se necesitan y se consumen temporalmente.
3. Varadas: ya sea en seco o a flote no suponen un gasto adicional, puesto que ya son contempladas en el plan de mantenimiento.

Administración y control: el control informático del plan ayuda a reducir los costes administrativos, en cuanto a la solicitud de respetos, tareas burocráticas...

Menor coste de reparaciones: al reducir el número de averías, reduce el volumen de reparaciones por talleres externos, al tener los equipos siempre efectivos.

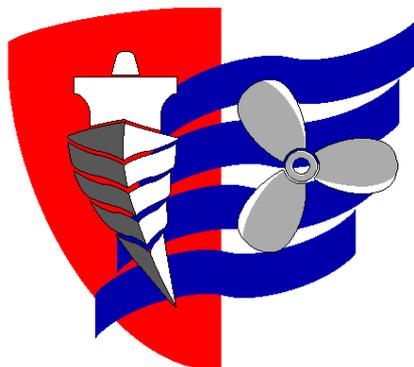
Mayor número de días de explotación: aquí tenemos dos vertientes:

1. La disminución de los días necesarios para las varadas anuales, así como de las paradas necesarias para revisiones anuales de la administración. Contribuyendo a una disminución de costes
2. El 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: Aquí también el efecto es doble:

1. El precio de venta fijado por la antigüedad y estado del buque aumentara al estar en perfectas condiciones.
2. Un efecto psicológico, al contemplar el comprador el estado de la documentación llevada a bordo, con historial de máquinas, inventario de respetos, planes de mantenimiento.

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



Capítulo III

DESARROLLO

3.1. DATOS DE LA EMBARCACIÓN

La embarcación que vamos a usar como base del trabajo de mantenimiento es un barco de 31,9 m de eslora entre perpendiculares en construcción de aluminio, prestando servicio como patrullera de acción rápida en aguas canarias, dentro del plan estatal de salvamento y seguridad marítima.

Con registro canario es una embarcación con 8 tripulantes en el cuadro orgánico, aunque su tripulación mínima está constituida por 6 tripulantes habiendo embarcaciones de la misma serie que debido a la zona de navegación cuentan con dicha tripulación, la cual está constituida por: un Capitán, un 1º Oficial de puente, un 2º Oficial de puente, 2 marineros de cubierta, un cocinero, un Jefe de Máquinas y un marinero de máquinas.

Para ello cuenta con la siguiente repartición:

- En la cubierta principal a proa hay cuatro camarotes de una persona con tres baños, en el centro un pañol, un baño, una enfermería y una zona de rescatados.
- En la cubierta de acomodación a proa hay una zona de lavandería, dos camarotes de una persona y dos camarotes de dos personas, un baño y dos aseos, en la zona de popa, un pañol una cámara de motores principales, una cámara de motores auxiliares y un pañol del servo- timón.

3.1.1. DATOS

Nombre del buque:	Guardamar Talía
Nº de construcción:	AN-96
Constructor:	Auxiliar Naval del Principado S.A.
Año de construcción:	2009
Material de construcción:	Aluminio

Bandera:	Española con registro canario
Puerto de Registro:	Santa Cruz de Tenerife
Señal de llamada:	ECOO
Capacidad de fuel:	17.608 m ³
Capacidad de agua:	2236 m ³
Velocidad de crucero:	15 nudos
Velocidad máxima:	25,5 nudos
Autonomía a vel. crucero:	1300 millas
Propulsión:	2 motores MTU serie 4000 M70
Planta generadora:	2 grupos Kohler 80EFOZD

3.1.2. DIMENSIONES

Desplazamiento en rosca:	99,92 Tn
Desplazamiento:	120,85 Tn
Arqueo bruto:	181 GT/TRB
Eslora:	31,9 m
Eslora entre perpendiculares:	31,0 m
Puntal de construcción:	3,231 m
Manga:	7 m
Calado:	2,05 m
Asiento:	1,304 m
Línea de francobordo de verano:	1,891 m
Tiro máximo maquinilla:	20 t



3.1.3. CAPACIDAD DE TANQUES

La guardamar tiene una capacidad de 17.608 m³ de gasoil, distribuido en 4 tanques distribuidos entre babor y estribor dos principales con 5.860 m³ de capacidad y dos diarios de 2.944 m³, la capacidad de agua dulce es de 2.236 m³ repartida en 4 tanques de 0,559 m³ de almacenamiento cada uno.

La capacidad de aceite está repartida en 2 tanques en la línea de crujía con capacidad de 0,49 m³ destinados a aceites.

Además en crujía dentro de la CC.MM. dispone de 3 tanques más destinados a recogida de aguas oleosas, aceite sucio y reboses de gasoil con 0,4 m³, 0,5 m³ y 0,5 m³ respectivamente de capacidad.

Esta disposición la podemos ver en el plano 001 (ver anexos) cedido por Remolques Marítimos S.A.

3.1.4. CÁMARA DE MÁQUINAS Y EQUIPOS ABORDO

La cámara de máquinas de la embarcación se halla situada a popa en la cubierta de acomodación, el buque cuenta con:

- Dos motores principales MTU serie 4000 M70 acoplados a dos reductoras ZF

- Dos grupos generadores Kohler (con motor John Deere y alternador Kohler)
- Un grupo generador de puerto MOSA
- Una depuradora de gasoil Alfa Laval
- Un grupo potabilizador de osmosis inversa marca Marnorte
- Un compresor de aire Atlas Copco, con un deposito de 50 l
- Un compresor para recarga de equipos autónomos de aire respirable
- Dos transformadores
- Dos equipos de aire acondicionado de la casa Condaria
- Una planta de tratamiento de aguas fecales por vacio de la casa Hamann.

Todos los equipos se encuentran localizados en la cámara de maquinas salvo la planta de tratamiento de aguas fecales que se encuentra en la proa de la cubierta de acomodación y el grupo generador de puerto ubicado en la cubierta principal.

En el plano 002 se puede observar la disposición de equipos en la cámara de máquinas (ver anexo).

Pos.	Equipo	Pos.	Equipo
1	Motores Principales	7	Potabilizadora
2	Motores Auxiliares	8	Transformadores
3	Motor generador de puerto	9	Compresor de aire
4	Reductoras	10	Compresor de aire respirable
5	Equipo de aire acondicionado	11	Depuradora de gasoil
6	Planta de tratamiento de aguas fecales	12	Central hidráulica

3.2. INDICACIONES DEL FABRICANTE

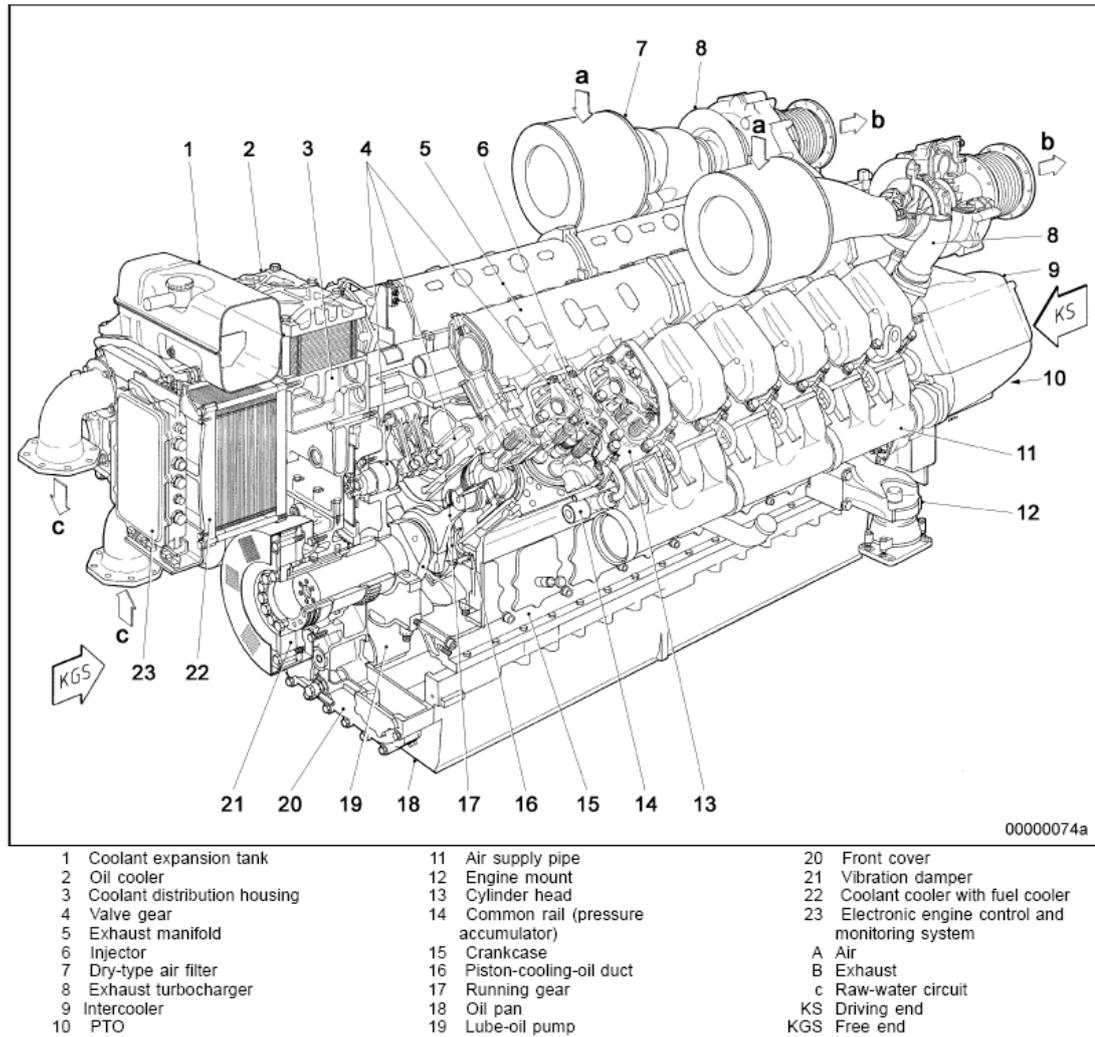
Para comenzar a preparar un plan de mantenimiento el primer paso es seguir las consideraciones que los fabricantes indican, puesto que para ello han realizado numerosos ensayos en bancos de pruebas, para analizar fallos y prevenirlos antes de que sucedan, pudiendo provocar un fallo mayor.

3.2.1. MOTORES PRINCIPALES

Los motores MTU serie 4000 presentan una gran variedad de características en sus distintos modelos, aunque todos tiene en común que son motores de inyección electrónica con un sistema de common-rail, lo que les proporciona un sistema optimo de utilización del gasoil, así como la protección del medio ambiente, al utilizar solo el combustible necesario.

Son motores de cuatro tiempos con 12 cilindros en V, con un ángulo de 90°, una potencia de 1740 kW a 2000 rpm, los pistones tienen un diámetro de 165 mm y una carrera de 190 mm, con un desplazamiento total de 48,7 litros (4,06 litros cada pistón), tiene 4 válvulas dos de admisión y dos de escape, con dos turbos, acopladas en secuencia, hasta 1500 rpm solo actúa una turbo, mientras que al sobrepasar esas revoluciones entra en servicio la segunda turbo, para alimentar la combustión en los cilindros.

La puesta en marcha es eléctrica, mediante dos motores de arranque, el motor tiene un sistema electrónico de control (ECU) Electronic Control Unit a popa de motor recibe los datos de los sensores y gobierna tanto la velocidad como la inyección, además controla la entrada secuencial de las turbos y las paradas de emergencia, la (EMU) Engine Monitoring Unit recibe datos de todos los sensores del motor y en caso de que algún valor se salga de los limites es el encargado de mandar la señal de alarma al (LOP) Local Operation Panel el cual es un penal de monitorización de los datos obtenidos así como un sistema local de arranque, parada, parada de emergencia y control de velocidad.



El sistema de mantenimiento presentado por MTU en sus productos está basado en un mantenimiento preventivo, para poder dar altas garantías operacionales mientras que se sigan sus recomendaciones.

Los mantenimientos horarios que recomiendan están basados en las cargas de trabajo, mediante intervalos de tiempo, para realizar las inspecciones y mantenimientos periódicamente, han sido realizados mediante las experiencias obtenidas en los talleres de pruebas, indicándoles únicamente como guía, pudiendo realizarse mantenimientos a mayores.

El personal de mantenimiento ha de tener un grado de conocimientos y preparación suficiente, por otro lado he de proceder considerando los riesgos del trabajo que realiza y el nivel del mismo, MTU clasifica los mantenimientos en cuatro escalas:

- Q1: Revisiones y mantenimientos que no necesitan desmontar nada durante la realización del mismo.
- Q2: Sustitución de componentes (solo correctivo).
- Q3: Trabajos que necesitan desmontar parcialmente piezas del motor.
- Q4: Trabajos que requieren un desmontaje completo del motor.

Por otro lado MTU recomienda una lista lubricantes y combustibles los cuales según la valoración dada modifican los tiempos para realizar los mantenimientos de ciertos elementos como por ejemplo el cambio de aceite y sus filtros, los prefiltros de gasoil o las baterías.

0-10.500 horas de servicio

Posición	Limite, años	Horas de servicio [h]																						
		A diario	500	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000	3.500	4.000	4.500	5.000	5.500	6.000	6.500	7.000	7.500	8.000	8.500	9.000	9.500	10.000	10.500	
Equipo de conservación de combustible	1																							
Equipo de conservación de combustible	2																							
Filtro de aceite de motor	2																							
Marcha del motor	-	X																						
Conducción de aire	-		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Filtro centrífugo de aceite	-		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sistema de purga del bloque motor	-			X	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Distribución por válvulas	-			X	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Filtro de combustible	2			X	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Turbocompresor por gases de escape	-					X			X				X				X				X			
Filtro de aire	3							X					X						X					
Dínamo	-								X								X							
Válvulas de inyección de combustible	-												X											
Cámaras de cilindro	-												X											
Sistema de purga del bloque motor	-															X								
Turbocompresor por gases de escape	-															X								
Reparación de componentes	-															X								
Culata	-																					X		
Reparación ampliada de componentes	18																							

11.000-15.000 horas de servicio

Posición	Límite, años	Horas de servicio [h]																			
		11.000	11.500	12.000	12.500	13.000	13.500	14.000	14.500	15.000											
Equipo de conservación de combustible	1																				
Equipo de conservación de combustible	2																				
Filtro de aceite de motor	2																				
Marcha del motor	-																				
Conducción de aire	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X							
Filtro centrífugo de aceite	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X							
Sistema de purga del bloque motor	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X							
Distribución por válvulas	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X							
Filtro de combustible	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X							
Turbocompresor por gases de escape	-			X					X												
Filtro de aire	3			X										X							
Dínamo	-			X																	
Válvulas de inyección de combustible	-			X																	
Cámaras de cilindro	-			X																	
Sistema de purga del bloque motor	-													X							
Turbocompresor por gases de escape	-													X							
Reparación de componentes	-													X							
Culata	-																				
Reparación ampliada de componentes	18													X							

Las tareas de mantenimiento para cada mantenimiento son las siguientes:

Calificación	Intervalo		Posición	Medida
	(hora)	(año)		
QL1	-	2	Filtro de aceite del motor	Sustituir el filtro de aceite del motor en cada cambio de aceite a más tardar en el tiempo indicado en años.
QL1	A diario	-	Marcha del motor	<p>Comprobar el nivel de aceite</p> <p>Controlar visualmente, la estanqueidad y estado general.</p> <p>Controlar el desagüe del refrigerador de aire de carga</p> <p>Controlar el indicador de mantenimiento del filtro de aire.</p> <p>Comprobar los taladros de control de la bomba de alta presión de combustible.</p> <p>Controlar los taladros de descarga de las bombas de agua.</p> <p>Examinar ruidos durante el funcionamiento, color de los gases de escape y vibraciones anómalas.</p> <p>Purga del prefiltro de combustible y comprobación de depresión en el mismo.</p>

QL1	500	-	Conducción de aire	Controlar la conducción de aire entre el filtro y el turbocompresor de escape con respecto a la estanqueidad y daños
QL1	500	-	Filtro centrifugo de aceite	Controlar el espesor de la capa de residuos de aceite, limpiarlo y sustituir la guarnición interna.
QL1	1000	-	Distribución por válvulas	Controlar la holgura de válvula.
QL1	1000	2	Filtro de combustible	Sustituir el filtro de combustible o el elemento filtrante de combustible.
QL1	2000	-	Turbocompresor por gases de escape	Limpiar las palas del compresor.
QL1	3000	3	Filtro de aire	Sustituir el filtro
QL1	4000	-	Alternador	Comprobar el estado del alternador.
QL1	6000	-	Válvulas de inyección	Cambiar los inyectores electrónicos.
QL1	6000	-	Cámaras del cilindro	Endoscopiar las cámaras del cilindro.
QL1	7500	-	Sistema de purga del bloque motor.	Sustituir el filtro en motores de 12V y 16V
QL3	7500	-	Turbocompresor por gases de escape	Overhaul del turbocompresor.
	7500	-	Reparación de componentes	<p>Antes de iniciar, realizar navegación de medición para tomar los parámetros del motor.</p> <p>Examinar los balancines y el puente de válvulas.</p> <p>Limpiar el colector de aire.</p> <p>Limpiar el intercooler y comprobar la estanqueidad.</p> <p>Sustituir el sensor de alta presión de combustible.</p> <p>Revisión de los motores de arranque</p> <p>Controlar los soportes del motor.</p> <p>Limpieza del intercambiador de A/D y controlar su estanqueidad.</p> <p>Comprobar el funcionamiento de la válvula de corte de aire.</p> <p>Comprobar la estanqueidad de todos los elementos desmontados.</p> <p>Revisión de las bombas de agua (A/D y A/S).</p>

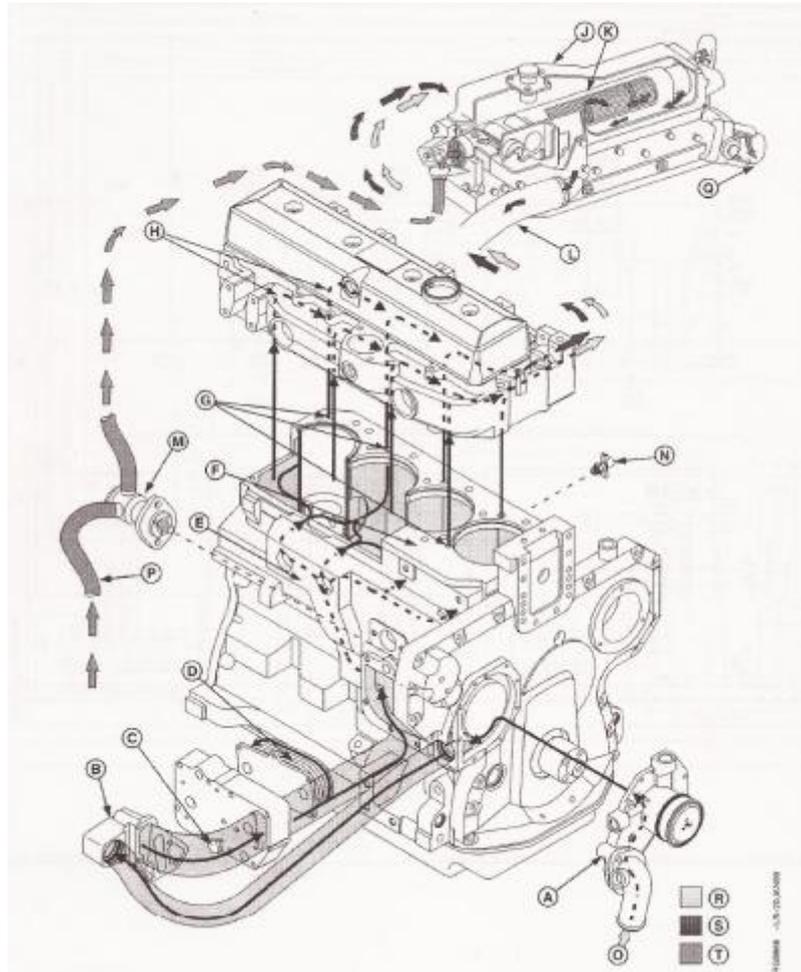
QL3	10000	-	Culata	Revisión de las culatas, comprobar visualmente las cabezas del pistón y la superficie de deslizamiento en las camisas.
QL4	15000	18	Reparación amplia de componentes	<p>Despiezar el motor completo.</p> <p>Sustituir todas las juntas</p> <p>Sustituir los segmentos del pistón</p> <p>Sustituir los cojinetes de biela.</p> <p>Sustituir los cojinetes de cigüeñal.</p> <p>Sustituir las camisas del cilindro</p> <p>Sustituir los rodamientos de la toma de fuerza secundaria.</p> <p>Sustituir la bomba de alta presión de combustible.</p> <p>Sustituir el cilindro de accionamiento de las chapaletas de aire.</p> <p>Sustituir el cilindro de accionamiento de las chapaletas de escape.</p> <p>Sustituir la válvula de sobrepresión en el sistema de alta presión de combustible.</p> <p>Revisión del alternador.</p> <p>Sustituir las palas del turbocompresor de escape.</p>

3.2.2. MOTORES AUXILIARES

Son motores marca John Deere, modelo 6068TFM75 y el alternador es un modelo Kohler 80 EFOZD.

Son motores de cuatro tiempos con 6 cilindros en línea, una potencia de 84,7 kW a 1500 rpm, los pistones tienen un diámetro de 106,5 mm y una carrera de 127 mm, con un desplazamiento total de 6,8 litros (1,15 litros cada pistón).

El fabricante recomienda respetar los periodos de mantenimiento, para conservar el motor en las condiciones adecuadas de funcionamiento.



Los periodos de mantenimiento estipulados por el fabricante son los siguientes:

Item	Lubrication and Maintenance Service Intervals				
	Every 2 Weeks	350 Hour/6 Month	500 Hour/12 Month	2000 Hour/24 Month	Service As Required
Operate Engine at Rated Speed and 50%—70% Load for a Minimum of 30 Minutes	•				
Check Engine Oil Level and Coolant Level	•				
Check Sea Water Strainer	•				
Check Air Cleaner Dust Unloader Valve & Restriction Indicator Gauge ^a	•				
Visual Walkaround Inspection	•				
Check Fuel Filter Water Separator Bowl	•				
Change Engine Oil And Replace Oil Filter ^b		•			
Service Fire Extinguisher		•			
Service Battery		•			
Inspect and Replace Zinc Plugs		•			
Check Belt Tension and Wear (Manual Tensioner)		•			
Check Engine Mounts		•			
Replace Crankcase Vent Filter (If Equipped)			•		
Clean Crankcase Ventilation Assembly			•		
Check Air Intake Hoses, Connections, & System			•		
Replace Fuel Filter Elements			•		
Check Automatic Belt Tensioner and Belt Wear			•		
Check Cooling System			•		
Coolant Solution Analysis-Add SCAs as required			•		
Inspect and Clean Heat Exchanger Core and Aftercooler Core (If Equipped)			•		
Check Engine Speeds			•		
Check Engine Electrical Ground			•		
Check Crankshaft Vibration Damper (6-Cylinder)				•	
Pressure Test Cooling System				•	
Inspect and Repair Sea Water Pump				•	
Check and Adjust Engine Valve Clearance				•	
Flush And Refill Cooling System ^c				•	
Test Thermostats				•	
Test Glow Plugs (6068SFM75)				•	
Add Coolant					•
Replace Air Cleaner Element					•
Service Dry Air Cleaner Element					•
Replace Alternator Drive Belt					•
Check Front PTO (If Equipped)					•
Bleed Fuel System					•
^a Replace primary air cleaner element when restriction indicator shows a vacuum of 625 mm (52 in.) H ₂ O					
^b During engine break-in, change the oil and filter for the first time before 100 hours of operation. No extended interval is allowed beyond this 350 hour interval for gen-sets.					
^c If John Deere COOL-GARD is used, the flushing interval may be extended to 3000 hours or 36 months. If John Deere COOL-GARD is used and the coolant is tested annually AND additives are replenished as needed by adding a supplemental coolant additive, the flushing interval may be extended to 5000 hours or 60 months, whichever occurs first.					

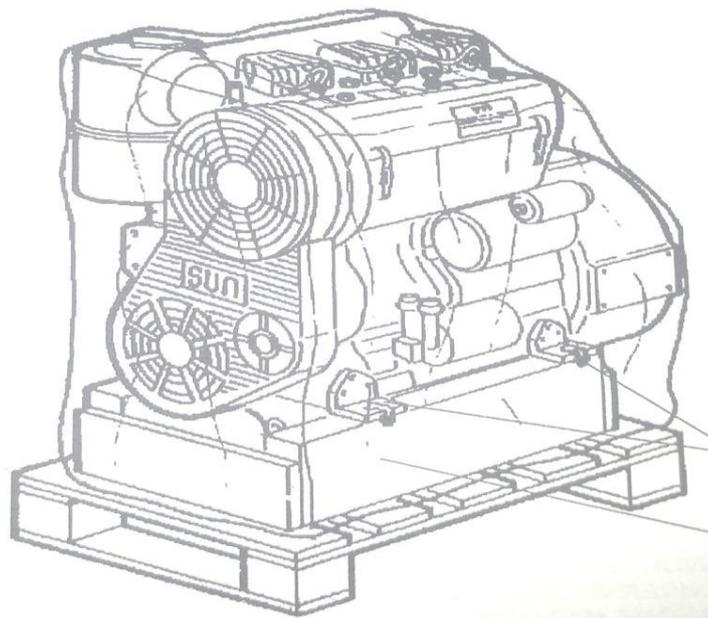
Alcanzadas las 10.000 horas el fabricante aconseja el overhaul de la turbo y la sustitución de la bomba de alta presión de combustible, así como la renovación de los 6 inyectores y el cambio de la culata, es un mantenimiento mayor que alarga la vida útil del bloque motor.

3.2.3. MOTOR GENERADOR DE PUERTO

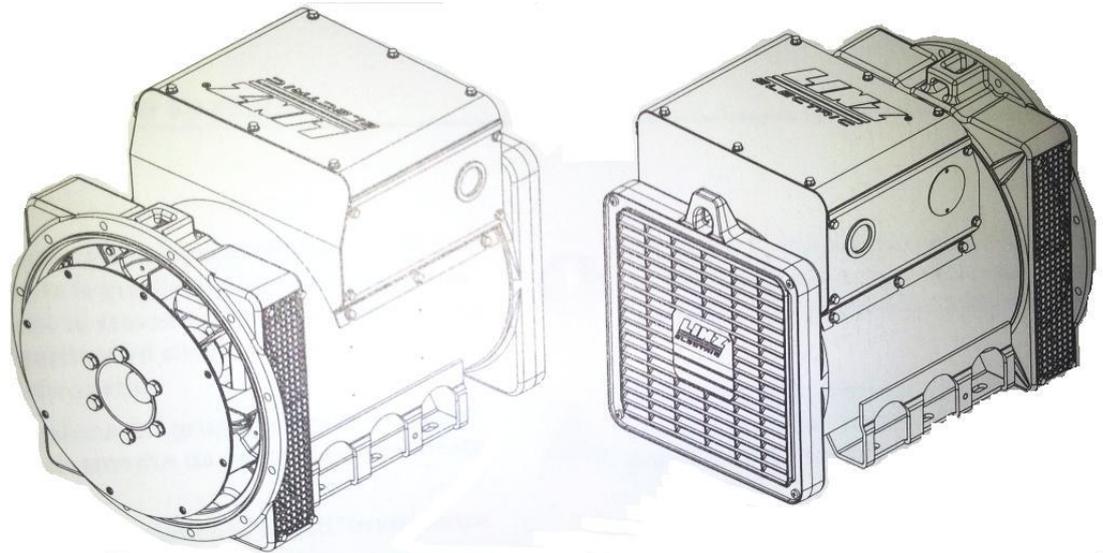
El grupo generador de puerto es un MOSA GE 33 VSX, con un alternador trifásico síncrono, auto excitado, autoregulado y sin escobillas de la casa Linz, mientras que el motor acoplado es un motor de la casa VM Motori con 3 cilindros en línea con pistones de 105 mm de diámetro y una carrera de 115 mm, con capacidad de 2,987 litros, de cuatro tiempos refrigerado por aire, con arranque eléctrico y que desarrolla una potencia de 24,7 kW a 1500 rpm.

Como todos los fabricantes aconsejan utilizar una lista de lubricantes y aceites para mejorar los tiempos de mantenimiento, dando consejos sobre un mantenimiento preventivo de los órganos del motor. Dichas recomendaciones son las siguientes:

Para los mantenimientos importantes indican la actuación de un técnico de la casa para no perder la garantía eso se realiza en los mantenimientos del turbocompresor, la revisión parcial de las 5000 horas y el mantenimiento general de las 9000 horas.



Motor VM Motori



Alternador LINZ

Elemento de revisión	Intervalo de horas									
	10	50	100	150	300	500	1000	2000	5000	9000
Control nivel de aceite del motor	X									
Control de aceite del filtro de aire	X									
Limpeza filtro de aire de aceite	X									
Limpeza filtro de aire seco	X									
Control del radiador de aceite	X									
Limpeza del ventilador	X									
Sustitución del aceite del motor		X								
Sustitución filtro de aceite		X								
Control de la correa trapezoidal		X								
Filtro de la bomba de alimentación			X							
Sustitución de aceite en el filtro de aire				X						
Control correa trapezoidal				X						
Apriete racores de combustible					X					

Sustitución aceite del motor					X					
Sustitución filtro de aceite					X					
Sustitución filtro de combustible					X					
Control de inyectores						X				
Control reglaje de válvulas						X				
Sustitución filtro de aire seco						X				
Limpieza depósito de combustible							X			
Sustitución correa del alternador							X			
Control escobillas del motor de arranque								X		
Control turbocompresor								X		
Revisión parcial del motor									X	
Revisión general del motor										X

3.2.4. REDUCTORAS

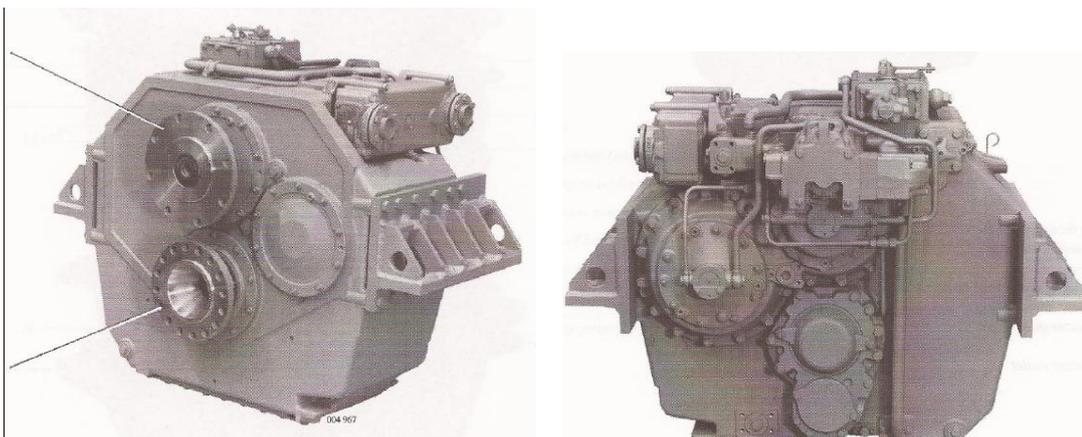
Las reductoras son ZF modelo 7550V, con la peculiaridad de tener en el eje de salida en el mismo plano que el de entrada, los ejes forman una V, el coeficiente reductor es de 2,548:1 y una presión de embrague de 17,5 bares.

Las recomendaciones que proporciona el fabricante son orientativas pudiéndose cambiar los tiempos dependiendo del estado y las observaciones que se realicen durante los trabajos de mantenimiento.

Por el tipo de servicio que presta la embarcación, las reductoras tienen una segunda bomba denominada bomba tralling, que sirve para mover el aceite cuando debido a las condiciones de servicio el motor está parado, dicha bomba esta acoplada al eje de salida y actúa con el movimiento de la hélice al avanzar el buque.

Además la reductora tiene un sistema denominado "Trolling" con el que consigue que la velocidad de salida de la reductora sea menor en

proporción que la velocidad que le correspondería según la velocidad del eje de entrada esto se consigue disminuyendo la presión de embrague para permitir un pequeño deslizamiento de los discos de embrague, pudiendo reducir la velocidad de salida entre un 30% y un 70%.



Mantenimiento	A1 every day	A2 500 hr.	A3 2000 hr.	A4 6000 hr	A5 overhaul
Chequear nivel de aceite	X				
Girar manualmente el filtro de aceite	X				
Chequeo visual de las partes móviles	X				
Limpiar exteriormente la reductora		X			
Controlar el selector de posición adelante / atrás		X			
Lubricar partes exteriores		X			
Cambio de aceite			X		
Limpieza del filtro de aceite y su cámara			X		
Control visual de los acoplamientos flexibles				X	
Control visual de los discos de embrague				X	
Control visual de los engranajes				X	
Control de las bombas de aceite				X	
Revisar la unidad de control (GCU)				X	
Revisar los actuadores mecánicos y eléctricos				X	

Recalibrar el manómetro de presión de embrague				X	
Limpiar el enfriador de aceite				X	
Comprobar los retenes en ejes de entrada y salida				X	
Revisión general de la reductora					X

3.2.5. PLANTA DE AGUAS FECALES

La planta de aguas fecales es una Hamman modelo supermini, que utiliza el circuito de agua dulce para las limpiezas automáticas y posee una bomba maceradora para la descarga al exterior y cumplir con el convenio MARPOL, además el circuito de los baños es de vacío de la empresa Jet-vacuum y consta de dos bombas de vacío autocebantes.

Para la planta de aguas fecales los mantenimientos recomendados por el fabricante son los siguientes:

Periodo	Actividad
Semanalmente	Girar manualmente la válvula de descarga de sedimentos al tanque
	Probar la dosificación de clorito
Mensualmente	Limpiar el tanque
	Limpiar las boyas indicadoras de nivel.
	Revisar la bomba de cloritos y el circuito por posibles pérdidas.
Cada año	Revisar los componentes internos de la bomba maceradora

Para las bombas de vacío el fabricante recomienda los siguientes mantenimientos.

Maintenance Job	Data Sheet No	Drawing No	Part No	Interval	Comments
Check possible air leakages in vacuum system: Stop vacuumarators and monitor possible drop on vacuum gauge		Piping Diagram		Monthly	
Check vacuumarators for scale layer. Descaling to be carried out if required.		31739-029		Yearly	
Clean connection pipe for pressure switches by letting in air		Piping Diagram		Daily	
Readjust preset settings of pressure switches (If needed)	3103	Piping Diagram	032300100	Monthly	
Check function pressure switches	3103		032300100	Daily	
Clean level switches (If installed)	3103		032300100	Monthly	
Replace shaft seal Vacuumarator and El Motor	2142 3120 2154	31739-029 31774-031	038201500 037219240	2 years/6000 hours or if water leakage should occur during running	See Data Sheet 2154 for disassembly and assembly of Vacuumarator Jets 15MB-D
Change bearings on electric motors	3120 2154	31774-031	038205910 and 038201710	2 years/6000 hours	See Data Sheet 2154 for disassembly and assembly of Vacuumarator Jets 15MB-D

3.2.6. POTABILIZADORA

La planta potabilizadora es mediante un sistema de osmosis inversa, el modelo es de la marca Marnorte BD 40/15, el cual para unas condiciones de agua de mar de 22,8 °C, pH 7, contenido en sal de 35 gr/l, produce aproximadamente 2000 l de agua potable con un porcentaje de rechazo de sales del 99,2%.

El mantenimiento de estos equipos es muy delicado debido a las membranas internas, que posee para poder realizar el proceso de osmosis, hay dos bombas de A/S una de baja presión suministradora de caudal y otra de alta presión para impulsar el flujo de agua a través de las membranas.

Como recomendaciones del fabricante, la más importante es evitar el cloro en el agua bruta (forma inicial antes del tratamiento), hay que evitar también las altas temperaturas, también es importante no poner el equipo en marcha en aquellos sitios en que pueda aspirar arena del fondo, por los importantes daños que producirían en el equipo.

Periodo	Mantenimiento
Cuando baje la presión	Cambio de los cartuchos de filtros previos a la bomba de alta presión de 25, 10 y 5 micras.
Semanal	Revisión de perdidas en la bomba de baja presión
Mensual	Limpieza del filtro de discos.
	Comprobar presostato de alta (máx. presión 70 bar)
	Comprobar presostato de baja (min. Presión 0,5 bar)
	Comprobar fugas en el circuito
Bimestral	Realización de flusing al sistema con detergente alcalino
Trimestral	Cambio del aceite en la bomba de alta
Semestral	Comprobación de retenes de alta y baja, así como las válvulas, asientos y muelles.
Anual	Comprobación de los retenes de aceite en la bomba de alta.

3.2.7. DEPURADORA

La depuradora es una Alfa Laval MMB 304, con capacidad para depurar 3200 l/ hora, con una velocidad de giro máxima en el rotor de 9510 rpm, la casa recomienda realizar un mantenimiento preventivo siguiendo las instrucciones ofrecidas por el fabricante.

Puede actuar como separadora o como purificadora, en el modo de purificación hay tres fases, el combustible y el agua se separan descargándose continuamente por dos salidas separadas, mientras que los restos sólidos son recogidos manualmente, en el modo clarificadora, la separación se da en dos fases, por un lado se descarga el combustible de

manera continua, mientras que en la fase pesada se quedan en los discos de precipitación los lodos y el agua.



Los periodos de mantenimiento recomendados por el fabricante son los siguientes:

Periodo	Pieza principal	Pieza
Diario	Entrada y salida Compruebe si existen fugas	Alojamiento de conexión
	Rotor de la separadora Compruebe la presencia de vibraciones y ruidos	
	Transmisión por correa Compruebe la presencia de vibraciones y ruidos	
	Deposito de aceite Revisar	Nivel de aceite
	Motor eléctrico Compruebe su calentamiento, vibraciones y ruidos.	
Mensual	Eje del rotor y transmisión Revisar Cambiar	Tensión de la correa Aceite del depósito.
Trimestral	Entrada y salida, bastidor Limpiar y revisar	Roscas de la tubería de entrada Disco centrípeto. Alojamiento y tapa del bastidor
	Rotor de la separadora Limpiar y revisar	Tapa del rotor Disco superior. Discos del rotor. Distribuidor. Roscas de la tapa del rotor y del cuerpo del rotor

	Revisar	<p>Cono del eje del rotor y cubo del cuerpo del rotor.</p> <p>Presión del paquete de discos.</p> <p>Rozaduras en la superficie guía</p> <p>Corrosión, erosión y grietas.</p>
	<p>Transmisión</p> <p>Revisar</p> <p>Cambiar</p>	<p>Correa y tensión de la correa.</p> <p>Aceite en el depósito de aceite</p>
	<p>Motor eléctrico</p> <p>Lubricación</p>	
Anual	<p>Entrada y salida, bastidor</p> <p>Limpiar y revisar</p>	<p>Roscas de la tubería de entrada</p> <p>Disco centrípeto.</p> <p>Alojamiento y tapa del bastidor</p>
	<p>Rotor de la separadora</p> <p>Limpiar y revisar</p> <p>Revisar</p>	<p>Tapa del rotor</p> <p>Disco superior.</p> <p>Discos del rotor.</p> <p>Distribuidor.</p> <p>Roscas de la tapa del rotor y del cuerpo del rotor</p> <p>Cono del eje del rotor y cubo del cuerpo del rotor.</p> <p>Altura del disco centrípeto.</p> <p>Presión del paquete de discos.</p> <p>Rozaduras en la superficie guía</p> <p>Corrosión, erosión y grietas.</p>
	<p>Dispositivo de accionamiento vertical</p> <p>Limpiar y revisar</p> <p>Revisar</p>	<p>Bomba de combustible.</p> <p>Eje del rotor</p> <p>Muecas en el alojamiento del rodamiento.</p> <p>Oscilación radial del eje del rotor.</p>
	<p>Deposito de aceite</p> <p>Cambiar</p>	<p>Aceite</p>
	<p>Freno</p> <p>Limpiar y revisar</p>	<p>Freno</p>
	<p>Acoplamiento de fricción</p> <p>Limpiar y revisar</p>	<p>Acoplamiento de fricción</p>
	<p>Motor Eléctrico</p> <p>Cambiar</p>	<p>Rodamientos</p>

3.3. INDICACIONES DEL DEPARTAMENTO TÉCNICO

El departamento técnico estima que se tienen que tener controlados diversos valores externos a las maquinarias principales para mantener una perfecta operatividad del buque, incluyéndose en el programa de mantenimiento al tener un carácter mensual en su gran mayoría, estos trabajos van desde la recogida de muestras de aceite al realizar los cambios en las máquinas, medición de los valores de protección catódica en el casco para evitar la corrosión y revisiones de equipos de seguridad a bordo de la embarcación.

3.3.1. ANÁLISIS DE ACEITE

La realización periódica de análisis de aceite (sin la necesidad de que tenga que ser sustituido), es una parte de mantenimiento preventivo, puesto que los datos pueden dar mucha información sobre la vida de los elementos interiores y sus condiciones de trabajo.

En estos análisis se analizan las partículas que tienen el aceite en suspensión, su viscosidad, mezcla con otros líquidos, con lo que nos puede dar una valiosa información para prevenir graves averías, por ejemplo nos puede indicar un alto contenido de plomo (pb), indicando en un alto grado que el material antifricción de un cojinete está dañado, en una muestra si aparecen restos de combustible disminuyendo su viscosidad nos informan de pérdidas a través de los aros del pistón por una pérdida de un inyector.

Además si la casa nos indica un cambio de aceite a un determinado número de horas y tras varios mantenimientos se observa que el aceite tras ese tiempo permanece con las características de trabajo se puede alargar los periodos de mantenimiento, reduciendo costes.

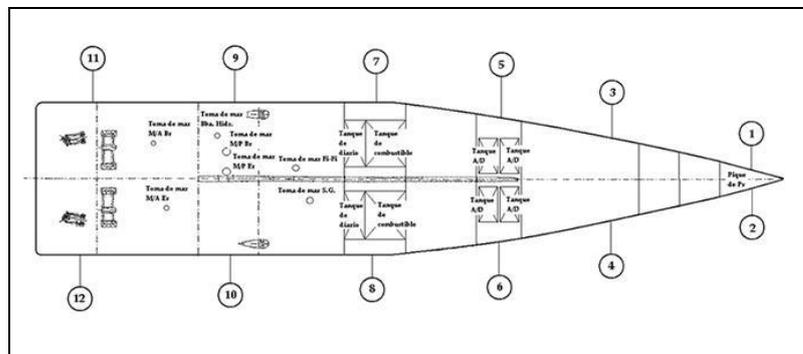
Para la embarcación realizamos los análisis según el siguiente esquema, enviándose a Cepsa para su análisis, recibiendo sus informes sobre el estado de los aceites posteriormente.

Equipo	Periodo de análisis	Periodo de cambio
Motores principales	500 horas	1000 horas
Motores auxiliares	0 horas	350 horas
Reductoras	500 horas	2000 horas
Central hidráulica	1 vez al año	2 años
Servo-timón	1 vez al año	2 años

3.3.2. MEDICIÓN DE LAS PROTECCIONES CATÓDICAS

La protección catódica es uno de los fenómenos que tenemos para luchar contra la corrosión, el fundamento básico consiste en convertir en cátodo toda la superficie que deseamos proteger, mientras que ubicamos un material con carácter de ánodo como superficie de sacrificio.

Los valores de las protecciones catódicas pueden ser positivos o negativos, se miden en mV de continua y sus valores óptimos se encuentran entre 850 y 1100 mV, fuera de esos valores tendremos un fallo, dichos valores se toman a lo largo de la eslora del buque en puntos donde están conectadas las descargas a tierra de los aparatos, siguiendo un esquema.



Punto control	Valor	Punto control	Valor
1	941 mV	2	941 mV
3	941 mV	4	940 mV
5	940 mV	6	940 mV
7	940 mV	8	939 mV
9	939 mV	10	939 mV
11	939 mV	12	939 mV

Control periódico de baterías

El control de los grupos de baterías es realizado cada mes, teniendo en cuenta los siguientes valores y características de los mismos:

- Densidad de electrolito: en las baterías de plomo la densidad del electrolito se considera normal o buena cuando alcanza un valor de 1260^o y deficiente cuando no alcanza dicho nivel.
- El voltaje: dicho valor se considera óptimo cuando alcance o supere los 13V medidos entre los bornes de la batería.
- El nivel de electrolito: será adecuado cuando supere en 1 cm la parte superior de las placas.
- Ventilación y limpieza de la ubicación: la ventilación será buena cuando las rejillas o tubos de ventilación estén abiertos sin obstrucción, permitiendo la renovación del aire en su interior.

Además hay que mantener la limpieza en los lugares de las baterías protegiendo los bornes con vaselina para que no se oxiden y realicen un mal contacto.

A bordo se disponen de 7 grupos de baterías:

- 2 para los MMPP
- 2 para los MMAA
- 1 Equipos GMDSS
- 1 Equipos Radio
- 1 Equipo de emergencia

Equipos críticos y de seguridad

Dentro de estos elementos incluimos todas las revisiones de los equipos de lucha contra incendios (centralita CC.II. detectores de humo y de calor, bombas contra incendio, bomba CC.II. acoplada al MMPP., sistema de CO₂), además incluimos elementos de seguridad como las bombas de achique, niveles de sentinas.

Las revisiones realizadas en estos equipos son de carácter mensual y son las siguientes:

Equipo	Revisión
Centralita CC.II. y detectores de humo	<ul style="list-style-type: none"> - Comprobación de señal de alarma - Comprobación de funcionamiento de los 12 detectores - Señal de alarma general tras 2 min. sin aceptar la alarma
Bombas CC.II	<ul style="list-style-type: none"> - Puesta en marcha desde las dos ubicaciones (maquina y puente) - Comprobación de presión individual y colectivamente. - Revisión de fugas en el circuito. - Comprobación de las bombas (anual)
Bomba CC.II. acoplada al MM.PP.	<ul style="list-style-type: none"> - Comprobación de presión en el circuito - Revisión de fugas en el circuito y el monitor superior.
Sistema de CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> - Apertura de local, comprobando las alarmas acústicas y sonoras en la CC.MM. - Parada automática de la ventilación en la CC.MM. - Estado general de las baterías de botellas y estado del

	<p>local.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comprobación de fugas en el circuito.
Niveles de sentinas	- Comprobación de todas las alarmas de alto nivel de sentinas.
Bombas de achique en CC.MM.	<ul style="list-style-type: none"> - Comprobación de estado general. - Revisión de la puesta en marcha automática. - Revisión de las bombas (anual).
Motobomba portátil	<ul style="list-style-type: none"> - Puesta en marcha. - Engrase del motor y protección exterior.

La revisión de estos equipos reciben un refrendo anual de Capitanía marítima, anotado en el certificado de máquina desatendida de la embarcación.

3.4. PRINCIPALES FALLOS

En las fábricas durante los procesos de pruebas a las máquinas, no solo comprueban los mejores mantenimientos preventivos, sino que estiman también los fallos y averías más comunes, por ello suelen adjuntar en sus manuales las causas de fallos y sus soluciones.

3.4.1. MOTORES PRINCIPALES

- El motor no gira al enviar la señal de puesta en marcha.

Componente	Causa	Medida
Batería	Vacía o defectuosa	Cargar o sustituir
Batería, motor de arranque, cableado, LOP, ECU	Fallo en las conexiones	Comprobar asientos de las conexiones y cables (posibles humedades)
Motor	Bloqueado	Comprobar virador y avisar al técnico.

- Motor gira al arrancarlo pero no se pone en marcha

Componente	Causa	Medida
Motor de arranque	Gira débilmente: batería vacía o defectuosa	Cargar o sustituir
Cableado del motor	Defectuoso	Controlar
Sistema de combustible	Aire en el sistema de combustible	Purgar el sistema de combustible
ECU	Defectuosa	Avisar al servicio técnico.

- Motor se pone en marcha de manera irregular

Componente	Causa	Medida
Inyección	Inyector defectuoso	Sustituir
Cableado del motor	Defectuoso	Controlar
Sistema de combustible	Aire en el sistema de combustible	Purgar el sistema de combustible
ECU	Defectuosa	Avisar al servicio técnico.

- Motor no alcanza el número de revoluciones nominal de ralentí.

Componente	Causa	Medida
Alimentación de combustible	Filtro o prefiltro de combustible sucio	Sustituir
Admisión de aire	Filtro de aire sucio	Controlar indicador de depresión
Inyección	Inyector defectuoso	Sustituir
Cableado del motor	Defectuoso	Controlar
Motor	Carga excesiva	Avisar servicio técnico.

- Número de revoluciones del motor no estables.

Componente	Causa	Medida
Inyección de combustible	Inyector defectuoso	Sustituir
Captador de las rpm	Defectuoso	Sustituir
Sistema de combustible	Aire en el sistema de combustible	Purgar el aire del sistema
ECU	Defectuosa	Avisar al servicio técnico

- Temperatura del aire de carga demasiado alta

Componente	Causa	Medida
Líquido refrigerante	Tratamiento incorrecto del líquido	Realizar análisis de agua
Intercooler	Sucio	Limpieza.
Sala de máquinas	Temperatura elevada	Revisar ventilación

- Presión de aire de carga demasiado baja

Componente	Causa	Medida
Admisión de aire	Filtro de aire sucio	Controlar el indicador de depresión
Intercooler	Sucio	Limpieza
Turbocompresor	Defectuoso	Avisar al servicio técnico.

- Pérdida de líquido por el intercooler

Componente	Causa	Medida
Intercooler	Pérdida de estanqueidad	Avisar al servicio técnico.

– Gases de escape de color negro

Componente	Causa	Medida
Admisión de aire	Filtro de aire sucio	Controlar el indicador de depresión
Inyección de combustible	Inyector defectuoso	Sustituir
Motor	Carga excesiva	Avisar al servicio técnico

– Gases de escape de color azul

Componente	Causa	Medida
Aceite de motor	Demasiado aceite	Vaciar el aceite del motor.
	Filtro centrifugo con mucha suciedad	Limpiar o sustituir
Turbocompresor, culata, segmentos del pistón o camisa	Defectuoso	Sustituir

– Gases de escape de color blanco

Componente	Causa	Medida
Motor	No tiene la temperatura adecuada	Poner a la temperatura de régimen
Sistema de combustible	Agua en el combustible	Controlar el sist. de combustible Purgar el prefiltro de combustible
Intercooler	No estanco	Avisar al servicio técnico.

Para el motor auxiliar los problemas son comunes, por lo tanto trataremos la parte del generador.

3.4.2. GENERADOR

- No hay o es pequeño el voltaje de salida

Causa	Medida
Interruptor de salida AC abierto	Resetear el interruptor y comprobar la tensión del interruptor en el lado del generador.
Cables, terminales o pines en el campo de excitación abierto	Comprobar la continuidad

- No hay o es pequeño el voltaje de salida

Causa	Medida
Campo principal (rotor) no funciona (abierto o conectado a tierra)	Comprobar y/o cambiar el rotor
Estator no funciona (abierto o conectado a tierra)	Comprobar y/o cambiar el rotor
Regulador fuera de ajuste	Ajustar el regulador
Fusible del regulador de voltaje fundido	Reemplazar el fusible, si el problema persiste el fallo esta en el regulador

- El generador se para repentinamente

Causa	Medida
Regulador fuera de ajuste	Ajustar el regulador
Fusible del regulador de voltaje fundido	Reemplazar el fusible, si el problema persiste el fallo esta en el regulador
Parada por sobrevelocidad	Resetear el controlador, si el problema persiste contactar con el servicio técnico.

3.4.3. REDUCTORAS

- Alta temperatura de aceite

Causa	Medida
Insuficiente flujo de agua en el enfriador	Aumentar el flujo de agua
Barro en el enfriador de aceite	Limpiar el enfriador
Patinan los discos de embrague	Ajustar el mecanismo de acoplamiento.

- Baja temperatura de aceite en la transmisión

Causa	Medida
Alto flujo de agua en el enfriador	Disminuir el flujo de agua

- Alta presión de aceite antes del enfriador y el filtro

Causa	Medida
Filtro tupido	Limpiar el filtro y retirar el barro del aceite
Enfriador de aceite tupido	Limpiar el lado de aceite del enfriador.

- Falta de la presión de aceite

Causa	Medida
Falta de aceite en la transmisión	Añadir aceite
Sentido de giro erróneo en la transmisión	Usar una versión especial de la transmisión
Indicador defectuoso	Reparar el fallo

– Baja presión de aceite en el funcionamiento

Causa	Medida
Muy baja viscosidad del aceite	Utilizar un aceite recomendado por ZF
Bomba de aceite incorrecta	Utilizar una bomba de acuerdo al régimen de operación del motor
Bomba de aceite defectuosa	Renovar
Perdidas en la válvula de presión	Reparar el problema
Defectuoso tiempo del interruptor del modulo de presión	Buscar un remedio para el deslizamiento del embrague

– Alta presión de aceite en el funcionamiento

Causa	Medida
Alta viscosidad de aceite	Utilizar un aceite recomendado por ZF
Incorrecto ratio de la bomba	Seleccionar un ratio de bomba adecuado para la velocidad del motor

– El embrague patina a altas velocidades del motor

Causa	Medida
Presión insuficiente de trabajo	El problema no puede ser reparado en el momento, hay que desmontar la reductora

– Rápida disminución del nivel de aceite

Causa	Medida
Perdidas en las uniones, las tuberías o los sellos de los ejes	Reparar los fallos mecánicos
Perdidas de aceite en el agua de refrigeración	Reparar el fallo y cambiar el enfriador si es necesario

3.4.4. AIRE ACONDICIONADO

- El compresor no arranca

Causa	Medida
Fallo de corriente	Comprobar la alimentación, los fusibles y los magneto térmicos.
Termostato desajustado	Ajustar al valor correcto
Presostato abierto	Rearmar y comprobar su tarado alta 20 bar y baja 2,5 bar
Bombas que no trabajan	Comprobar su libre rotación Comprobar los magneto térmicos
Fluxostato que no cierra	Comprobar la correcta circulación del agua tratada

- El compresor funciona en ciclos intermitentes

Causa	Medida
Presostato de baja presión con funcionamiento irregular	Comprobar el tarado del presostato Comprobar la correcta circulación del agua tratada y de la condensación
Falta de refrigerante	Añadir líquido refrigerante
Activación de la protección interna (klixon)	Verificar una eventual baja tensión y corregir

- Exceso de presión de alta con parada del compresor por el presostato de alta.

Causa	Medida
Demasiado gas refrigerante	Descargar el exceso
Insuficiente flujo de agua de condensación, condensador o flujo	Abrir la válvula de control del condensador; limpiar el condensador o el filtro de agua de mar.

obstruido	
Fallo de la bomba de agua de mar	Comprobar la bomba y reparar la avería
Baja circulación de agua tratada, en invierno	Comprobar la presencia de aire en el circuito Comprobar una eventual obstrucción
Aire en el circuito refrigerante	Hacer vacío y recargar de gas

– Alta temperatura del compresor

Causa	Medida
Excesivo sobrecalentamiento	Comprobar la carga de gas
Baja circulación de agua	Restablecer una circulación correcta

– Baja presión de aspiración

Causa	Medida
Falta de gas refrigerante	Recargar de gas
Baja circulación de agua	Restablecer una correcta circulación

– Ruidos en el equipo

Causa	Medida
Tornillos de sujeción sueltos	Reapretar los tornillos
Base de la unidad insuficientemente aislada	Aislar la base adecuadamente
Inadecuada sujeción o aislamiento de los conductos	Corregir, fijar y aislar adecuadamente todos los conductos
Vibraciones de los tubos	Sujetar correctamente y verificar sus conexiones

3.4.5. SISTEMA DE VACÍO

– Bajo vacío

Causa	Medida
Falta de líquido en las bombas de vacío	Revisar que tengan agua las bombas
Perdidas en las tuberías de vacío	Reparar las pérdidas
Macerador tupido	Limpiar el macerador
Tuberías taponadas	Limpiar el taponamiento

– Pérdidas de agua en las bombas de vacío

Causa	Medida
Fallo del sello de la bomba	Revisar y cambiar el sello del eje.

– Frecuencia de arranque y parada de la bomba de vacío

Causa	Medida
Perdida en las tuberías de vacío	Revisar las posibles pérdidas y repararlas
Cierre insuficiente de la chapaleta	Chequear y limpiar la superficie de la chapaleta

– Sobrecarga del motor eléctrico

Causa	Medida
Relé de protección del motor saltado	Revisar las causas para la sobrecarga del motor y repararlas

- Alarma de largo tiempo de funcionamiento

Causa	Medida
El tiempo de funcionamiento de la bomba se ha extendido mucho	Revisar posibles pérdidas de las tuberías y repararlas.

3.4.6. COMPRESORES

- El compresor no alcanza la presión final

Causa	Medida
Fuga en las válvulas de vaciado de condensados	Apretar y sellar las piezas donde se halla detectado la fuga.
Fallo en la válvula de presión final	Limpiar y reajustar la válvula
Los segmentos del pistón están desgastados	Sustituir los segmentos
El tornillo de purga de la válvula de presión final no está bien colocado	Para efectuar la purga, aflojar el tornillo hasta que el orificio quede totalmente abierto
Holgura excesiva del pistón	Comprobar la holgura y sustituir las partes necesarias

- Insuficiente caudal de salida

Causa	Medida
Fuga en las conducciones	Apretar de nuevo las conducciones
Filtro de admisión sucio	Limpiar o sustituir el filtro de admisión
Desgaste excesivo del pistón de la 3ª etapa	Sustituir el pistón y la camisa de la 3ª etapa

- La válvula de seguridad de presión intermedia salta

Causa	Medida
Presión intermedia demasiado alta, hay una fuga en las válvulas	Comprobar o sustituir las válvulas

- El compresor se calienta demasiado

Causa	Medida
Insuficiente suministro de aire de refrigeración	Comprobar que no se ha sobrepasado la máxima tª ambiente de 45°C
La válvula de admisión o presión no cierran correctamente	Comprobar las válvulas y sustituir las si es necesario
Sentido de rotación del motor incorrecto	Comprobar la dirección del sentido de giro y dependiendo del tipo de motor actuar en consecuencia

- El motor consume mucho aceite

Causa	Medida
Desgaste de los pistones, los segmentos y los cilindros	Sustituirlos
Saturación del filtro de admisión	Sustituir el filtro
Excesivo calentamiento del compresor	Cambiar la ubicación del compresor

3.4.7. DEPURADORA

- Tiempo de arranque demasiado largo

Causa	Medida
Freno aplicado	Soltar el freno
Elementos de fricción desgastados o engrasados	Montar unos nuevos o limpiar los antiguos
Tensión de la correa demasiado baja	Tensar la correa
Fallo del motor eléctrico	Reparar
Rodamientos dañados o desgastados	Montar unos rodamientos nuevos

- La depuradora vibra durante la secuencia de arranque

Causa	Medida
Rotor desequilibrado debido a: <ul style="list-style-type: none"> – Una limpieza insuficiente – Un montaje incorrecto – Un nº demasiado bajo de discos – Apriete insuficiente de la tapa del rotor 	Después de realizar una parada de emergencia identifique y rectifique la causa Una tapa del rotor mal apretada supone un peligro mortal
Ajuste incorrecto de la altura del disco centrípeto	Comprobar y ajustar
Amortiguadores de vibraciones de los apoyos del bastidor desgastados	Montar unos apoyos nuevos
Eje del rotor doblado(máx. 0.04 mm)	Montar un nuevo rotor
Rodamientos dañados o desgastados	Montar unos nuevos
Amortiguador de goma del rodamiento superior del eje defectuoso	Montar un nuevo amortiguador de goma.

- La depuradora vibra durante el funcionamiento normal

Causa	Medida
Depósitos de lodos irregulares	Limpiar el rotor
Rodamientos dañados o desgastados	Montar unos nuevos
Amortiguadores de vibraciones de los apoyos del bastidor desgastados	Montar unos apoyos nuevos
Amortiguador de goma del rodamiento superior del eje defectuoso	Montar un nuevo amortiguador de goma.

- Tiempo de parada demasiado largo

Causa	Medida
Freno desgastado o engrasado	Montar uno nuevo o limpiar si esta engrasado

- Olor

Causa	Medida
Algo normal durante la puesta en marcha por el rozamiento	Ninguna
La correa resbala	Tensar la correa, observar si las poleas están engrasadas
El freno esta aplicado	Soltar el freno
Rodamientos sobrecalentados	Montar unos nuevos

- Ruidos

Causa	Medida
Nivel de aceite bajo	Añadir aceite
Ajuste incorrecto de la altura del disco centrípeto	Comprobar y ajustar
Rodamientos dañados	Montar unos nuevos

– Velocidad demasiado baja

Causa	Medida
Freno aplicado	Soltar el freno
Elementos de fricción desgastados o engrasados	Montar unos nuevos o limpiar los antiguos
Tensión de la correa demasiado baja	Tensar la correa
Fallo del motor eléctrico	Reparar
Rodamientos dañados o desgastados	Montar unos rodamientos nuevos
Rodamiento sobrecalentado o dañado	Montar uno nuevo

– Agua en el colector de aceite

Causa	Medida
Drenaje de la carcasa del rotor obstruido	Limpiar y cambiar el aceite del colector de aceite
Fugas en el rodamiento superior	Montar una nueva junta de estanqueidad y cambiar el aceite del colector de aceite
Condensación	Limpiar el colector de aceite y cambiar el aceite.

– Fluye líquido por el drenaje de la carcasa del rotor

Causa	Medida
Alto contenido de agua en el combustible	Ninguna
Cierre hidráulico roto	Realizar de nuevo el cierre
El suministro de agua para el cierre es insuficiente	Estirar la manguera, limpiar el filtro y comprobar el caudal suministrado.
Junta de estanqueidad del disco de gravedad defectuosa	Montar una junta nueva

Junta de estanqueidad de la tapa del rotor defectuosa	Montar una junta nueva
Juntas de estanqueidad del dispositivo del disco centrípeto defectuosas	Montar nuevas juntas de estanqueidad
Velocidad del rotor demasiado baja	Asegurar que hay corriente, el freno no está aplicado, tensar la correa o revisar el motor y la transmisión.

– Resultado de separación insatisfactorio

Causa	Medida
Caudal demasiado alto	Reducir el caudal
La alimentación de combustible tiene agua	Montar la separadora en el modo purificadora
Paquete de discos obstruido	Limpiar los discos del rotor
Espacio de lodos del rotor lleno	Limpiar y vaciar el espacio de lodos
Velocidad del rotor demasiado baja	Ver apartado de “velocidad demasiado baja”

– Descarga de aceite por la salida de agua

Causa	Medida
Válvula de la tubería de salida cerrada	Abrir la válvula y ajustar la contrapresión
Paquete de discos obstruido	Limpiar os discos del rotor
Junta de estanqueidad debajo del disco de gravedad defectuosa	Montar una junta de estanqueidad nueva
Rotor montado de forma incorrecta	Revisar y corregir el fallo.

3.4.8. FALLOS EN MOTORES ELÉCTRICOS

En muchos de los equipos tienen bombas o accionamientos mediante motores eléctricos trifásicos, por ello veremos también los fallos más comunes en dichos aparatos.

- El motor se calienta mucho:

Causa	Medida
Motor conectado en triangulo en vez de estrella	Cambiar la conexión
Sobrecarga de la línea, alta intensidad y velocidad baja	Sustituir el motor por otro de mayor potencia

- El motor no arranca, faltan una o dos fases:

Causa	Medida
Fallo en el circuito de maniobra del contactor y demás elementos	Revisar y reparar
Defecto del contactor, relé térmico o fusibles	Rearmar, o reponer según proceda.

- El motor absorbe mucha intensidad:

Causa	Medida
Bobinado defectuoso	Reparar
Rotor con algún conductor de la jaula de ardilla desconectado	Reparar o sustituir

- Fusión de fusibles o disparo del disyuntor:

Causa	Medida
Cortocircuito de los conductores de alimentación	Reparar
Cortocircuito en el motor	Revisión y reparar
Incorrecta conexión de las bornas de conexiones	Revisar y cambiar la conexión.

- Carga muy elevada en el momento del arranque

Causa	Medida
Carga muy elevada en el momento de la conexión	Estudiar si la potencia del motor y la carga son correctas
Elección incorrecta del sistema de arranque	Estudiar y aplicar el adecuado.

- Caída importante de velocidad o calentamiento exagerado del rotor:

Causa	Medida
Barra del rotor de jaula de ardilla suelta	Revisar y reparar

- Calentamiento exagerado de los rodamientos

Causa	Medida
Correa de transmisión muy tensa	Destensar
Incorrecta alineación en el acoplamiento motor-aplicación	Revisar y corregir
Mal estado de los rodamientos	Revisar y cambiar.

3.5. TRABAJO CON LA HOJA EXCEL

Una vez que se han preparado unas hojas de mantenimiento tomando como referencia las indicadas por los distintos fabricantes, así como las indicaciones dadas por el departamento técnico, hay que introducirlas en un programa que nos facilite su visión y su organización de trabajos.

Antiguamente los trabajos se organizaban por grupos en pizarras ubicadas en los controles de máquinas, donde se indicaba los trabajos en periodos de varios meses tras los cuales se reiniciaba el ciclo, pero el aumento de revisiones y de equipos hace aumentar el tamaño de la pizarra, no teniendo suficiente espacio para abarcar todos los mantenimientos y revisiones necesarias. Con la informática se dio un paso importante en la visualización y organización del mantenimiento.

Para organizar el mantenimiento de la embarcación hay diversos programas, el más sencillo por su fácil programación y posibilidades es Excel, además de por su accesibilidad a toda persona con un ordenador, pudiéndonos indicar de una manera exacta el próximo mantenimiento.

Una vez abierto el programa accedemos a un menú en el cual tendremos los contadores de horas, además hay acceso a otros submenús entre los cuales están incluidos los inventarios, consumo de aceites, análisis de aceite o mantenimientos de equipos auxiliares.

	A	E	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1																
2			CONTADORES													
3																
4			FECHA.....	21/04/2012												
5																
6			CONTADOR MOTOR PRINCIPAL	"1" BR		7.900		IR A REPORT MM.PP.								MANTENIMIENTOS VARIOS
7			CONTADOR MOTOR PRINCIPAL	"2" ER		7.899										REDUCTORA BABOR
8			CONTADOR MOTOR AUXILIAR	"1" BR		12.152		IR A REPORT MM.AA.								REDUCTORA ESTRIBOR
9			CONTADOR MOTOR AUXILIAR	"2" ER		11.774										PLANTA SEPTICA
10			GRUPO DE PUERTO			221		IR A REPORT MOTOR								PLANTA DE VACIO
11			CONTADOR DEPURADORA			1.333		IR A REPORT DEPURADORA								CONSUMO DE ACEITE
12			GRUPO OSMOSIS					IR A REPORT OSMOSIS								
13			INVENTARIOS	ULTIMA REVISION		14/04/2012		IR A REPORT								
14			ANALISIS DE ACEITES			14/02/2012		IR A REPORT								
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																
24																
25																
26																
27																
28																
29																
30																
31																
32																
33																
34																
35																
36																
37																

En esta primera página indicaremos en los contadores las horas que tenemos en los distintos equipos, o en el caso de análisis de aceite e inventarios la última vez que fueron modificados.

Mediante hipervínculos del programa estos contadores de horas realizarán el cálculo necesario para que en posteriores menús nos sean mostrados mediante un código de colores los trabajos a realizar o próximos a tener que ser realizados, este código será el color verde si el trabajo no necesitara ser realizado en las próximos días, amarillo será indicativo de que el trabajo esta próximo de alcanzar las horas de trabajo previas a su revisión o realización de un mantenimiento y rojo cuando se haya excedido de las horas o días de trabajo y necesite realizarse un mantenimiento en el equipo.

Pinchando en el equipo indicado accederemos al siguiente menú, por ejemplo, si nos interesa acceder al menú de los MMPP pincharemos en la casilla indicada con “ir a report MM.PP.”, accediendo al siguiente nivel del programa.

	A	B	C	D	E	F	G	H
4	REPORT GENERAL DE LA INSTALACION (MM)							
5								
6								
7	MP 1 BR				IR A CONTADORES			
8								
9			HOY	21/04/2012	7.900			
10	Ultimo cambio/revisión/limpieza			fecha	contador	proximo	horas.trab	faltan
11	CAMBIO DE ACEITE	IR A	17/01/2012	7.617	8.617	283	717	
12	FILTROS DE ACEITE	IR A	17/01/2012	7.617	8.617	283	717	
13	COMPROBAR TUB. AIRE ENTRE TURBO Y FILTRO	IR A	06/03/2012	7.784	8.284	116	384	
14	FILTROS CENTRIFUGOS	IR A	24/01/2012	7.645	8.145	255	245	
15	REGLAJE DE VALVULAS	IR A	17/08/2011	7.184	8.184	716	284	
16	FILTROS COMBUSTIBLE	IR A	01/08/2011	7.104	8104	796	204	
17	PREFILTROS DE COMBUSTIBLE	IR A	01/08/2011	7.104	8.104	796	204	
18	CANASTILLA A/S	IR A	10/04/2012	7.900	24-abr-12	86	3	
19	ACEITE REDUCTORA	IR A	10/02/2012	7.691	8.691	209	791	
20	FILTRO REDUCTORA	IR A	10/02/2012	7.691	8.691	209	791	
21	ENFRIADOR REDUCTORA	IR A	13/04/2012	7.900	11.900	0	4.000	
22	LIMPIEZA PALAS COMPRESOR TURBOS	IR A	22/12/2010	6.064	8.064	1.836	164	
23	FILTRO AIRE	IR A	22/12/2010	6.064	9.064	1.836	1.164	
24	COMPROBAR ACOUPLE ALTERNADOR	IR A		0	4.000	7.900	3.900	
25	INYECTORES	IR A	22/12/2010	6.064	12.064	1.836	4.164	
26	REVISION ENDOSCOPIO CAMARA COMBUSTION	IR A	22/12/2010	6.064	12.064	1.836	4.164	
27	DESAIREADORES DE CARTER	IR A	01/08/2011	7.104	8.104	796	204	
28	OVERHAUL DE LAS TURBOS	IR A		0	7.500	7.900	400	
29	MANTENIMIENTO GENERAL	IR A		0	7.500	7.900	400	
30	MANTENIMIENTO DE CULATAS Y PISTONES	IR A		0	10.000	7.900	2.100	
31	MANTENIMIENTO DE CAMISAS	IR A		0	10.000	7.900	2.100	
32	MANTENIMIENTO EXTENDIDO	IR A		0	15.000	7.900	7.100	
33	ANALISIS	IR A	10/04/2012	7900		0		
34	NOTAS	IR A						

En este menú tenemos la información necesaria para la organización del mantenimiento, indicando para cada equipo: el tipo de revisión que es, la fecha del último mantenimiento de cada tipo realizado, con cuantas horas

fue realizado, cuando toca el próximo mantenimiento, las horas que han pasado desde el último mantenimiento y mediante el código de colores anteriormente citado, las horas que faltan para el próximo.

Además en la parte superior nos indica el día en que estamos puesto que no todos los mantenimientos son mediante horas sino que hay algún mantenimiento como la limpieza de fondos de A/S que se realizan cada dos semanas.

En las últimas filas del cuadro están indicados los análisis de agua de refrigeración y un apartado de notas en el cual se lleva un histórico de reparaciones, que o bien no están incluidas en el mantenimiento o que han sido realizadas fuera de horas por avería, en el caso del motor que hemos tomado como ejemplo tendríamos:

	<u>NOTAS DE INTERES</u>	MP 1 BR			
FECHA:	TRABAJO, ANOTACIÓN O ECHO ACAECIDO EN EL MOTOR				
16/11/2009	Cambio del sensor de tº A4 por el A5, teniendo lectura correcta en su nueva posición dando error el que estaba bien en el A5.				
16/01/2012	Servicio técnico de MTU(Daniel Aranda) realiza navegación a bordo tomando parámetros de los MM.PP.				

En este caso sería un cambio del cable de un sensor de temperatura y la asistencia de un técnico del fabricante para la toma de parámetros, mostrando la fecha en que se produjo el evento.

Si en el menú pinchamos en la tecla “Ir a” accederemos al menú de ese mantenimiento en el cual aparecerá el histórico de los mantenimientos previos realizados en ese equipo, por ejemplo si accedemos al de “cambio de aceite”

2		IR A CONTADORES		MP 1		VOLVER A REPORT
3						
4		CONTROL DE CAMBIOS DE ACEITE DE CARTER				
5						
6	El día de hoy	21/04/2012	el contador del motor es	7.900		
7						
8	Cambiar el aceite del CARTER cada 1000 hr y muestra cada 500 horas					
9						
10						
11	REPORT.....					
12	Ult. Cambio	17/01/2012	contador	7.617	prox.cambio	8.617
13						
14		Faltan para el proximo cambio.....			717	horas
15						
16						
17						
18		HISTORIAL				
19						
20	fecha	contador	total/parcial	prox.camb	faltan	anotaciones
21	10/06/2009	307	TOTAL	1307		
22	11/09/2009	1383	TOTAL	2383		
23	19/11/2009	2503	TOTAL	3503		
24	23/01/2010	3521	TOTAL	4521		
25	10/04/2010	4543	TOTAL	5543		
26	22/09/2010	5568	TOTAL	6568		
27	08/04/2011	6586	TOTAL	7586		
28	17/01/2012	7617	TOTAL	8617		
29				1000		
30				1000		
31				1000		
32				1000		
33				1000		

En cualquier momento se puede acceder a la pantalla principal clicando en el hipervínculo de “CONTADORES” que aparece en todas las páginas.

Volviendo al inicio entraremos en el menú de mantenimientos varios, aquí nos muestran mantenimientos de revisión mensual como son ánodos de protección en los escapes húmedos de los MM.PP, revisión de las escobillas en los ejes para eliminar la electricidad estática que se produce en ellos, limpieza de los filtros de aire acondicionado (fan-coils) o aplicación de química en los baños de los distintos tripulantes para el mantenimiento bacteriológico de la planta séptica.

1					IR A CONTADORES
2					
3	Denominación	Ultima revisión	Proxima revisión	Dias Proximo	
4	FANCOILS Y AJA	13/04/2012	13/05/2012	22	Ir a
5	ESCOBILLAS	09/04/2012	09/05/2012	18	Ir a
6	ANODOS EN ESCAPES HUMEDOS	09/04/2012	09/05/2012	18	Ir a
7	QUIMICA DE BAÑOS		03/02/2012		Ir a

En otros mantenimientos como el de equipo de ósmosis inversa (potabilizadora), el mantenimiento que se lleva es mediante días y una parte de él en vez de predictivo se realiza un mantenimiento correctivo, aunque en el programa de mantenimiento este indicado, dicha parte es la correspondiente a la bomba de alta presión.

4	GRUPO OSMOSIS				IR A CONTADORES
5					
6		HOY	21/04/2012		
7	Ultimo cambio/revisión/limpieza		fecha	proximo	faltan (dias)
8	Bomba de suministro revisar presion y sello (visualmente) (P=2,6 Bar)	IR A	2-abr-12	2-may-12	11
9	Sustitución de filtros (P BAJA =1 Bar)	IR A	2-abr-12		2
10	Presostato de alta	IR A	18-abr-12	17-jun-12	57
11	Lubricación bomba de alta	IR A	17-feb-12	17-may-12	26
12	Revisar válvulas, asientos y muelles bomba de alta	IR A	24-may-09	24-may-10	-698
13	Revisar retenes de alta y baja, pistones y cilindros de la bomba de alta	IR A	24-may-09	24-may-10	-698
14	Revisar retenes de aceite bomba de alta	IR A	24-may-09	24-may-11	-333
15					
16	HISTORIAL				
17	Feb/12.- Cambio de la bba de baja por una nueva				
18					

Además hay un historial de las acciones tomadas fuera del mantenimiento, como en este caso la sustitución de una bomba de baja presión de A/S, mostrando también la fecha del acaecimiento.

Con la planta séptica y el sistema de vacio sucede lo mismo el formato que aparece en la hoja excel una vez accedemos a su menú es igual pero sin la posibilidad como en el grupo de osmosis de acceder al histórico de cada mantenimiento.

Mediante este programa también se lleva un control y un histórico de los envíos de muestras de aceite para analizar no realizándose únicamente cuando se produce un cambio de aceite, se realizan varias veces a lo largo

de la vida del aceite, por ejemplo los MMPP cambian aceite cada 1000 horas, sin embargo se realizan análisis cada 500 horas de vida del aceite.

Al acceder por el menú principal a la página de análisis de aceite tenemos un inventario con los siguientes datos: equipo, código de Cepsa para ese equipo en esta unidad, cada cuanto se toma la muestra, cuando se realizo la ultima, lo que queda para la realización de la próxima y la fecha en que se realizo la ultima toma de muestras.

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2							
3	EQUIPO	CODIGO CEPSE DEL EQUIPO	HORAS TOMA DE MUESTRAS	HORAS DEL ULTIMO	HORAS DEL PROXIMO	QUEDAN	FECHA
4	MOTOR PRINCIPAL BR "MTU 12V 4000 M7D"	15 068261	500	7617	8117	217	17/01/2012
5	MOTOR PRINCIPAL ER "MTU 12V 4000 M7D"	15 068262	500	6995	7495	400	21/02/2012
6	MOTOR AUXILIAR BR "KÖHLER 80EFOZD"	15 068265	350	11432	11782	350	14/02/2012
7	MOTOR AUXILIAR ER "KÖHLER 80EFOZD"	15 068266	350	10240	10590	350	12/09/2011
8	REDUCTOR BR "ZF 7550 V"	26 068263	500	7691	8191	291	10/02/2012
9	REDUCTOR ER "ZF 7550 V"	26 068264	500	7684	8184	265	10/02/2012
10	CENTRAL HIDRAULICA "REXROTH"	54 068268	365	22/12/2010	22/12/2011	315	22/12/2010
11	HELICE MANIOBRA PROA "ACASTIMAR"	57 068269	180	05/07/2010	01/01/2011	478	05/07/2010
12	SERVOMOTOR	57 068267	365	11/07/2011	10/07/2012	80	06/07/2010

Clicando en el equipo es un hipervínculo hasta la siguiente página en la que disponemos de un histórico con las muestras tomadas y datos del envío, así como si fue cambio o solo muestra, y los resultados vinculados con la hoja de analítica del aceite recibida de CEPSE, que dan una idea del estado del aceite y su duración así como las posibles alertas

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1					VOLVER ANALISIS					
2	FECHA DE TOMA	Nº MUESTRA	LUBRICANTE	HORAS DEL EQUIPO	HORAS DEL ACEITE	CAMBIO	RELLENO	TOMADA DE	RESULTADO DEL ANALISIS	COMENTARIOS
4	23/05/2009	3122177	KORAL HDL 40	22	22	NO	0	CIRC. CARTER	NORMAL	
5	10/06/2009	3122477	KORAL HDL 40	307	307	SI	0	CIRC. CARTER	NORMAL	
6	25/07/2009	3122456	KORAL HDL 40	886	579	NO	10	CIRC. CARTER	NORMAL	
7	09/09/2009	3122459	KORAL HDL 40	1061	754	NO	15	CIRC. CARTER	NORMAL	
8	17/09/2009	3122462	KORAL HDL 40	1383	1076	SI	30	CIRC. CARTER	CAMBIAR ACEITE	COBRE, SODIO Y GASOIL
9	28/09/2009	3122480	KORAL HDL 40	1646	263	NO	5	CIRC. CARTER	NORMAL	
10	19/11/2009	3122484	KORAL HDL 40	2503	1120	SI	20	CIRC. CARTER	NORMAL	observar contenidos metálicos en
11	09/01/2010	3122495	KORAL HDL 40	3305	802	NO	40	PUNTO DE MUESTRA	NORMAL	
12	09/01/2010	3122496	KORAL HDL 40	3305	802	NO	40	CIRC. CARTER	NORMAL	
13	15/02/2010		KORAL HDL 40	3892	587	NO	20	PUNTO DE MUESTRA	NORMAL	
14	10/04/2010	3127819	KORAL HDL 40	4543	1022	SI	20	CIRC. CARTER	NORMAL	contenido alto en Cu
15	03/07/2010	3128091	KORAL HDL 40	4801		SI	20	CIRC. CARTER		
16	09/09/2010	3128087	KORAL HDL 40	5489	946	SI	40	PUNTO DE MUESTRA	CAMBIAR ACEITE	contenido alto en Cu
17	22/12/2010	3133466	KORAL HDL 40	6064	575	NO	45	PUNTO DE MUESTRA		
18	08/04/2011	3134606	KORAL HDL 40	6586	1018	SI	30	CIRC. CARTER	ALTO CONTENIDO Cu	
19	17/01/2012	3140374	KORAL HDL 40	7617	1031	SI	30	CARTER		
20										

Por ejemplo el MP BR en la muestra enviada el 17 de septiembre del 2009 indica que necesita una sustitución del aceite por altos contenidos en partículas de Cu, Na y gasoil.

CEPSA LUBRICANTES Programa de análisis predictivo **SIGPAT** Asistencia Técnica

Referencia
 Código: CEPESA Equipo:15 0682
 Denominación: MOTOR PRINCIPAL BR MTU 12V 4000 M707
 Producto: KORAL HDL 40
 Buque:

Muestras	Actual	Anteriores		
Etiqueta	3122462	3122459	3122456	3122477
Fecha de toma	11/ 9/2009	9/ 8/2009	29/ 7/2009	10/ 6/2009
Fecha de recepción	22/ 9/2009	12/ 8/2009	31/ 7/2009	15/ 6/2009
Horas/Km equipo	1383 Hr.	1061 Hr.	886 Hr.	307 Hr.
Horas/Km aceite	1076 Hr.	754 Hr.	579 Hr.	307 Hr.
Cambio	SI	NO	NO	NO
Rolleno	30 Lts	15 Lts	10 Lts	Como
Ref. aceite	68345	68345	68345	68345
Tomado de	Circ.Carter	Circ.Carter	Circ.Carter	Circ.Carter

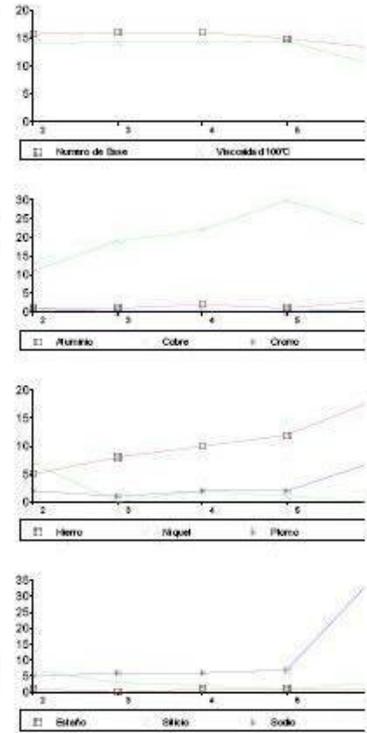
Resultados

1.- Características Físico-Químicas

Contenido en Agua - %(m/m)	AQUATEST	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Dilución combustible - %(V/V)	ASTM 3828	4.0**			
Viscosidad 100°C - mm ² /s	ASTM D 445	10.28**	14.49	14.43	14.19
Índice Contaminación - %(m/m)Bioter		0.8	0.8	0.7	0.3
Demérito Ponderado - %	Bioter	0	7	0	0
Opacidad - %	Bioter	60	55	69	130
Dispersancia - %	Bioter	100	91	99	99
Número de Base - mg KOH/g	ASTM D 2896	13.3	14.9	16.0	16.0

3.- Metales de desgaste y contaminación

Aluminio - ppm WT	ICP	3	1	2	1
Cobre - ppm WT	ICP	23*	30*	22*	19
Cromo - ppm WT	ICP	1	<1	<1	<1
Hierro - ppm WT	ICP	18	12	10	8
Níquel - ppm WT	ICP	<1	1	2	<1
Plomo - ppm WT	ICP	7	2	2	1
Vanadio - ppm WT	ICP	<1	<1	<1	<1
Silicio - ppm WT	ICP	3	1	2	3
Sodio - ppm WT	ICP	35*	7	6	6
Estaño - ppm WT	ICP	1	1	1	<1



- Nivel Precaución (*) Nivel Alerta (**)

Diagnóstico
 ACEITE: DESCENSO DEL VALOR DE LA VISCOSIDAD POR EXISTIR PRESENCIA DE GAS-OIL.
 RESTO DE LAS CARACTERÍSTICAS ANALIZADAS EN VALORES NORMALES.
 MOTOR: PARTICULAS METALICAS (CUINA)

Fdo.:
 Fecha emisión: 24/09/2009

Acciones Preventivas
 EN BASE A LOS RESULTADOS CONSIDERAMOS ADECUADO EL CAMBIO DEL ACEITE.
 OBSERVAR VALORES DE VISCOSIDAD, DILUCION GAS-OIL Y PARTICULAS METALICAS EN PROXIMAS MUESTRAS.



CEPSA LUBRICANTES, S.A. (C.L.S.A.) - Departamento de Asistencia Técnica
 - Los resultados y comentarios tienen carácter informativo. La validez de los datos está en función de la representatividad de la muestra.

También por ultimo podemos acceder al consumo de aceite en todos los equipos de la embarcación mediante el hipervínculo tenemos ligado el programa también en hoja excel que lleva el consumo de los equipos, el pinchar acedemos a la siguiente información, en la cual aparecen todos los equipos mes por mes, (mediante las pestañas inferiores nos moveríamos en todos los meses), en donde se indica para cada equipo el gasto de aceite y el día en que se rellenó.

En la figura inferior representado el mes de febrero de 2012, aparecen cambios de aceite de MMAA el día 14 y el día 27 y cambios de aceite de reductoras el día 10, mientras que el resto de cantidades son rellenos de niveles.

CONSUMO DE ACEITES														
MES:		AÑO:												
MP BR	MP ER	MA BR	MA ER	Grupo Puerto	Reductora BF	Reductora EF	Central Hidráulica	Serve nº 1	Serve nº 2	Compresor	Compresor botellas	Rba alta Osmosis	Tk Helico Pr	
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10						3		80						
11						80								
12														
13														
14				20										
15														
16														
17														
18	3	3												
19														
20														
21														
22														
23														
24														
25														
26														
27														
28														
29														
30				20										
31														
32	3	3	20	20	0	83	80	0	0	0	0	0	0	0

3.6. INVENTARIO DE RESPETOS

En el mismo programa de mantenimiento incluimos el inventario de respetos de la embarcación puesto que es más sencillo darlos de baja al mismo tiempo que realizas las anotaciones del mantenimiento, marcando en inventarios, dentro de la página principal nos redirige al menú de inventarios, el cual tiene otro submenú con un enlace para cada equipo con sus respetos específicos.

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

Solo el inventario de bombas tiene un submenú en el cual están todas las bombas inventariadas y los respetos de cada una por independiente.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											
31											
32											
33											
34											
35											
36											
37											
38											
39											
40											
41											
42											
43											
44											
45											
46											
47											
48											
49											
50											
51											
52											
53											
54											

Una vez que entramos en el menú de un equipo disponemos de las siguientes informaciones como en el caso de los MMAA (dibujo anterior),

Información del fabricante para localizar el artículo, como son el nº de referencia, el grupo e ítem en que aparece, la cantidad de elementos como éste que aparecen en el despiece del motor, además incluimos la cantidad de respetos que tenemos a bordo, si hay algún pedido realizado la cantidad pedida, así como la fecha en que se realizó el pedido y en notas breve descripción del elemento, por ejemplo, si es una junta tórica las medidas, o igualmente si es un retén, además de una descripción más precisa no solo indicar que es un o-ring, sino que es una junta tórica de la entrada del enfriador.

3.7. MEJORAS DEBIDAS AL MANTENIMIENTO Y MODIFICACIONES EN LOS MANTENIMIENTOS PROGRAMADOS

Con el tiempo de trabajo en los equipos y las pruebas realizadas, hay mantenimientos que se modifican, bien debido a que han de adelantarse para tener mejor vigilado los posibles fallos o bien para retrasarse porque a los elementos cambiados aun le queda vida útil.

Dentro de estas modificaciones las más significativas que se han llevado a cabo en la embarcación serian:

1. Modificación del tiempo para la realización del cambio de aceite en los MMAA, el aceite según el fabricante tiene que ser cambiado cada 350 horas, sin embargo con la experiencia del estado del aceite y los análisis realizados a las muestras tomadas, la vida útil del aceite se puede alargar hasta las 500 horas de trabajo, puesto que sigue

manteniendo sus características fisicoquímicas en valores normales y aceptables. Suponiendo esto una reducción del gasto, alargando los cambios de aceite del motor

2. Modificación del tiempo de cambio y revisión de los desaireadores de cárter en los MM.PP., observando el programa de mantenimiento indicado por el fabricante para los motores de 12V y 16V dicha revisión debería de hacerse a las 7500 horas, mientras que en la serie de motores de 8V se hace cada 1000 horas, sin embargo al alcanzar las 1000 horas aproximadas de trabajo, por las purgas de los intercooler comienzan a aparecer restos de aceite, al desmontar los filtros desaireadores observamos que necesitan ser retirados y cambiados, modificando el cambio de aceite a las 1000 horas y colocando recipientes en las purgas de los intercoolers para observar cuando pierden aceite y que nos sirva de identificador para una revisión de los filtros y membranas de los desaireadores.

3. Debido a las navegaciones realizadas durante las vigilancias los MM.PP. no operan al máximo de potencia, y al tener los escapes húmedos, por la poca presión de los gases en la salida entraban restos de agua salada que se colaban hasta la válvula hidráulica de la apertura secuencial de la segunda turbosoplante, al estar a altas temperaturas el agua se evaporaba mientras que en el válvula quedaba un residuo de sal que con el tiempo impedía la apertura de la válvula y por lo tanto limitaba en potencia al motor. Para evitar esto diariamente se actúa o bien manualmente sobre el accionador eliminando los restos salinos que pudieran congregarse o en el caso de estar navegando subir las revoluciones realizando un desahogo del motor con lo que logramos abrir la válvula y eliminar no solo los restos salinos sino que también eliminamos la carbonilla que se acumula en los colectores.

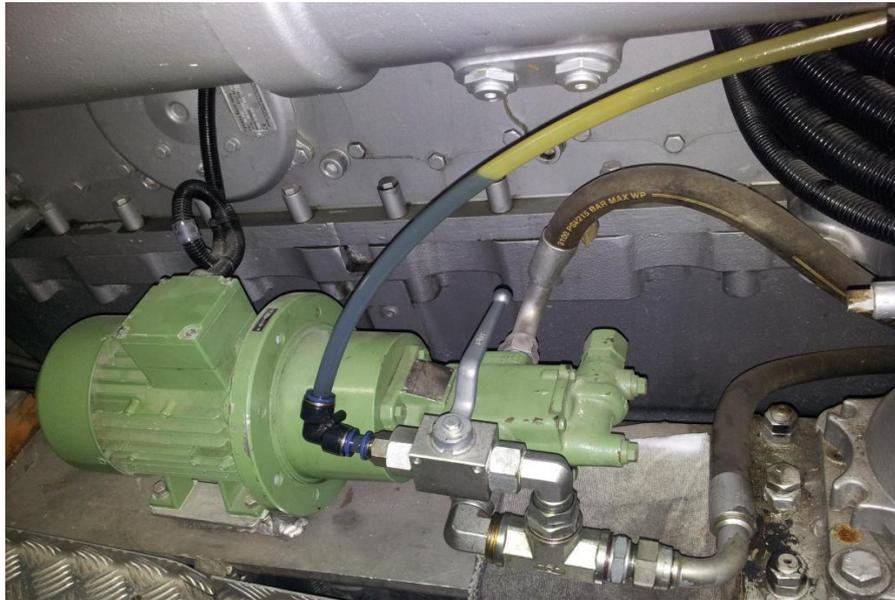


4. Modificación del nivel de A/D en los MMAA, tras la limpieza del enfriador de A/D siempre queda aire en el interior del circuito, teniendo que purgar en repetidas ocasiones porque dicho aire se acumula en el nivel de A/D que no es un sensor en el tanque sino que se trata de un nivel por flujo de agua en un ramal de la bomba, por ello su posición quedaba por encima del nivel real del tanque, haciendo saltar la alarma de bajo nivel de A/D cuando en realidad estaba a máximo nivel, la acción realizada para mejorar dicha situación fue bajar el nivel 5 cm para que quedara a la altura del nivel real del tanque y se pudiera llenar por gravedad y no solo por la circulación de la bomba de A/D.

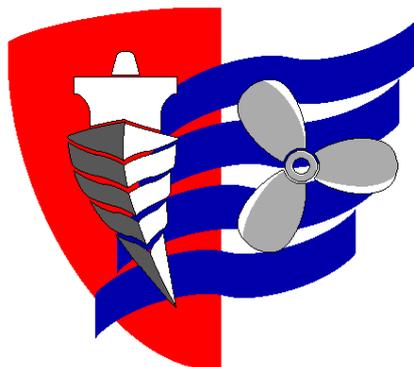


5. Modificación del sistema de prelubricación de aceite en los MM.PP., cuando se instalaron en el montaje las bombas de prelubricación quedaron por encima del nivel del tanque y al no ser bombas autocebantes, ocurría que al poner en marcha los MM.PP., no cebaba el circuito de aceite y paraba de emergencia al no tener

presión de aceite en el circuito, por ello, se aumento el tiempo de marcha de la bomba de prelubricación antes de la puesta en marcha del motor, pero aun a si no funcionó, por lo tanto, recurrimos a instalar una sistema de purga manual en la salida de la bomba de prelubricación, consiguiendo elevar la presión antes de la puesta en marcha evitando que el motor comenzara a trabajar sin tener el interior prelubricado y que no parara de emergencia por falta de presión de aceite.



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



Capítulo IV

CONCLUSIONES

Después de acabar con este proyecto me he dado cuenta, mientras lo preparaba, de lo dinámico que puede resultar establecer un plan de mantenimiento como éste para una embarcación. Además de ser un trabajo constante es caprichoso a la hora de poder establecer cambios, puesto que las tareas pueden ser añadidas, eliminadas o incluso modificadas, siendo esta continua evolución provocada por la experiencia de los trabajadores.

Un plan de mantenimiento bien diseñado es extremadamente importante en una embarcación que realiza un servicio tan determinado, aunque igualmente importante es el mantenimiento de cualquier embarcación, puesto que hasta el bote más pequeño necesita sus cuidados. Por otro lado, ningún maquinista quiere sorpresas cuando la embarcación se encuentra navegando lejos de tierra en la realización de un servicio. De ahí que un mantenimiento programado es valioso no solo para organizar los trabajos día a día, sino que también es seguro para mantener el buque en las mejores condiciones de trabajo, mejorando la seguridad de la tripulación y de la calidad del servicio prestado.

Desde mi punto personal la experiencia me ha demostrado que los trabajos de mantenimiento bien realizados reducen en gran número las averías en equipos, lo cual es directamente proporcional a un buen equipo de trabajo, mejorando el ambiente durante la realización de las guardias, mejorando a los maquinistas en cuanto a confianza y dando al equipo un estado psicológico muy positivo, haciéndose partícipes de la eficiencia de la máquina.

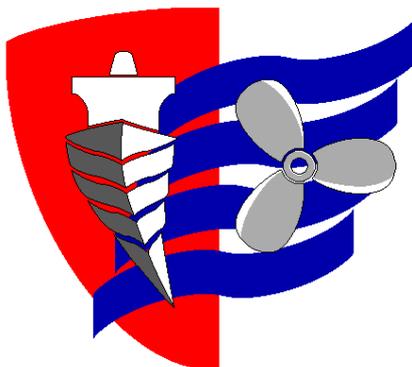
Con este programa resulta fácil organizarse por su claridad en cuanto a poder preorganizar los trabajos al estar avisados con tiempo de la próxima ejecución de un mantenimiento, especialmente cuando el planning de vigilancias del mes incluye muchos movimientos y pocos días para poder trabajar en las tareas pendientes, así como poder organizar las compras en las islas grandes pues en las pequeñas el gasto económico es mayor y las posibilidades de localizar algunos artículos escasas.

Aunque hay alguna diferencia entre lo que indica el fabricante y el mantenimiento que se realiza por necesidades de los equipos, dichos

intervalos solo se modificarán cuando el maquinista, debido a su experiencia, sepa dónde puede alargar los periodos y donde no puede modificar nada. La programación de un mantenimiento lleva mucho tiempo, al ser una tarea complicada con muchos campos que valorar y estudiar, sin embargo, los beneficios son observados a muy corto plazo.

Por último, organizar el mantenimiento es importante desde el punto de vista económico, debido a que un mantenimiento preventivo programado reduce los costes de una manera muy significativa, al no producirse averías complicadas ni de elevados costes.

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



Capítulo V

PRESUPUESTOS

A continuación, adjunto presupuestos de respetos, reparaciones y trabajos realizados a bordo.

1. Presupuesto compra Bba de baja presión de A/S
2. Respetos de MTU para mantenimiento.
3. Presupuesto de latiguillos hidráulicos.
4. Presupuesto MTU mano de obra y respetos del mantenimiento de 3000 horas de los dos MMPP
5. Presupuesto contratación de mantenimiento para los 8 motores MTU de la serie de embarcaciones.
6. Parte de un informe de Comismar respecto a una reparación incluyendo la mano de obra las piezas y los trabajos realizados.



SUMIMAR TECHNICAL SERVICE, S.L.

Abendaño, 6
Polig. Ind. 108
21100 Lezo
Gipuzkoa
Spain

Tel.: +34 943 260041
Fax: +34 943 492570

E-Mail: info@sumimar.es
www.sumimar.es

N.I.F.: B-20439548

REMOLQUES MARITIMOS SA

JOSE ABASCAL 32-6 IZ

FACTURANº 35161

28003 MADRID

Lezo: 6-2-12

CIF : A 20029161

CANTIDAD	DESCRIPCION	TOTAL/EUR
----------	-------------	-----------

RECAMBIOS MOTOR MARINO PARA EL BUQUE "GUARDAMAR TALIA"

PEDIDO 202/Nº84/11

1 BOMBA EJE LIBRE AZCUE MO 19/10
EMBALAJES Y ACARREOS

1.045,32

26,60

TOTAL 1.071,92

Nº DE BULTOS: 1

PESO TOTAL: 27 KGS

MATERIAL ENVIADO A :
CAPITAN BUQUE "GUARDAMAR TALIA"
C/O CIA TRASMEDITERRANEA
LA MARINA 39
38001 STA CRUZ DE TENERIFE
TEL 922 842200
CIF A28018075

FORMA DE ENVIO : MRW P.PAGADOS

FORMA DE PAGO:

NOTA IMPORTANTE: TODA LA MERCANCIA VIAJA POR CUENTA Y RIESGO DEL COMPRADOR

Inscrita en el Registro Mercantil de Gipuzkoa Tomo 1440 hoja SS-8669 – Folio 39 Inscripción 1ª el 07-06-94

28/12/2010 17:27 913988578

SELV INSIID AP

PAG. 81



C Copémico,28
21823 - Coelga
Madrid
Tel: 91 485 19 00 - Fax: 91 674 60 89
N.I.F. ESB-85587392
E-Mail: mtu-iberica@mtu-online.com

Factura
Nº 101 55 REV. 0

Fecha : 17/12/10
Validez oferta : 17/01/11
Responsable MTU: DANY
Ref. del Cliente :

Tel.Repuestos: 91 485 19 16
Fax Repuestos: 91 674 69 72

Dirección Emisor:

REMOLQUES MARITIMOS, S.A.
Compañía TransMediterranea
Plaza Mr. Joly S/N
35008 Las Palmas de Gran Canaria

Cliente:

22011237

REMOLQUES MARITIMOS, S.A.

28003 - MADRID
MADRID

Referencia	Concepto	F.Entrega	Cantidad	Precio	Dto.	Importe
0C7803014102	RETEN 14X18		2,00	0,81 €	10%	1,48 €
XI:0012879	ELEMENTO F.GASOIL -V4000-		4,00	78,48 €	10%	282,53 €
0180843002	ELEMENTO F.AIRE 388/4000/1183		4,00	347,48 €	10%	1.250,98 €
0C91846301	ELEMENTO F.ACEITE V2000/4000		8,00	42,48 €	10%	308,88 €
0C7803014102	RETEN 14X18		4,00	0,81 €	10%	2,92 €
0E91840001	LAMINA FILTRANTE V4000		4,00	5,58 €	10%	20,09 €
0C7803010110	JUNTA 10 X 13,5		4,00	0,72 €	10%	2,59 €
0C00825105	PRE-FILTRO GASOIL 180x180x55		4,00	88,24 €	10%	317,86 €
0C85880572	JUEGO JUNTAS 2000		4,00	55,68 €	10%	206,02 €
0E00180035	ELEMENTO SEP.ACEITE 2000/4000		18,00	38,53 €	10%	884,83 €
0E10180233	MEMBRANA SEP.ACEITE V2000		16,00	14,28 €	10%	205,34 €
0C00180880	JUNTA		16,00	3,48 €	10%	48,82 €

Importe	Descuento	Portas	Total Oferta
3.477,00 EUR	0,00 %		3194,08 EUR

M.I no incluido

Condición de Pago: a 90 días

Via de Pago:

Pagaré a Cobrar

Forma de Envío:

Comentarios:

Persona de Contacto

A tonio Hernandez

tróvil:

Pape Juan

tróvil:

Rogamos devolver copia firmada de esta oferta a conformidad con los terminos del mismo

Conforme

Fecha



HIDRONEUMÁTICA DOMÍNGUEZ, S. L.

Página 1 de 1



C/.SUCRE, 8 - BAJO (EL SEBADAL)
 TELÉFONO: 928 46 69 08
 FAX: 928 46 28 47
 MÓVIL: 609 44 28 90
 35008 LAS PALMAS DE GRAN CANARIA
 CIF: B-35483825

PRESUPUESTOS

Nº. 23/2012

LAS PALMAS G.C.,

17 de febrero de 2012

CLIENTE: REMOLQUES MARITIMOS, S.A.	B./ GUARDAMAR TALIA
D.N.I. / N.I.F.:	POBLACION: MADRID
CALLE:	FORMA TRANSFERENCIA 60 DIAS FECHA FACTURA DE PAGO:

CANTIDAD	CONCEPTO-REFERENCIA	PRECIO	IMPORTE
	A LA ATENCIÓN JEFE MÁQUINAS: DON RUBÉN GONZÁLEZ		
	POR MEDIO DE LA PRESENTE LE PASAMOS NUESTRA MEJOR OFERTA DEL SIGUIENTE MATERIAL:		
1	LATIGUILLO 850MM.,R2AT,1" CON TER.HTL1" Y TER HTL 90°-1"	46,73 €	46,73 €
2	LATIGUILLOS 1050MM.,R2AT,1" CON TERS.HTL 90°-1" (CON 90° DE DIFERENCIA EN LA ORIENTACIÓN DE UNO AL OTRO).	58,30 €	116,60 €
1	LATIGUILLO 350MM.,R2AT,3/8" CON TERS.HTL90°-1" (CON LA MISMA ORIENTACIÓN).	30,37 €	30,37 €
5	TAPÓN H 1"	6,14 €	30,70 €
5	TAPÓN H 3/8"	1,75 €	8,75 €
1	PORTES SANTA CRUZ DE TENERIFE.	25,00 €	25,00 €

HIDRONEUMÁTICA DOMÍNGUEZ, S.L.
 C.I.F.: B-35483825
 C/. Sucre, 8 - Bajo - El Sebadal
 35008 Las Palmas de Gran Canaria
 Tlf: 928 466 908 - Móvil: 609 442 890
 Fax: 928 462 847

VALIDEZ DE LA OFERTA: 30 DIAS FECHA PRESUPUESTO	SUMA.....	258,15 €
DATOS BANCARIOS: BANCA MARCH,AG URB. JUAN REJON,61,35008 LAS PALMAS DE GRAN CANARIA C.C.C.0061 0160 18 0020640116	0,0 %IGIC.....	0,00 €
	TOTAL.....	258,15 €

En cumplimiento de la Ley 15/1999, de 13 de diciembre de 1999, sobre Protección de datos de Carácter Personal, le informamos de que sus datos personales serán introducidos en un fichero denominado Gestión Contable-Fiscal cuyo titular es HIDRONEUMÁTICA DOMÍNGUEZ, S.L., el cual se encuentra debidamente en el Registro de Protección de Datos con la finalidad de la gestión fiscal y contable de la Empresa. Puede ejercer sus Derechos de acceso, rectificación, cancelación u oposición a su tratamiento por correo postal a la dirección :C/Sucre,8 1Soiano, el Sebadal, 35008 Las Palmas Gran Canaria, o correo electrónico a hidroneumaticadguez@msn.com

Factura

Nº Factura ..M2901283



Cliente: 008328 C.I.F.:
 Nombre: REMOLQUES MARITIMOS, S.A.
 Dirección:

Dirección: C/ Copérnico, 28
 28823 - COSLADA
 MADRID

Teléfono: 91 669 97 66
 Fax: 91 554 80 51
 N.I.F.: B85687392

Fecha 26/06/2009	Orden Reparación OR431M09	Medio de Pago Pagaré	Forma de pago 90 DÍAS	Pedido Cliente
---------------------	------------------------------	-------------------------	--------------------------	----------------

OR431M09

FACTURA CORRESPONDIENTE A LA REVISION DE 3000 HORAS EN DOS MOTORES 12V4000M70, EN GUARDAMAR CALIOPE

Mano de Obra

Referencia	Denominación	Ctd	Precio Unit.	Importe de línea
ManoObra	REVISION DE 3000 HORAS			0,00
MC	Horas campo 14 X 62.37	14,00	62,37	873,18
MC	Horas campo extras 7 X 79.38	7,00	79,38	555,66
Taller_Ext_Mecánicos	Horas de campo	10,00	62,37	997,92
Taller_Ext_Mecánicos	Horas de campo extras	5,00	79,38	398,90
Taller_Ext_Mecánicos	Horas de viaje	6,00	41,50	249,00
Taller_Ext_Electro	Km	300,00	1,06	318,00
Taller_Ext_Mecánicos	Días	2,00	91,46	182,96
GastosOR	Días	2,00	91,46	182,96
GastosOR	Km	1.260,00	1,06	1.335,60

Lista de Repuestos

Referencia	Denominación	Cantidad	Precio unitario	Dto %	Importe de línea
8695890572	JUEGO JUNTAS 2000	4,00	53,39	10,00	192,20
0180943002	ELEMENTO F.AIRE 396/4000/1163	4,00	296,77	10,00	1.068,37
23540304	JGO.JUNTAS F.CENTRIFUGO	4,00	138,18	10,00	497,45
8691840001	LAMINA FILTRANTE V4000	4,00	5,37	10,00	19,33
X00012879	ELEMENTO F.GASOIL -V4000-	4,00	75,06	10,00	270,27
5240180321	JUNTA TAPA BALANCINES V4000	24,00	8,34	10,00	180,14
0031845301	ELEMENTO F.ACEITE V2000/4000	8,00	40,76	10,00	293,44
0000925105	PRE-FILTRO GASOIL 180x180x56	4,00	84,60	10,00	305,66
5200180035	ELEMENTO SEP. ACEITE 2000/4000	16,00	37,12	10,00	534,53
5410180233	MEMBRANA SEP.ACEITE V2000	4,00	14,88	10,00	53,57

Se han acordado los siguientes multivencimientos

fecha de vencimiento	importe de la factura
26/09/2009	8.507,14





Contacto: Miguel Prieto Baumann

Ref: 12V4000M70 corr
 Telefono Contacto: +34 91 669 67 63
 Fax Contacto: +34 91 669 93 72
 Miguel.prieto@mtu-online.com

18 de Diciembre de 2009

**Oferta para mantenimiento Integral
 8x 12V4000M70**

Estimado Sr.

Mediante la presente les enviamos nuestra mejor oferta para el **mantenimiento correctivo sin Overhaul de Motor 12V4000M70** correspondientes al proyecto: A746947

1) Supuestos

Concepto	Supuesto
Número y tipo de Motor MTU	8 x 12V4000M70 (MTU Order nº (A746947))
Area de Operación	España
Duración del contrato - Horas de operación al comienzo del contrato - Número máximo de horas de operación por Motor - Duración máxima del contrato	3000 horas 15.000 Horas 5 años (si no se cumplen las horas antes)
Número máximo de horas por año y motor	3.000 horas
Categoría del Aceite utilizado	Cat. 2 (no suministrado)
Plan de mantenimiento y perfil de carga utilizado	M050638/09E
Mantenimiento Preventivo (Repuestos y M.O.) -Chequeo diario del Motor -Cambio de Aceite - Mantenimiento nivel QL1 (Repuestos y M.O.) - Mantenimiento nivel QL2 (Repuestos y M.O.) -Gastos de desplazamiento y transporte de personal - Fuel , Aceites y lubricantes	- no incluido - no incluido - incluido - incluido - incluido - no incluido
Bases de los Servicios Oficiales	Santa cruz de Tenerife, Burela, Motril
Material y herramientas - Almacenamiento del material y los repuestos en sus almacenes	- incluido
Gastos de transporte - Traslado del material al punto de servicio - Transporte de Motor al Reman Center	- incluido - no incluido

2) importe

Opciones de Mantenimientos	Motor / hora
Preventivo y Correctivo y Material SIN OVERHAUL	16.78 Euros
Preventivo y Correctivo y Material CON OVERHAUL	28.73 Euros
Solo Preventivo con material y Mano obra MTU	11.65 Euros

Solo Preventivo con material y mano de obra MTU solo en el QL3 (QL1 lo realiza personal calificado de Remolques Marítimos y/o /Salvamento Marítimo	9.41 Euros
Facturación mínima de horas operación	2.500 Horas por Motor/ año

3) Precio

El calculo del importe por Motor esta basado en los supuestos arriba indicados. El cálculo del importe contempla los incrementos de precios anuales durante los cinco años del contrato.

4) Impuestos

Los precios arriba indicados no incluyen impuestos.

5) Condiciones de pago

El importe del contrato se facturará por adelantado trimestralmente, basado en la previsión de horas de funcionamiento por Motor. Semestralmente se reajustarán las diferencias entre horas reales y previstas.

6) Garantía

El periodo de garantía para repuestos y trabajos realizados en los escalones de mantenimiento está limitado a 6 meses para QL1 y QL2.
EL periodo de garantía para el Overhaul (QL4) es de 12 meses.

Anexos:

- Terms and Conditions for installation, Maintenance, Repair and other Services
MTU Core Acceptance Criteria for Reman.
- Para la cuarta propuesta de **mantenimiento Preventivo con material y con mano de obra solo en el QL3**, es posible solo con personal calificado y entrenado por mtu)

Atentamente,

Jose A.
Jefe Asistencia Técnica

Miguel
Director After Sales

	Informe de DAÑOS M/v “ GUARDAMAR TALIA”	C-7871
---	--	---------------

5.-REPARACIONES Y TRABAJOS EFECTUADOS.-

Desmontaje y limpieza de culatas, cilindros, pistones, camisas, inyectores, colectores, turbos, admisiones, enfriadores, tuberías y accesorios.

Endoscopia de cilindros.

Despiece y limpieza de culatas con ultrasonidos y agua caliente a presión.

Rectificar asientos de válvulas y hacer prueba hidráulica.

Despiece de enfriadores y limpieza química y con agua caliente a presión.

Prueba hidráulica de los enfriadores y cambio de juntas.

Esmerilado y reglaje de válvulas.

Desmontaje de válvula de fondo, taponado y reparación de la goma de cierre.

Montaje.

Prueba de mar y corrección de parámetros.

6.-IMPORTE DE LA REPARACIÓN.-ITEM 0001 del Anexo II.

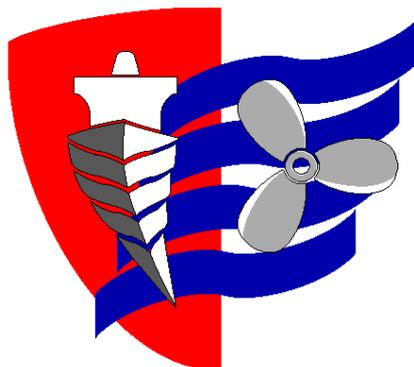
Mano de Obra Reparación y Limpieza elementos	18.994,80 euros
Materiales (Relación en anexo II)	2.669,95 euros
SUBTOTAL:	21.664,35 euros

ITEM 0002 del Anexo II.

Mano de obra Válvula de fondo	1.680,00 euros
Trabajos de taponamiento válvula	830,00 euros

TOTAL **24.174.35,75 EUROS**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



Capítulo VI

BIBLIOGRAFÍA

Páginas web:

- 1. EFNMS European Federation of National Maintenance Societies <http://www.efnms.org/> (Consultada el 05 de abril de 2012).
- Asociación Española de Mantenimiento. <http://www.aem.es/> (Consultada el 05 de abril de 2012).

Libros:

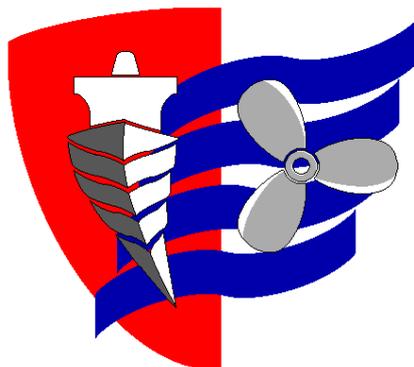
- Roldán Vilorio, J. "Prontuario Básico de Electricidad". Editorial Paraninfo (2002)
- Larburu, N. "Máquinas Prontuario. Editorial Paraninfo". (1989)
- Girón Portilla, M.A. "Apuntes Mantenimiento". Dpto. Ciencias y Técnicas de la Navegación y Construcción Naval. (2010).
- Boucly, F."Gestión del Mantenimiento". Editorial Aeonor, N.A.; (1998)
- Díaz Navarro, J. "Técnicas de mantenimiento industrial". Editorial Calpe Institute of Technology. (2004)
- García Garrido, S. "Organización y gestión integral de mantenimiento". Editorial Días de Santos S.A. (2002)

Manuales de instrucciones:

- MOSA GE 33 VSX. Grupo generador de puerto. Fabricante VM Motori.
- MMB 304. Clarificadora de gasoil. Fabricante Alfa Laval
- Operating instructions MW15412/02E. Motor Principal. Fabricante MTU
- Functional Description M013011/01E. Motor Principal. Fabricante MTU
- Fluids and Lubricants Specification A001061/32E. Motor Principal. Fabricante MTU
- Instruction manual. Reductora. Fabricante ZF

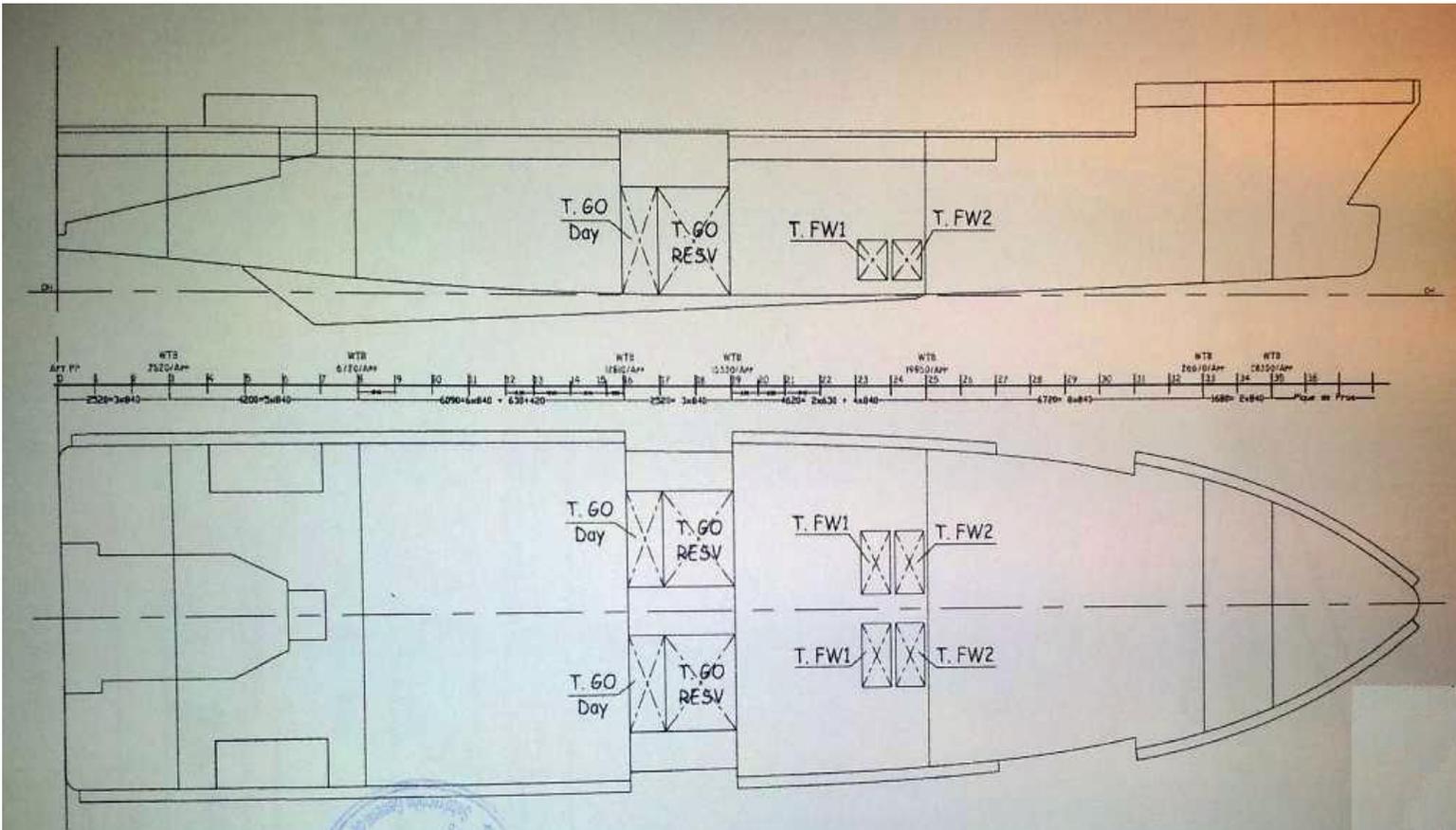
- Operating manual. Motor generador. Fabricante Kohler.
- Instructions manual. Sistema de baños por vacío. Fabricante JETS
- Manuale di istruzioni. Sistema de aire acondicionado. Fabricante Condaria.
- Instruction manual. Planta de tratamiento de aguas fecales. Fabricante Hamman.

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



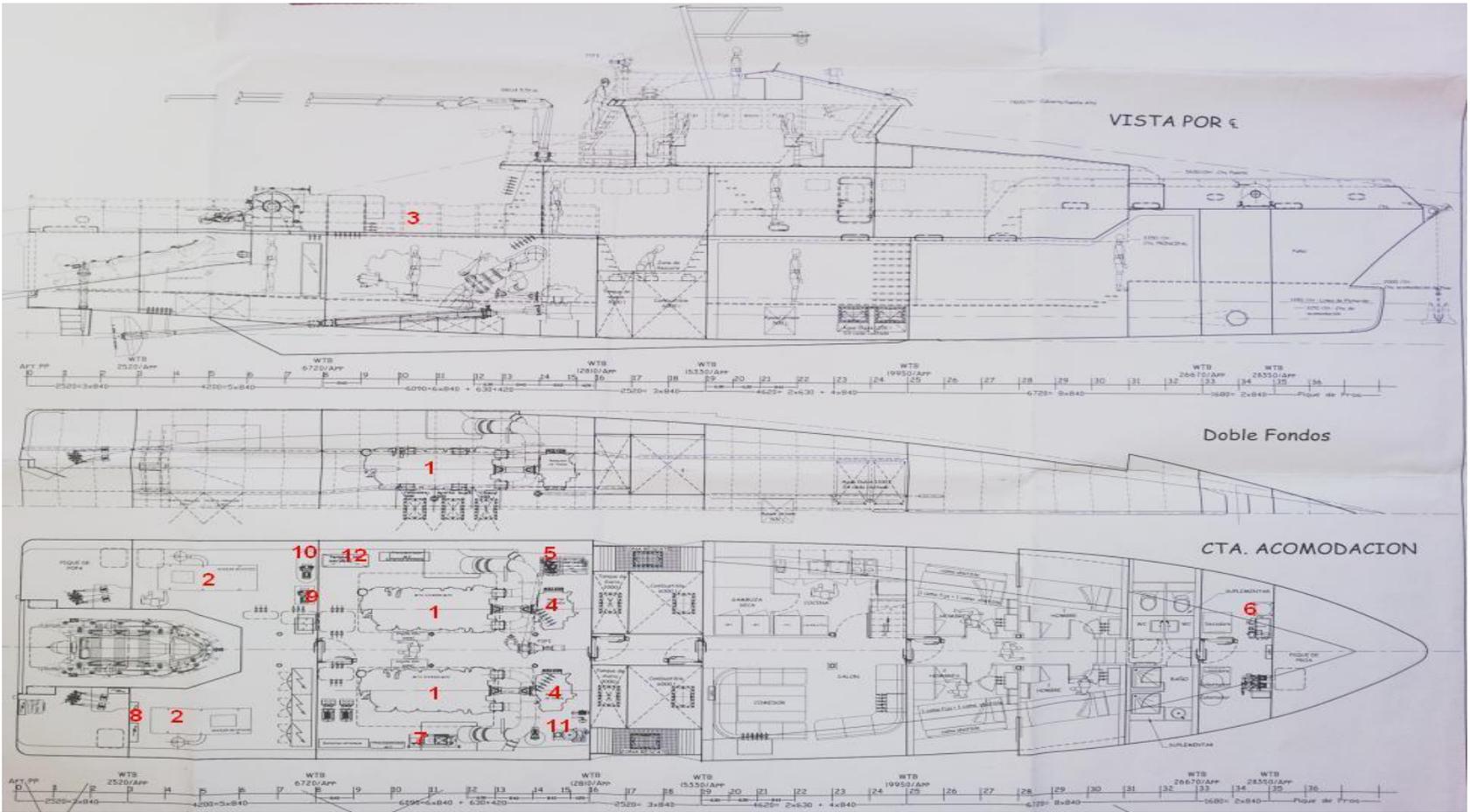
Capítulo VII

ANEXOS



Plano 001 Plano de tanques de la embarcación.

Nota: El plano original es propiedad de Remolques Marítimos S.A. El presente documento está generado únicamente con fines académicos. Se presentará como plano en proyecto fin de grado – Grado en Ingeniería Marina, Julio-2012.



Plano 002 Plano de disposición de elementos en la cámara de máquina.

Nota: El plano original es propiedad de Remolques Marítimos S.A. El presente documento está generado únicamente con fines académicos. Se presentará cómo plano en proyecto fin de grado – Grado en Ingeniería Marina, Julio-2012.