



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA

CARRERA LICENCIATURA EN CIENCIAS NAVALES

Tesis previo a la obtención del título de
LICENCIADO EN CIENCIAS NAVALES

AUTOR

EDDY BRYAN HURTADO SÁNCHEZ

TEMA

**LA MÁQUINA PRINCIPAL Y EL MANTENIMIENTO DEL
SISTEMA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO DEL BUQUE
ESCUELA MARAÑÓN.**

DIRECTOR

ING. MEC. NAVAL TORRES VERA, EDER M.SC.

SALINAS, DICIEMBRE 2014

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo realizado por el estudiante Eddy Bryan Hurtado Sánchez, cumple con las normas metodológicas establecidas por la Universidad de la Fuerzas Armadas – ESPE, y se ha desarrollado bajo mi supervisión, observando el rigor académico y científico que la Institución demanda para trabajos de titulación, por lo cual autorizo se proceda con el trámite legal correspondiente.

Salinas, 8 de Diciembre del 2014

Atentamente

Ing. Mec. Naval Eder Torres Vera M.Sc.

Director de Tesis

DECLARACIÓN EXPRESA

El suscrito, Eddy Bryan Hurtado Sánchez, declaro por mis propios y personales derechos, con relación a la responsabilidad de los contenidos teóricos y resultados procesados, que han sido presentados en formato impreso y digital en la presente investigación, cuyo título es: “LA MÁQUINA PRINCIPAL Y EL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO DEL BUQUE ESCUELA MARAÑÓN”, son de mi autoría exclusiva, que la propiedad intelectual de los autores consultados, ha sido respetada en su totalidad y, que el patrimonio intelectual de este trabajo le corresponde a la Universidad de la Fuerzas Armadas - ESPE.

Eddy Bryan Hurtado Sánchez

Autor

AUTORIZACIÓN

Yo, Eddy Bryan Hurtado Sánchez

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, la publicación en la biblioteca de la institución de la Tesis titulada: "**LA MÁQUINA PRINCIPAL Y EL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO DEL BUQUE ESCUELA MARAÑÓN**", cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Salinas, a los 8 días del mes de Diciembre del año 2014

EDDY BRYAN HURTADO SÁNCHEZ

Autor

DEDICATORIA

Para quienes son la razón y el motivo de mi vida: Mis padres Jaime y Margarita, y mis hermanos Geovanny, Edwin, Lenin, Jalitza y Lisbeth.

Eddy Bryan Hurtado Sánchez

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento efusivo a Dios, ya que él es quien me permite alcanzar todas mis metas, a la Escuela Superior Naval por permitirme hacer realidad mi sueño, llegar a ser un Oficial de Marina, y al Ing. Mec. Naval Eder Torres Vera por ser el director de este trabajo de investigación y por compartirme sus conocimientos.

Eddy Bryan Hurtado Sánchez

INDICE DE CONTENIDO

| Preliminares | Pág. |
|---|-------------|
| Portada externa | |
| Portada interna | I |
| Certificación | II |
| Declaración expresa | III |
| Autorización | IV |
| Dedicatoria | V |
| Agradecimiento | VI |
| Indice de contenido | VII |
| Indice de figuras | XI |
| Indice de gráficos | XII |
| Indice de cuadros | XIII |
| Resumen | XIV |
| Abstract | XV |
| Introducción | XVI |
| CAPÍTULO I | 1 |
| PROBLEMA SITUACIONAL DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO DE LOS CIRCUITOS DE AGUA DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LA MÁQUINA PRINCIPAL DEL BUQUE ESCUELA MARAÑÓN | 1 |
| 1.1. ANTECEDENTES | 1 |
| 1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA | 4 |
| 1.3. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN | 5 |
| 1.4. OBJETIVOS | 6 |
| 1.4.1. GENERAL | 6 |
| 1.4.2. ESPECÍFICO | 6 |
| 1.5. HIPÓTESIS Y VARIABLES | 7 |

| | |
|--|----------|
| 1.5.1. HIPÓTESIS | 7 |
| 1.5.2. VARIABLES | 7 |
| CAPÍTULO II | 8 |
| FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA..... | 8 |
| 2.1. BUQUE ESCUELA MARAÑÓN..... | 8 |
| 2.1.1. CARACTERÍSTICAS DEL BUQUE..... | 9 |
| 2.1.2. COMPARTIMENTAJE..... | 10 |
| 2.1.3. ESTRUCTURA ORGÁNICA DE LA UNIDAD | 11 |
| 2.1.4. DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA | 12 |
| 2.2. MÁQUINA PRINCIPAL | 13 |
| 2.2.1. MOTOR A DIESEL DE COMBUSTIÓN INTERNA DE DOS TIEMPOS..... | 13 |
| 2.2.2. EL CALOR..... | 16 |
| 2.2.3. EFECTOS DEL CALOR..... | 17 |
| 2.2.4. TRANSFERENCIA DE CALOR | 17 |
| 2.2.4.1. CONDUCCIÓN TÉRMICA | 19 |
| 2.2.4.2. CONVECCIÓN | 19 |
| 2.2.4.3. RADIACIÓN..... | 19 |
| 2.2.4.4. TRASFERENCIA DE CALOR COMBINADA | 19 |
| 2.3. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO..... | 20 |
| 2.3.1. CIRCUITO DE AGUA DULCE EN EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO..... | 21 |
| 2.3.2. CIRCUITO DE AGUA SALADA EN EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO..... | 22 |
| 2.3.3. BOMBAS CENTRÍFUGAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO | 23 |
| 2.3.3.1. BOMBA DE AGUA DULCE | 24 |
| 2.3.3.2. BOMBA DE AGUA SALADA | 24 |
| 2.3.4. PIÑONES..... | 24 |
| 2.3.5. BOMBAS AUXILIARES DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO | 25 |
| 2.3.5.1. BOMBA AUXILIAR DE AGUA DULCE | 25 |
| 2.3.5.2. BOMBA AUXILIAR DE AGUA SALADA..... | 26 |
| 2.3.6. TUBERIAS Y VÁLVULAS | 27 |

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTULO III | 28 |
| METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN | 28 |
| 3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN | 28 |
| 3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA..... | 28 |
| 3.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN | 28 |
| 3.4 MÉTODOS UTILIZADOS | 29 |
| 3.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS | 29 |
| 3.5.1 ANÁLISIS DE LA ENCUESTA | 29 |
| 3.5.1.1. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN RECOPIADA A TRAVÉS DE LAS ENCUESTAS..... | 41 |
| 3.5.1.2. CONCLUSIÓN DE LA ENCUESTA..... | 42 |
| 3.5.2 ANÁLISIS DOCUMENTAL PARA IDENTIFICAR LOS PROBLEMAS CAUSADOS POR LA FALTA DE MANTENIMIENTO EN LOS CIRCUITOS DE AGUA QUE ENFRÍAN LA MÁQUINA PRINCIPAL... | 44 |
| 3.5.2.1. MEDIDAS PARA VERIFICAR EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO | 46 |
| 3.5.2.2. POSIBLES FALLAS EN EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO..... | 48 |
| CAPITULO IV..... | 56 |
| PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LA MÁQUINA PRINCIPAL DEL BUQUE ESCUELA MARAÑÓN..... | 56 |
| 4.1. JUSTIFICACIÓN..... | 56 |
| 4.2. OBJETIVO..... | 56 |
| 4.3. DESARROLLO DE LOS ASPECTOS TÉCNICOS OPERATIVOS RELACIONADOS CON LA PROPUESTA | 56 |
| 4.3.1. MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS DE PRIMER NIVEL..... | 57 |
| 4.3.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO DE SEGUNDO NIVEL | 57 |
| 4.3.3. MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE TERCER NIVEL | 57 |
| 4.3.4. REPARACIONES DE EMERGENCIA..... | 58 |
| 4.3.5. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO DE LA MÁQUINA PRINCIPAL | 58 |

| | |
|--------------------------------------|-----------|
| 4.3.6. PROFORMA PRESUPUESTARIA | 63 |
| CONCLUSIONES..... | 64 |
| RECOMENDACIONES..... | 65 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 66 |
| WEBGRAFÍA | 67 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----------|
| FIGURA 1.1 BUQUE ESCUELA MARAÑÓN..... | 2 |
| FIGURA 1.2 PRIMER CRUCERO DE INSTRUCCIÓN BESMAR | 3 |
| FIGURA 2.1 COMPARTIMENTAJE BESMAR..... | 10 |
| FIGURA 2.2 ESTRUCTURA ORGÁNICA DEL BUQUE ESCUELA MARAÑÓN | 11 |
| FIGURA 2.3 SALA DE MÁQUINAS DEL BUQUE ESCUELA MARAÑÓN ... | 12 |
| FIGURA 2.4 CICLO DE FUNCIONAMIENTO TEÓRICO DEL MOTOR DIESEL DE DOS TIEMPOS | 14 |
| FIGURA 2.5 GRÁFICO PRESIÓN VS VOLUMEN EN LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA..... | 15 |
| FIGURA 2.6 GRÁFICA TEMPERATURA VS VOLUMEN SEGÚN EL AUMENTO DE PRESIÓN..... | 15 |
| FIGURA 2.7 TRANSFERENCIA DE CALOR | 18 |
| FIGURA 2.8 TIPOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR | 20 |
| FIGURA 2.9 TANQUES ELEVADOS BESMAR..... | 21 |
| FIGURA 2.10 CIRCUITO CERRADO | 22 |
| FIGURA 2.11 CIRCUITO ABIERTO | 23 |
| FIGURA 2.12 BOMBA CENTRÍFUGA DE EJE HORIZONTAL | 24 |
| FIGURA 2.13 PIÑONES..... | 25 |
| FIGURA 2.14 BOMBA AUXILIAR DEL SISTEMA DE AGUA DULCE | 26 |
| FIGURA 2.15 BOMBA AUXILIAR DEL SISTEMA DE AGUA SALADA..... | 26 |
| FIGURA 3.1 PROBLEMAS EN LAS TUBERÍAS Y SUS CONEXIONES..... | 46 |
| FIGURA 3.2 ESQUEMA DE LOS PROBLEMAS DEL CONTROLADOR DE TEMPERATURA..... | 47 |
| FIGURA 4.1 PRESUPUESTO DEL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO..... | 63 |

INDICE DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| GRÁFICO 3.1 NAVEGACIONES EN EL BUQUE ESCUELA MARAÑÓN.... | 30 |
| GRÁFICO 3.2 PRÁCTICA DE LA ASIGNATURA MAQUINARIA NAVAL | 31 |
| GRÁFICO 3.3 CONOCIMIENTOS SOBRE LOS SISTEMAS PARA EL ENFRIAMIENTO DE LA MÁQUINA PRINCIPAL | 32 |
| GRÁFICO 3.4 SISTEMA DE AGUA DULCE DEL BUQUE ESCUELA MARAÑÓN | 33 |
| GRÁFICO 3.5 CONOCIMIENTOS SOBRE EL SISTEMA DE AGUA SALADA DEL BUQUE ESCUELA MARAÑÓN | 34 |
| GRÁFICO 3.6 CONOCIMIENTOS DE PLANES DE MANTENIMIENTO..... | 35 |
| GRÁFICO 3.7 CONVENIENCIA DE CONOCER LOS MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA..... | 36 |
| GRÁFICO 3.8 PRÁCTICAS CON MANTENIMIENTO A BORDO DEL BUQUE ESCUELA MARAÑÓN | 37 |
| GRÁFICO 3.9 APORTE AL DESARROLLO DE CONOCIMIENTOS NAVALES..... | 39 |
| GRÁFICO 3.10 ADQUISICIÓN DE CONOCIMIENTOS DURANTE LAS PRÁCTICAS NAVALES..... | 40 |
| GRÁFICO 3.11 DIAGRAMA DE FLUJO QUE MUESTRA EL ORDEN LÓGICO PARA EL DIAGNÓSTICO DE PROBLEMAS | 45 |

INDICE DE CUADROS

| | | |
|--------------------|--|-----------|
| CUADRO 2.1 | CARACTERÍSTICAS DEL BUQUE ESCUELA MARAÑÓN..... | 9 |
| CUADRO 3.1 | NAVEGACIONES EN EL BUQUE ESCUELA MARAÑÓN | 30 |
| CUADRO 3.2 | PRÁCTICA DE LA ASIGNATURA MAQUINARIA NAVAL | 31 |
| CUADRO 3.3 | CONOCIMIENTOS SOBRE LOS SISTEMAS PARA EL ENFRIAMIENTO DE LA MÁQUINA PRINCIPAL | 32 |
| CUADRO 3.4 | SISTEMA DE AGUA DULCE DEL BUQUE ESCUELA MARAÑÓN | 33 |
| CUADRO 3.5 | CONOCIMIENTOS SOBRE EL SISTEMA DE AGUA SALADA DEL BUQUE ESCUELA MARAÑÓN | 34 |
| CUADRO 3.6 | CONOCIMIENTOS DE PLANES DE MANTENIMIENTO | 35 |
| CUADRO 3.7 | CONVENIENCIA DE CONOCER LOS MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA..... | 36 |
| CUADRO 3.8 | PRÁCTICAS CON MANTENIMIENTO A BORDO DEL BUQUE ESCUELA MARAÑÓN | 37 |
| CUADRO 3.9 | APORTE AL DESARROLLO DE CONOCIMIENTOS NAVALES..... | 39 |
| CUADRO 3.10 | ADQUISICIÓN DE CONOCIMIENTOS DURANTE LAS PRÁCTICAS NAVALES..... | 40 |
| CUADRO 3.11 | PROPIEDADES DE AGUA DE ENFRIAMIENTO | 49 |
| CUADRO 4.1 | PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO | 58 |

RESUMEN

La presente investigación tiene como propósito ayudar a realizar un correcto uso del sistema de enfriamiento de la máquina principal por parte de los Guardiamarinas que realizan navegaciones y del personal de tripulación del Buque Escuela Marañón, para alargar el tiempo de vida útil de esta unidad naval, de esta manera los Guardiamarinas podrían realizar navegaciones con el fin de poner en práctica los conocimientos adquiridos en las aulas de clases, mediante el correcto uso y mantenimiento de los circuitos de agua que se emplean para el sistema de enfriamiento de la máquina principal durante sus periodos de navegación. La inexistencia de los planos que representen el circuito de agua dulce y agua salada para el enfriamiento de la máquina principal, imposibilita un correcto mantenimiento en dichos circuitos. El establecer los planos de cada circuito nos facilitará tomar las medidas necesarias para solventar averías o problemas que se presenten el sistema de enfriamiento y posteriormente realizar los correctos mantenimientos para mantener operativa esta unidad naval. A través del método inductivo se analiza las causas particulares para encontrar los problemas que afectan al sistema de enfriamiento del Buque Escuela Marañón.

PALABRAS CLAVE: BUQUE ESCUELA MARAÑÓN, SISTEMA DE ENFRIAMIENTO, PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, ENFRIAMIENTO POR AGUA DE MAR.

ABSTRACT

The aim of few research problem helps to make a correct use of the cooling system of main machine by performing navigations what midshipmen and personal of the Marañón Training Ship extend the useful time life of this naval unit, this way midshipmen could make navigations in order to put into practice the knowledge acquired in the classroom, through the proper use and maintenance of water systems that are used for the cooling system of the machine during periods main navigation track. In the absence of plans representing the circuit freshwater and seawater for cooling the main machine, proper maintenance impossible in such circuits. Establishing plans for each circuit we will resolve faults or problems that arise cooling system and then make the right maintenance to keep operating this naval unit measures. Through the inductive method, the particular cause to analyze in order to find the problem that affect the cooling system of the Marañón Training Ship.

KEYWORDS: MARAÑÓN TRAINING SHIP, MAINTENANCE PROGRAM, COOLING SYSTEM, SEAWATER COOLING.

INTRODUCCIÓN

El personal de tripulación no lleva el control del mantenimiento que se ha realizado en el Buque Escuela Marañón lo que dificulta saber que tipo de mantenimiento se ha realizado y que tipo de mantenimiento hay realizar. La no existencia de planos de los circuitos de agua dulce y de agua salada, impide un correcto mantenimiento de dichos circuitos que influyen de manera directa en el enfriamiento de la máquina principal y su correcto funcionamiento a bordo del Buque Escuela Marañón.

La solución del problema se la realiza mediante el objetivo general de implementar un plan de mantenimiento preventivo de los circuitos de agua dulce y agua salada para el enfriamiento de la máquina principal, objetivo que se cumple a través de los siguientes objetivos específicos: Identificar los problemas causados por la falta de mantenimiento de los circuitos de agua dulce y agua salada; los cuales no permiten el correcto funcionamiento del sistema de enfriamiento de la máquina principal del Buque Escuela Marañón, caracterizar la importancia que tiene el Buque Escuela Marañón con los Guardiamarinas, para la práctica de los conocimientos adquiridos por los Guardiamarinas en las aulas de la Escuela Superior Naval y finalmente presentar el levantamiento de planos en dos dimensiones referente a los circuitos de agua dulce y agua salada que permite el enfriamiento de máquinas del Buque Escuela Marañón.

El capítulo uno habla de la importancia que ha tenido el Buque Escuela Marañón para los Guardiamarinas desde que llegó a la Escuela Superior Naval "Cmdt. Rafael Morán Valverde"; además, se enfoca en la importancia que tiene la ejecución del mantenimiento del sistema de enfriamiento de la máquina principal que ayudan a la correcta funcionalidad de esta unidad naval, evento que no se realiza en esta unidad y además se toma conocimiento de la no existencia de un plan de mantenimiento preventivo que ayude a velar por el sistema de enfriamiento.

El capítulo dos argumenta las bases teóricas que sirven para interpretar de una mejor manera esta investigación científica centrados en las variables de este tema, que son el sistema de enfriamiento, la máquina principal y en el mantenimiento del Buque Escuela Marañón; lo que permitirá conocer acerca de este tema de investigación.

El capítulo tres, habla del método empleado para el desarrollo del tema, el método **INDUCTIVO**; los tipos de investigación en los que se enmarca esta investigación, **APLICADA, EXPLORATORIA** y de **CAMPO**; y se enfoca en el procesamiento y análisis de datos que son la **ENCUESTA** y el **ANÁLISIS DOCUMENTAL**.

Finalmente, en el capítulo cuatro plantearemos el plan de mantenimiento preventivo que ayudará a mantener en correcto estado el sistema de enfriamiento del Buque Escuela Marañón; considerando, que se debe hacer durante los periodos de navegación y antes de arrancar la máquina principal.

CAPÍTULO I

PROBLEMA SITUACIONAL DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO DE LOS CIRCUITOS DE AGUA DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LA MÁQUINA PRINCIPAL DEL BUQUE ESCUELA MARAÑÓN

1.1. ANTECEDENTES

La práctica navales como Guardiamarinas a bordo de las unidades navales es esencial para desempeñarse correctamente en las funciones que se le asignen en un futuro como Oficial de marina en los periodos de navegación. Remontándonos al año de 1892, época en la cual los Guardiamarinas de la Escuela Naval ya realizaban prácticas navales a bordo de las unidades que poseía en aquel entonces, siendo estas unidades la Cañonera “Tungurahua”, y el Crucero “Cotopaxi”. Posteriormente se trasladaría al transporte de guerra “9 de Julio”. El 24 de octubre de 1900 el Congreso expidió un decreto sobre el restablecimiento de la Escuela Naval en Guayaquil, pero fue en 1905 cuando adquirido nuevamente el buque chileno “Casma”, al que se le dio el nombre de Buque Escuela “Marañón” en donde se empezaría a realizar las prácticas navales de la Escuela Superior Naval y posteriormente la Escuela de Ingenieros Navales.

Con lo que respecta a la unidad que actualmente sirve para realizar las prácticas navales, la Escuela Naval cuenta con el Buque Escuela Marañón, el cual se muestra en la Figura 1.1, conocido como U.S. ARMY LT-1938 en sus primeros años de creación en la época de la segunda guerra mundial, posteriormente pasará a ser llamado en el año 1953 como Salermo LT-1953, fue enviado al distrito de navegación de Brownsville-Texas en el año de 1984, después de tres años fue a prestar servicio a la autoridad portuaria en donde no cumplió correctamente con las funciones de remolcador, por lo que en este último año pasaría a la venta. El actual Buque Escuela Marañón, arribó en el año 2001 al Ecuador a la empresa ASTINAVE con el nombre de “REMOLCADOR SANGAY”. En el 2002 fue asignado a la Escuela Superior Naval “Cmdt. Rafael Morán Valverde” y posteriormente, en el 2011 pasaría a llamarse Buque Escuela Marañón, en conmemoración al

primer Buque Escuela en donde funcionaría la primera Escuela Náutica en el año de 1905 y donde se formaron los primeros Guardiamarinas.

El Buque Escuela Marañón, cuando arribó al Ecuador como ex Remolcador Sangay efectuaba trabajos de ayuda a otros buques en diferentes situaciones: acceso a lugares de atraque, atraques y desatraques, remolque en caso de averías. Su gran potencia propulsora con respecto a su tamaño le permitían desempeñarse como en sus primeros años de creación, como un Remolcador de altura. Además, el Buque Escuela Marañón estuvo preparado para lucha contra incendios, con bombas de agua salada de gran capacidad, que posee hasta la actualidad.

Figura 1.1 Buque Escuela Marañón



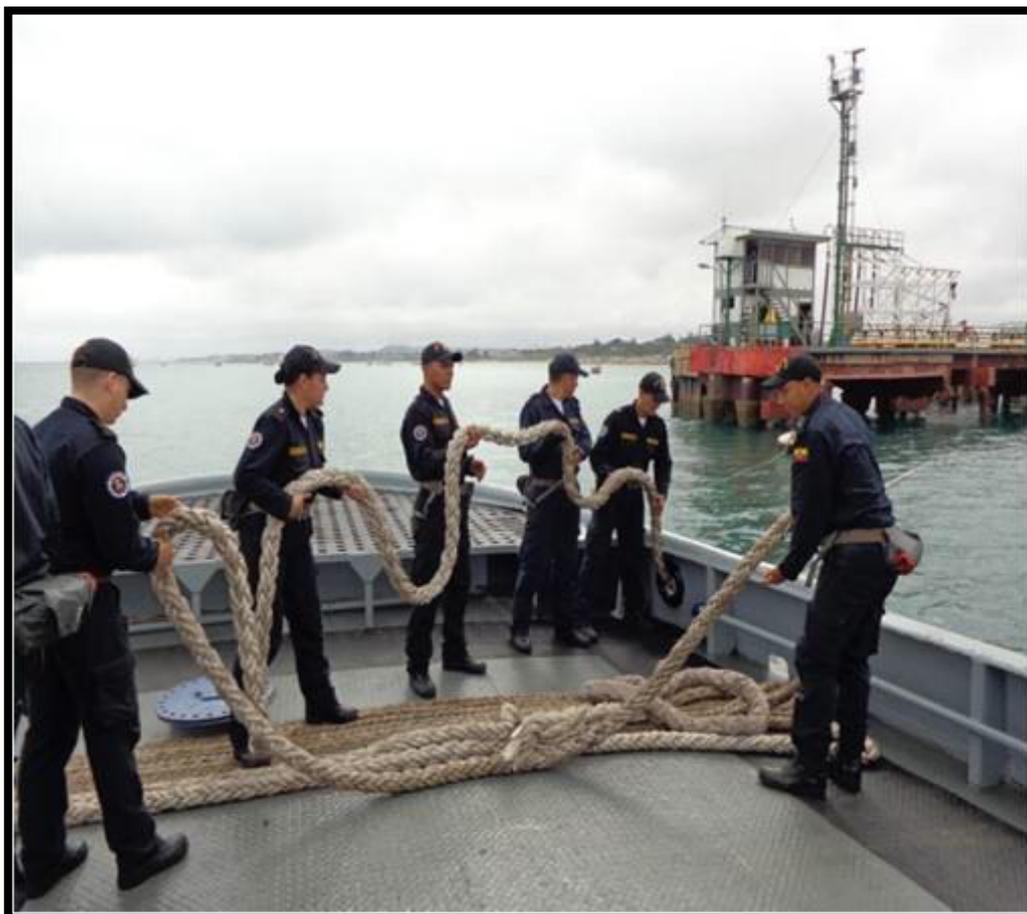
Fuente: (Escuela Superior Naval "Cmdte. Rafael Morán Valverde", 2013)

En la actualidad el Buque Escuela Marañón ayuda en gran magnitud a los aspirantes a Oficiales de Marina, ya que esta unidad naval permite que los Guardiamarinas realicen sus navegaciones y prácticas contraincendios a bordo de esta unidad; pues es mediante las navegaciones y las prácticas realizadas en esta unidad perteneciente a la Escuela Superior Naval "Cmdt.

Rafael Morán Valverde”, que los Guardiamarinas fortalecen los conocimientos adquiridos en las aulas. Desde que pasó a formar parte de la Escuela Superior Naval “Cmtd. Rafael Morán Valverde” ha realizado más de 10 navegaciones diurnas y nocturnas, y un crucero nacional de instrucción para los Guardiamarinas especialistas perteneciente a la promoción Popeyes 2013 (ver Figura 1.2).

Cada una de las navegaciones realizadas en Buque Escuela Marañón ayuda a desarrollar en el Guardiamarina el arte de la navegación e infunde en él, la importancia del mar para el desarrollo del país; lo que nos ayuda a desarrollar la conciencia marítima en los aspirantes a Oficiales de marina del Ecuador.

Figura 1.2 Primer crucero de instrucción BESMAR



Fuente: (Duque, 2013)

Como parte de las prácticas de navegación y prácticas contraincendios que se realizan en el Buque Escuela Marañón, se permite a los

Guardiamarinas demuestren los conocimientos teóricos que adquieren en las aulas de clases; conocimientos teóricos como los sistemas más importantes como sistema de propulsión, sistema de alimentación de combustible, sistema de amarre y fondeo, sistema de manejo de carga, sistema de gobierno, sistema de calentamiento de la carga, sistema de generación eléctrica, sistema de enfriamiento, entre otros sistemas. Lo que ha permitido al Guardiamarina darse cuenta de varios factores que impiden un correcto funcionamiento de esta unidad naval y que está al alcance del Guardiamarina encontrarle una solución; entre estos existe un problema elemental que es la ausencia de planos de cada unos de los sistemas del Buque Escuela Marañón.

En el sistema de enfriamiento de máquinas intervienen dos circuitos principales, que son el circuito de agua dulce y el circuito de agua salada; de los cuales, no existen planos para llevar un control del correcto funcionamiento de dichos sistemas, lo que dificulta un desarrollo eficiente en el proceso de enfriamiento de máquinas, y la solución de problemas de fuga o avería en el caso de que llegasen a existir.

La Guía de Referencia del B.A.E. Marañón nos brinda un amplio conocimiento acerca de esta unidad; sin embargo, sería de gran ayuda definir los parámetros para un correcto funcionamiento del sistema de enfriamiento de máquinas lo que ayudará a mantener la correcta temperatura de las máquinas para su operatividad; además, crear planos del circuito de agua dulce y agua salada para realizar un adecuado mantenimiento y conocer la características del circuito de agua dulce y salada.

1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Con la finalidad de proporcionar una herramienta operativa que permita poner en práctica los conocimientos teóricos adquiridos en la Escuela Superior Naval “Cmdt. Rafael Morán Valverde”, debemos mantener operativa la única unidad naval que este reparto posee que es el Buque Escuela Marañón, en donde los Guardiamarinas realizan navegaciones; por

lo tanto, es importante realizar periódicos mantenimientos a los circuitos de agua para el enfriamiento de máquinas del Buque Escuela Marañón para alargar el tiempo de vida útil del sistema de máquinas, y consecuentemente de la unidad.

El sistema de enfriamiento de máquinas permite mantener una temperatura estable durante el funcionamiento de la máquina principal, evitando el recalentamiento de la máquina principal debido al constante y prolongado uso en los periodos de navegación; siendo una parte fundamental para el óptimo desempeño de un buque, la transferencia de calor que realiza el circuito de agua salada con el circuito de agua dulce para que posteriormente el circuito de agua dulce enfríe la máquina principal; pues por esto, se debe considerar que no existen planos que permitan conocer los circuitos de agua dulce y agua salada, y sus características, lo que dificulta la solución de las averías dentro de este sistema.

El circuito de agua salada nos ayuda a aprovechar el recurso del mar como fuente de enfriamiento, es así que durante el proceso de enfriamiento el agua de mar realiza la transferencia de calor con el agua dulce que es la que circula dentro del motor, contribuyendo además mantener una temperatura estable de la sala de máquinas considerando que aunque el agua salada atrae la corrosión de los metales, es óptima para el enfriamiento de máquinas por navegaciones de larga duración.

El mantenimiento del sistema de enfriamiento ayuda al correcto funcionamiento de los circuitos de agua dulce y agua salada, lo que permitirá mantener una correcta temperatura de la máquina principal y de esta manera, la unidad estará operativa para el momento de realizar una navegación.

1.3. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

El personal de tripulación no lleva el control del mantenimiento que se ha realizado en el Buque Escuela Marañón lo que dificulta saber que tipo de mantenimiento se ha realizado y que tipo de mantenimiento hay realizar. La no existencia de planos de los circuitos de agua dulce y de agua salada,

impide un correcto mantenimiento de dichos circuitos que influyen de manera directa en el enfriamiento de la máquina principal y su correcto funcionamiento a bordo del Buque Escuela Marañón.

Además, la falta de mantenimiento del sistema de enfriamiento de la máquinas principal por parte del personal de tripulación hará que pronto la unidad comience a eliminar el calor de una manera no eficientemente durante la operación de la máquina principal; a través del mantenimiento de los circuitos de agua dulce y agua salada que ayuda al enfriamiento de la máquina principal evita dar origen a un recalentamiento de las máquinas, y consigo previene posibles eventos detonantes y averías en los circuitos de agua dulce y agua salada, con lo que se vería afectado las prácticas a bordo, por el decrecimiento de autonomía y dificultaría que los Guardiamarinas se familiaricen y realicen sus entrenamientos previo a los periodos de embarque en las unidades de la Escuadra Naval o el Buque Escuela Guayas.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. GENERAL

- Implementar un plan de mantenimiento preventivo de los circuitos de agua dulce y agua salada para el enfriamiento de la máquina principal; a fin de prolongar la vida útil del Buque Escuela Marañón, que sirve como herramienta práctica para los Guardiamarinas de la Escuela Superior Naval “Cmdt. Rafael Morán Valverde”.

1.4.2. ESPECÍFICO

1. Identificar los problemas causados por la falta de mantenimiento de los circuitos de agua dulce y agua salada; los cuales no permiten el correcto funcionamiento del sistema de enfriamiento de la máquina principal del Buque Escuela Marañón.
2. Caracterizar la importancia que tiene el Buque Escuela Marañón con los Guardiamarinas, para la práctica de los conocimientos adquiridos por los Guardiamarinas en las aulas de la Escuela Superior Naval.

3. Presentar el levantamiento de planos en dos dimensiones referente a los circuitos de agua dulce y agua salada que permite el enfriamiento de máquinas del Buque Escuela Marañón.

1.5. HIPÓTESIS Y VARIABLES.

1.5.1. HIPÓTESIS

- La existencia de planos y de un plan de mantenimiento de los circuitos de agua pertenecientes al sistema de enfriamiento incide en el cumplimiento del mantenimiento de dichos circuitos para alargar el tiempo de vida útil del Buque Escuela Marañón en estado operativo.

1.5.2. VARIABLES

INDEPENDIENTE

La existencia de planos y de un plan de mantenimiento de los circuitos de agua pertenecientes al sistema de enfriamiento.

DEPENDIENTE

Cumplimiento del mantenimiento de dichos circuitos para alargar el tiempo de vida útil del Buque Escuela Marañón en estado operativo.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. BUQUE ESCUELA MARAÑÓN

En síntesis a la reseña histórica del Buque Escuela Marañón según (Escuela Superior Naval "Cmdte. Rafael Morán Valverde", 2013):

El Buque Escuela Marañón es un buque tipo remolcador, se construyó en la ciudad de New Orleans en Estados Unidos por la empresa Avondale Marine, Inc., empresa que tenía un contrato con la marina de ese país para la construcción de varias unidades de guerra durante el periodo de la segunda guerra mundial.

En sus primeros años de operatividad fue conocido como U.S. ARMY LT-1938, en el año de 1953 pasó a ser llamado Salerno LT-1953, fue enviado al distrito de navegación de Brownsville-Texas en el año de 1984, después de tres años fue a prestar servicio a la autoridad portuaria fracasando en este último año donde pasaría a la venta.

En el año 2001 arribó a la empresa ASTINAVE de Ecuador, en donde pasaría a llamarse "REMOLCADOR SANGAY", gracias a la gestión del Director de la Escuela Superior Naval de ese entonces, el CPNV-EMC Valdemar Sánchez Vera, el buque es donado a la brigada de Guardiamarinas siendo su primer comandante el señor TNNV-SS Carlos Carrera Atapuma.

Posteriormente, en el 2011 pasaría a llamarse Buque Escuela Marañón, en conmemoración al primer Buque Escuela en donde funcionó la primera Escuela Náutica en el año de 1905 y se formaron los primeros Guardiamarinas.

El Buque Escuela Marañón, dentro de sus principales características podemos mencionar las características del Buque (Ver Cuadro 2.1.) y el Compartimentaje que posee esta unidad naval (Ver Figura 2.1.) .

2.1.1. CARACTERÍSTICAS DEL BUQUE

A continuación se presenta las características del Buque Escuela Marañón.

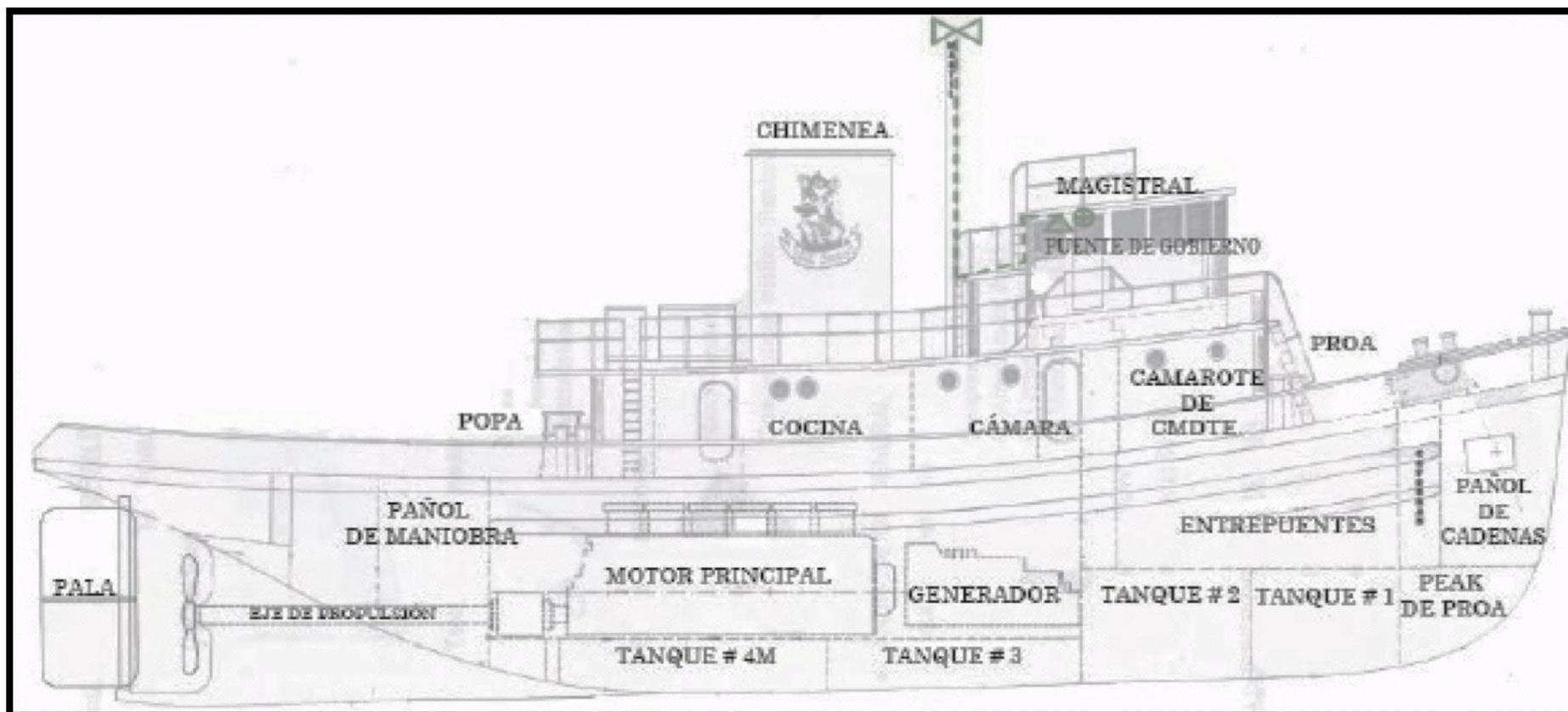
Cuadro 2.1 Características del Buque Escuela Marañón

| | |
|---------------------------------------|---------------|
| TIPO DE UNIDAD | OCEÁNICO |
| CLASE DE BUQUE | REMOLCADOR |
| ESLORA | 32,61 m |
| MANGA | 8,00 m |
| PUNTAL | 4,30 m |
| CALADO LIGERO | 3,34 m |
| CALADO CARGADO | 3,66 m |
| DESPLAZAMIENTO A TODA CARGA | 390 ton |
| DESPLAZAMIENTO LIVIANO | 295 ton |
| VELOCIDAD MÁXIMA | 12 nudos |
| VELOCIDAD DE REMOLQUE | 8 nudos |
| RADIO DE CRUCERO | 3000 Mn |
| NUMERO DE UNIDADES PROPULSORAS | 01 |
| POTENCIA | 1200 Hp |
| CONSUMO DE COMBUSTIBLE | 75 Gal/H |
| COMBUSTIBLE USADO POR EL BUQUE | Diesel (DMFO) |
| CAPACIDAD TOTAL DE COMBUSTIBLE | 21.042 Gal |
| CAPACIDAD TOTAL DE AGUA | 12.477 Gal |
| CAPICIDAD DE PERSONAL | 28 personas |
| TRIPULACIÓN | 12 personas |

Fuente: (Escuela Superior Naval "Cmdte. Rafael Morán Valverde", 2013)

2.1.2. COMPARTIMENTAJE

Figura 2.1 Compartimentaje BESMAR



Fuente: (Escuela Superior Naval "Cmdte. Rafael Morán Valverde", 2013)

2.1.3. ESTRUCTURA ORGÁNICA DE LA UNIDAD

El Buque Escuela Marañón fue asignada a la Escuela Superior Naval "Cmdt. Rafael Morán Valverde" al Comando de Guardiamarinas a la División de Deportes Náuticos. El Buque Escuela Marañón posee la siguiente estructura orgánica:

Figura 2.2 Estructura orgánica del Buque Escuela Marañón

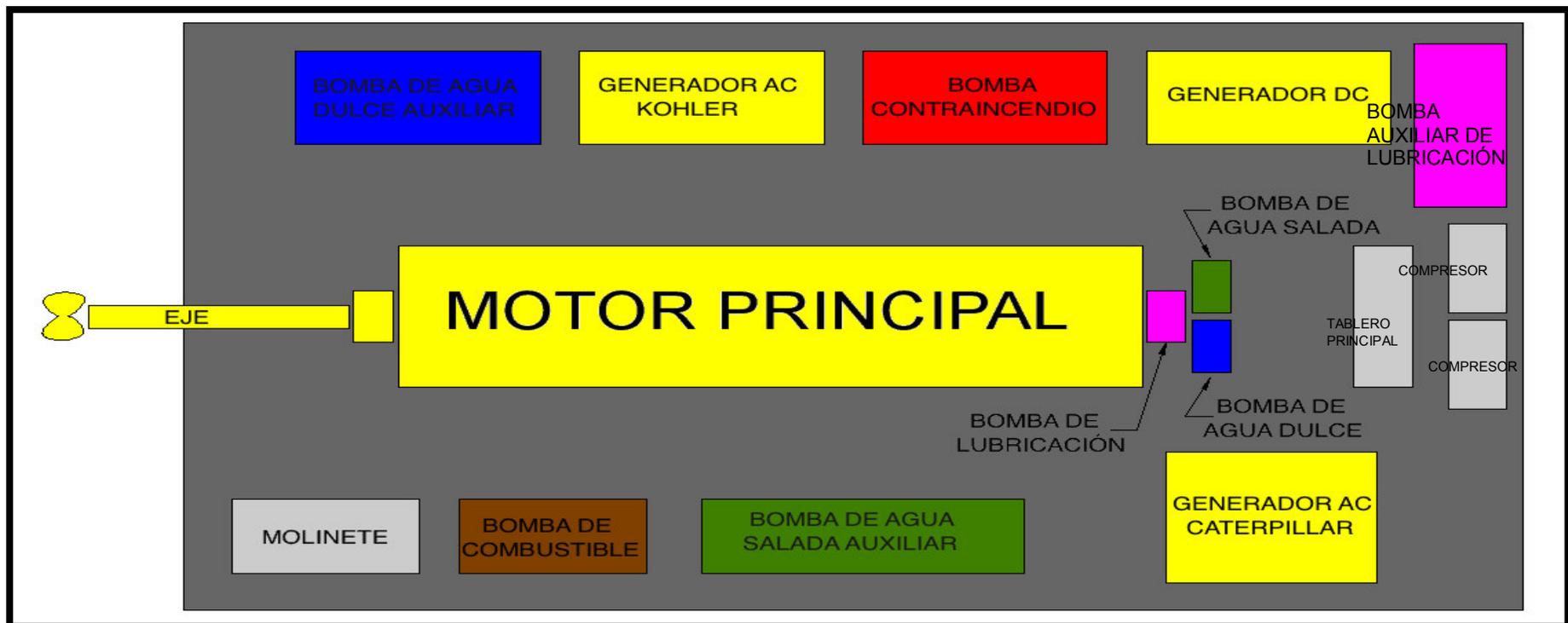


Fuente: (Escuela Superior Naval "Cmdte. Rafael Morán Valverde", 2013)

2.1.4. DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

La máquina principal Fairbanks & Morse se encuentra en la sala de máquinas de la unidad (Ver Figura 2.3)

Figura 2.3 Sala de máquinas del Buque Escuela Maraón



Elaborado por: Eddy Hurtado

2.2. MÁQUINA PRINCIPAL

(Escuela Superior Naval "Cmdte. Rafael Morán Valverde", 2013) dice que la máquina principal del Buque Escuela Marañón es un motor a diesel de combustión interna de dos tiempos, de la marca Fairbanks & Morse, con 6 cilindros en línea, cuya función es convertir la energía en movimiento mediante la liberación de energía que se produce al explotar el combustible en el interior del cilindro. La inyección de combustible es tipo mecánica. Este motor puede mantener una potencia de 1200 HP. Como característica específica es un motor reversible directo, es decir, no existen reductores de velocidad y para dar "marcha atrás" se invierte el sentido de rotación del motor. Es un motor de baja velocidad de 300 rpm, por el mismo hecho de no tener reductores de velocidad. El arranque del motor es realizado por el aire a alta presión, y el enfriamiento del mismo se lo realiza con agua. La máquina principal del Buque Escuela Marañón se encuentra en la popa del buque, en el compartimento denominado la sala de máquinas.

2.2.1. MOTOR A DIESEL DE COMBUSTIÓN INTERNA DE DOS TIEMPOS

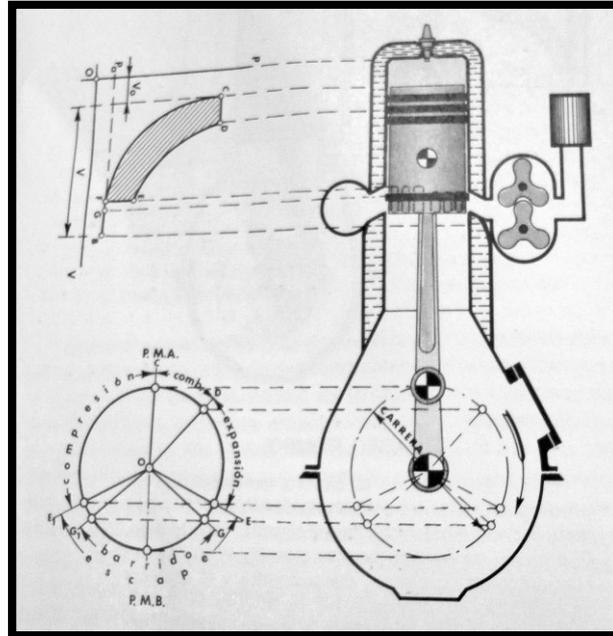
Los motores de combustión interna son aquellos que en el interior de los cilindros se realiza la combustión. Según el ciclo térmico que realice se clasifica en motores de explosión, diesel y semidiesel, la diferencia radica en la forma en como se verifica la combustión.

En el campo de la propulsión naval el motor diesel de gran potencia de dos tiempos se ha visto con gran predominio; sin ser esta la excepción, el Buque Escuela Marañón posee un motor con estas características. El predominio del motor a diesel de dos tiempos se debe, a que en cada revolución del eje del motor, todos los cilindros producen una carrera útil, lo que permite optimizar el uso de la energía para la producción de movimiento.

Los motores de dos tiempos optimizan su proceso, realizando en la primera carrera la aspiración y compresión, y durante la segunda carrera la combustión o explosión, y la expansión o escape; en donde el motor se ve

beneficiado por la admisión de aire de alta presión al cilindro; el cual, posee una presión atmosférica.

Figura 2.4 Ciclo de funcionamiento teórico del motor Diesel de dos tiempos



Fuente: (Cabronero Mesas, 2003)

Como se aprecia en la Figura 2.4, dentro de la primera carrera tenemos la aspiración y compresión; en la aspiración se llena la válvula de admisión del cilindro de aire puro para que inmediatamente ocurra la compresión; en donde, la carrera del pistón produce la compresión del aire. En la segunda carrera ocurre la combustión, en donde se realiza la introducción y combustión del combustible, seguido del escape de los gases que sucede en la última carrera de pistón abriendo la válvula de escape con el fin de que los gases salgan del cilindro.

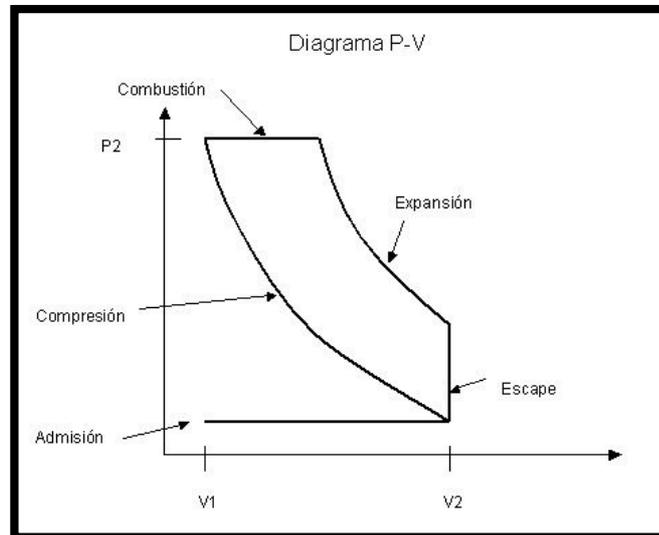
Si bien es cierto, la ecuación general de los gases establece que:

$$\frac{P_1 \times V_1}{T_1} = \frac{P_2 \times V_2}{T_2}$$

considerando que nos referimos a un mismo fluido para realizar esta igualdad, en donde podemos darnos cuenta lo importante que por las variables P que es presión, V que es volumen y T que es temperatura.

En la Figura 2.5 se puede observar la variación de presión y volumen durante el proceso de la combustión interna en un motor.

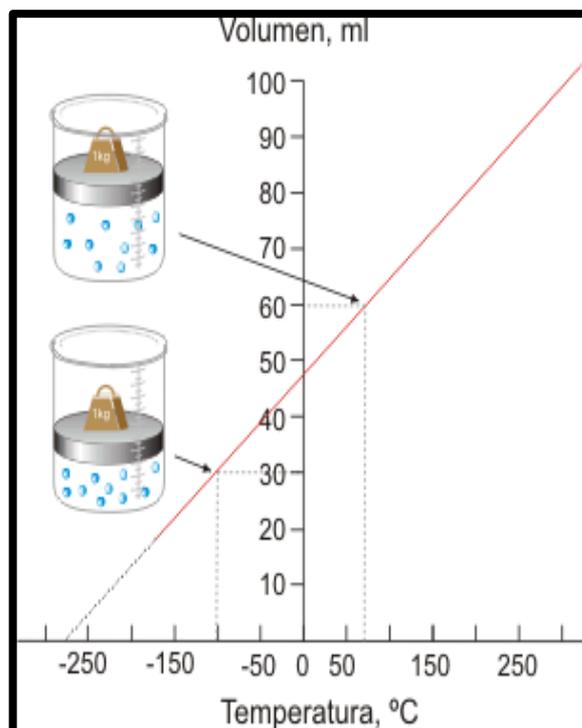
Figura 2.5 Gráfico presión vs volumen en los motores de combustión interna



Fuente: (Moreno, 2005)

En donde finalmente podemos considerar la estrecha relación que guarda la presión, el volumen y la temperatura en el proceso de combustión.

Figura 2.6 Gráfica temperatura vs volumen según el aumento de presión



Fuente: (Martín Blas & Serrano Fernández, 2014)

Se puede ver en la Figura 2.6, que el calor se produce en durante el proceso de combustión debido a que la presión aumenta, en donde notamos la relación directamente proporcional entre la presión y la temperatura, e indirectamente proporcional con el volumen. El calor es la energía que se usa usualmente para realizar trabajo en un motor de combustión interna, y el calor que no se pudo usar es expulsado posteriormente, y será sometido a la proceso de enfriamiento.

2.2.2. EL CALOR

Previo a la relación que existe entre la máquina principal con el sistema de enfriamiento es importante tener al menos un somero conocimiento acerca del calor, pues para la operación de la máquina principal este tipo de energía se emplea en gran cantidad.

El calor es una forma de energía, la cual se intercambia entre dos elementos de un sistema siempre y cuando exista una diferencia de temperatura entre estos. El calor obedece a la primera y segunda ley de la termodinámica que establecen “el calor no puede ser creado ni destruido; pero sí, transferido de un cuerpo o sustancia a otro cuerpo o sustancia” y “que es imposible trasferir calor de un cuerpo frío a un cuerpo caliente” respectivamente.

El calor se puede definir como la energía que fluye en forma natural de un cuerpo de alta temperatura a un cuerpo de baja temperatura; visto que, se presenta una diferencia de temperatura, pues si no hay diferencia de temperatura no ahí transferencia de calor.

La unidad que se usa para medir el calor, es considerada como unidad térmica británica, que es el BTU; a lo que se define como la cantidad necesaria para elevar la temperatura de una libra de agua. Aunque es importante recalcar que la unidad en el Sistema Internacional (SI) para el calor es el joule. Considerando que el calor y el trabajo constituyen ambos a la misma entidad física, el calor se convierte en otra forma de energía debido a la fricción; en donde la fricción se disminuye por medio de los lubricantes

que actúan en el contacto de los pistones con las camisas de los cilindros entre otros, liberando aun así calor.

La temperatura es una propiedad de los cuerpos que depende de manera proporcional directamente a la velocidad de las moléculas; en donde a mayor velocidad de las moléculas en un cuerpo mayor será su temperatura. Sin embargo, no es práctico medir la temperatura en base a la velocidad de las moléculas. La unidad escalar utilizada en los Estados Unidos para medir la temperatura, es el Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$); en donde con referencia al sistema métrico la unidad es el Celsius ($^{\circ}\text{C}$), tomando como referencia la presión atmosférica al nivel del mar, podemos establecer que: $^{\circ}\text{F} = 1.8^{\circ}\text{C} + 32$ para medir la temperatura en los circuitos de agua que aportan al enfriamiento del Buque Escuela Marañón.

2.2.3. EFECTOS DEL CALOR

Cuando se usa o anula el calor en una sustancia se puede producir alteraciones que se detallan a continuación:

Cambio de temperatura, la temperatura puede aumentar o disminuir en una sustancia cuando, el calor es aplicado y removido respectivamente. Cambio de color, también llamados colores de temple, usualmente sucede al aplicarle calor a los metales. Cambio de estado, una sustancia puede cambiar de estado sólido a líquido y líquido a gaseoso, mediante la aplicación calor. Cambio de volumen (expansión y contracción) la aplicación de calor en una sustancia hace que las moléculas que la componen se separen produciendo así un aumento su volumen, en el caso de los gases pueden ocupar cualquier espacio disponible para aumentar su volumen; por lo contrario, la remoción de calor o conocido también como enfriamiento produce que las moléculas se compacten y disminuya su volumen.

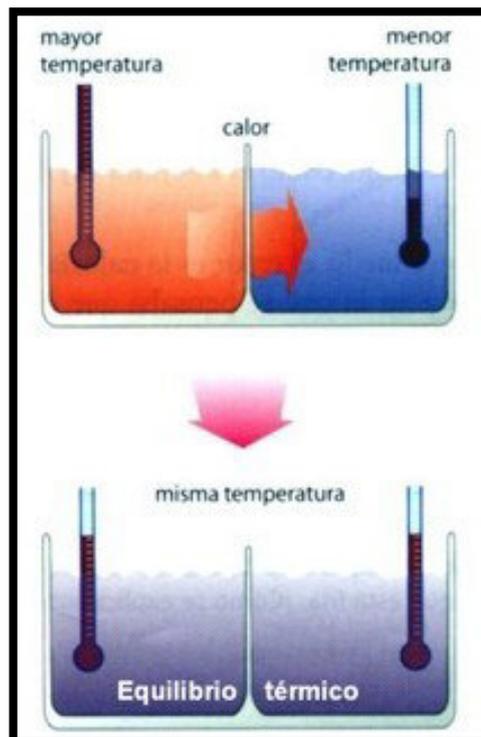
2.2.4. TRANSFERENCIA DE CALOR

A bordo del Buque Escuela Marañón al igual que toda embarcación, podemos encontrar gran cantidad de sistemas que requieren intercambiar calor como parte de su ciclo de trabajo; por ejemplo, la máquina principal,

que durante su funcionamiento esta cercanamente ligado a la producción de calor. En muchos de estos sistemas no dependen únicamente de la cantidad de calor que emite, sino también el transferir el calor que se emite y la rapidez con que este calor debe ser transmitido de un cuerpo a otro, en el caso de la máquina principal, la transferencia de calor con los circuitos de agua para cumplir con el proceso de enfriamiento.

El término refrigeración o enfriamiento es considerado un caso especial en la transferencia de calor, en donde se remueve la temperatura de un cuerpo, para llevarlo a una temperatura más baja deseada o simplemente para mantenerlo en una temperatura estable. Cabe recalcar que si se considera transferir el calor, debe haber otro cuerpo con una temperatura aun más baja.

Figura 2.7 Transferencia de calor



Elaborado por: Luis, 2011

El sistema de enfriamiento de la máquina principal es uno de los principales sistemas en los que la transferencia de calor forma parte fundamental en dicho proceso. Al referirnos a la transferencia del calor hablamos de tres tipos: conducción, convección y radiación (Ver Figura 2.8).

2.2.4.1. CONDUCCIÓN TÉRMICA

Se considera conducción térmica al proceso mediante el cual, el calor fluye entre medios iguales o distintos que se encuentra en contacto físico, desde una región de alta temperatura a una de baja . La teoría establece que se transmite la energía desde las moléculas más calientes hacia las moléculas más frías, esto es debido a que las moléculas más calientes son consideradas como más activas y chocan con las contiguas, lo que produce que al chocar contagie el calor.

2.2.4.2. CONVECCIÓN

Transporta la energía por la acción combinada de: almacenamiento de energía, conducción de calor y movimiento de mezcla. La transferencia de calor se la realiza en varias etapas. Primero, el calor fluye desde la superficie hacia las partículas adyacentes al fluido por conducción; segundo, la energía transferida comienza a incrementar la energía y la temperatura interna de las partículas del fluido, que poseen una temperatura más baja; y tercero, las partículas que lo rodean se mezclarán y transferirán parte de su energía.

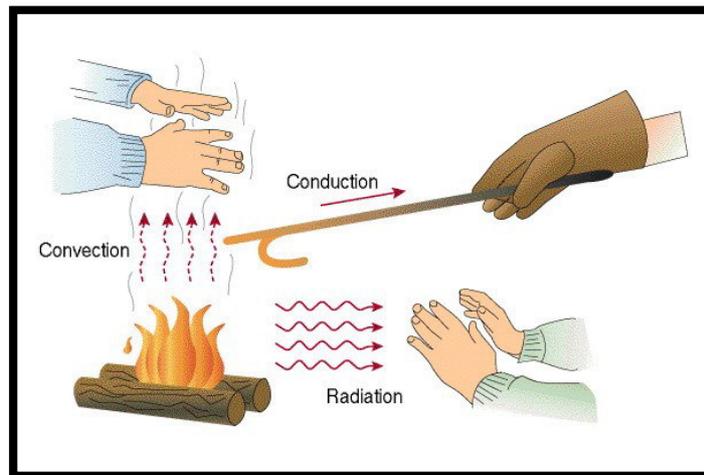
2.2.4.3. RADIACIÓN

El calor fluye desde un cuerpo de alta temperatura a uno de baja temperatura, cuando estos cuerpos están separados por un espacio, que incluso puede ser el vacío. Este calor es transmitido a través de ondas electromagnéticas, que viajan a la velocidad de la luz. Todos los cuerpos producen calor radiante en forma continua, únicamente depende de la intensidad de la temperatura y la naturaleza de la superficie.

2.2.4.4. TRASFERENCIA DE CALOR COMBINADA

La transferencia de calor combinada más común, es una combinación de conducción y convección. Por ejemplo, en el caso de transferencia de calor en los circuitos de agua del sistema de enfriamiento, ocurre convección en toda la superficie y conducción a través de las tuberías.

Figura 2.8 Tipos de transferencia de calor



Fuente: (Cano & Crisanto, 2012)

2.3. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

Existe la necesidad de enfriar los motores de combustión interna debido a la gran cantidad de calor que se desprende como consecuencia de la combustión que existe en cada uno de los cilindros y también por causa de la fricción que existe entre distintas partes del motor. Cuando nos referimos a los cilindros de un motor de grandes dimensiones, el enfriamiento normalmente utilizado es el por medio de agua, cuya capacidad calorífica es seis veces mayor a la del aire.

El sistema de enfriamiento de la máquina principal puede también ser llamado sistema de refrigeración, tiene como función principal mantener una temperatura estable en el motor, expulsando el calor excesivo generado por la combustión y la fricción de las superficies en contacto. En el proceso de la combustión alrededor de un 33% de la energía térmica que se desarrolla se convierte en potencia utilizable, un 7% se irradia directamente desde las superficies del motor, otro 30% se expulsa por el escape y finalmente el otro 30% es disipado por el sistema de enfriamiento, y es de esta manera que se establece la importancia del sistema de enfriamiento. A diferencia de los motores fuera de borda, en donde el enfriamiento se realiza por medio de aire. El enfriamiento en los motores de combustión interna de un buque se realiza con agua salada que circula en un circuito abierto y por medio del agua dulce que circula en un circuito cerrado por dentro del motor y es

compensado por medio de tanques elevados; el sistema de enfriamiento extraen la energía térmica producida en la combustión para cederla al agua salada en intercambiadores de calor, permitiendo de esta manera una temperatura estable para un correcto funcionamiento del motor. El sistema de enfriamiento además de mantener una correcta temperatura en el motor permite también mantener una temperatura estable para el sistema hidráulico y de la transmisión, mediante su uso en los enfriadores de aceite. Cuando se debe transferir calor desde el interior al exterior de un recinto, con el objeto de enfriarlo, es necesario que estos elementos puedan pasar fácilmente de un estado a otro, pues es por esto que el elemento empleado para enfriar la máquina principal es el agua. Es por medio de la transferencia de calor que se puede mantener una temperatura estable en la máquina principal, por lo que se considera al sistema de enfriamiento indispensable para la operatividad de un buque.

2.3.1. CIRCUITO DE AGUA DULCE EN EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

El circuito de agua dulce para el enfriamiento de la máquina principal a bordo del Buque Escuela Marañón funciona por medio del abastecimiento de agua almacenada en los dos tanques elevados que posee, como se puede observar en la Figura 2.9 con capacidades de 2000 y 1000 litros respectivamente, por medio del cual abastece todas las tuberías siendo succionada por un bomba de agua para que pueda circular a una presión estable por todo el buque; y además, compensa el circuito cerrado de agua dulce.

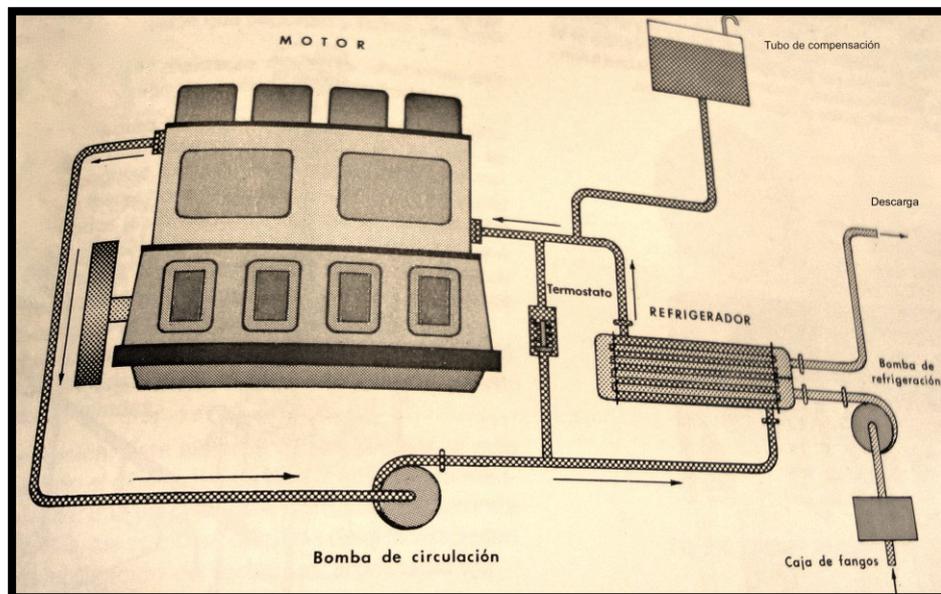
Figura 2.9 Tanques elevados BESMAR



Fuente: (Escuela Superior Naval "Cmdte. Rafael Morán Valverde", 2013)

Se puede ver la Figura 2.10 el circuito cerrado para el enfriamiento de la máquina principal, se impulsa agua limpia de dureza rebajada, en este caso agua dulce; pudiendo ser también agua destilada. Usualmente a este líquido se le agregada aditivos químicos especiales para proteger el sistema de enfriamiento y de esta manera evitar así la corrosión y ser compatible con los sellos y mangueras. El agua permite extraer el calor generado por el motor por medio de un intercambiador de calor. El medio refrigerante en los intercambiadores de calor es el agua de mar o agua salada, que realiza la transferencia de calor con el agua dulce.

Figura 2.10 Circuito Cerrado

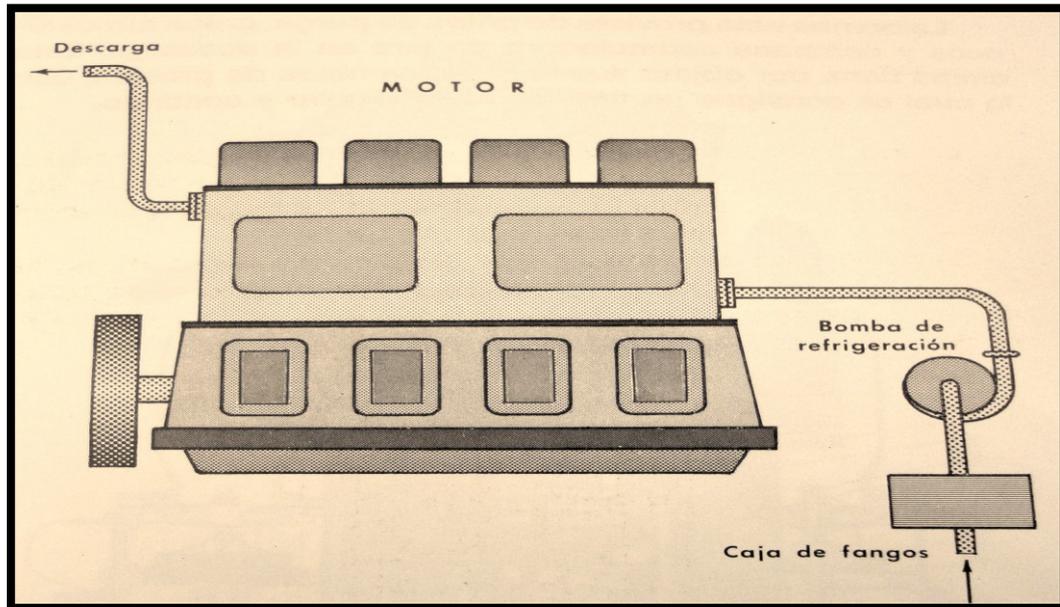


Fuente: (Cabronero Mesas, 2003)

2.3.2. CIRCUITO DE AGUA SALADA EN EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

Usualmente se emplea una bomba de circulación, en este caso una bomba centrífuga que aspira el agua de mar, iniciando su proceso mediante el paso por una válvula de fondo y posteriormente pasa por todos los elementos que debe refrigerar, finalmente descargando el agua salada otra vez al mar. La temperatura del agua ha de controlarse no solo con termómetros fijados en el sistema, sino también palpando personalmente las tuberías, considerando la avería de dichos termómetros.

Figura 2.11 Circuito Abierto



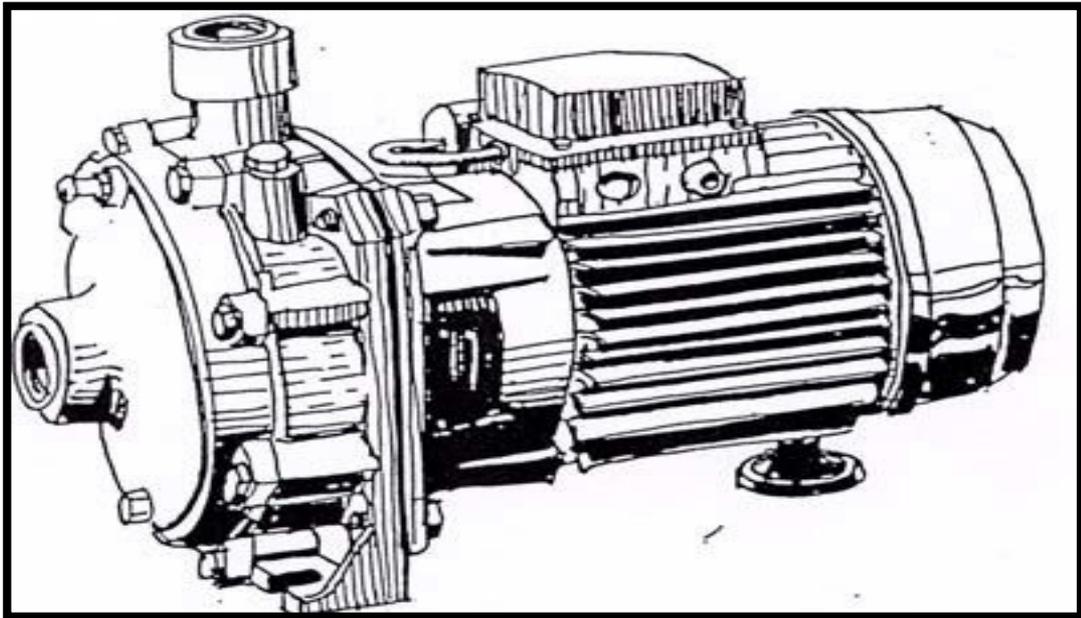
Fuente: (Cabronero Mesas, 2003)

El sistema de agua salada a bordo del Buque Escuela Marañón funciona por medio de una bomba centrífuga succionando agua de mar, controlando su ingreso por una válvula de fondo, posteriormente pasa por un filtro para que de esta manera ningún objeto obstaculice la tubería al paso del circuito, posteriormente esta agua pasa por el sistema de enfriamiento y finalmente se elimina el agua de mar caliente; a lo que se considera un circuito abierto, como se puede ver la Figura 2.11.

2.3.3. BOMBAS CENTRÍFUGAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

Las bombas centrífugas generalmente operan por medio de electricidad, transformando la energía mecánica en energía hidráulica. Su funcionamiento se establece por medio de la energía de un motor que hace girar el eje de la bomba que se encuentra conectado a un rodete, el tubo de aspiración aumenta la energía cinética del agua para posteriormente expulsarlo por el tubo de impulsión con una determinada energía, lo que permitirá mantener una constancia en la velocidad de un circuito tanto cerrado o abierto para la circulación de un fluido. El motor de la bomba es usualmente colocado en una bancada a fin de evitar la transmisión de vibraciones y mitigar ruidos, a que estos pueden producir averías en las bombas centrífugas.

Figura 2.12 Bomba centrífuga de eje horizontal



Fuente: (Roca, Carratalá, & Solis, 2006)

2.3.3.1. BOMBA DE AGUA DULCE

Es una bomba centrífuga que es accionada por medio del rotor de la máquina principal mediante un tren de engranaje para obtener una velocidad óptima, tiene como función principal transportar el agua para todo el sistema de enfriamiento.

2.3.3.2. BOMBA DE AGUA SALADA

El eje de rotación gira por medio de un conjunto de piñones provenientes de la máquina principal, tiene como función principal transportar el agua salada para posteriormente realizar la transferencia de calor con el sistema de agua dulce.

2.3.4. PIÑONES

Es un cilindro dentado que se enlaza con otro mayor, formando así un mecanismo para transmitir movimiento giratorio a un eje; sin embargo, usando piñones apropiados y piezas dentadas planas, puede transformar movimiento alternativo en giratorio y viceversa. Existen de varias formas y materiales. El tren de engranaje se forma por el conjunto de engranajes y los

engranajes se forman por la combinación de dos o más piñones. Un engranaje básico está formado por dos ruedas dentadas: la rueda mayor denominada corona, y la rueda menor denominada piñón.

Figura 2.13 Piñones



Fuente: (www.team358.org)

2.3.5. BOMBAS AUXILIARES DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

Las bombas auxiliares cumplen su función cuando la bomba principal no puede estar en funcionamiento; al igual que las bombas principales, las bombas auxiliares también son bombas centrífugas. Existen dos bombas auxiliares: la que pertenece al circuito de agua dulce y la que pertenece al circuito de agua salada.

2.3.5.1. BOMBA AUXILIAR DE AGUA DULCE

Es una bomba centrífuga con eje horizontal, la cual tiene como función transportar hacia la máquina principal el agua dulce para el sistema enfriamiento, en caso de que exista algún tipo de avería o se encuentre en mantenimiento la bomba principal de agua dulce, lo cual indisponga el uso de la bomba principal de agua dulce.

Figura 2.14 Bomba auxiliar del sistema de agua dulce



Fuente: (Escuela Superior Naval "Cmdte. Rafael Morán Valverde", 2013)

2.3.5.2. BOMBA AUXILIAR DE AGUA SALADA

Su función es transportar el agua salada para realizar transferencia de calor con el agua dulce, agua dulce que enfría la máquina principal, considerando el caso de que la bomba principal de agua salada tuviere algún tipo de avería o se encuentre en mantenimiento.

Figura 2.15 Bomba auxiliar del sistema de agua salada



Fuente: (Escuela Superior Naval "Cmdte. Rafael Morán Valverde", 2013)

2.3.6. TUBERIAS Y VÁLVULAS

El transporte constante de agua es la función que cumple en el sistema de enfriamiento las tuberías, que junto con las válvulas intercalada convenientemente a lo largo del sistema permite cumplir a cabalidad el proceso de enfriamiento de la máquina principal. Considerando que para cumplir con dicha función de manera eficiente, se debe tener en cuenta la capacidad, clase de fluido, su temperatura, la forma de realizar las conexiones y la manera de cómo va a operar.

Las válvulas son utilizadas para permitir el paso del agua o detenerlo; al abrir una válvula en un circuito, permitimos el transporte del fluido con una mínima pérdida en la válvula, y una vez cerrada la válvula cierran hermeticamente el paso del fluido, lo que ayuda a que el agua deje de ser transportada. Las válvulas más utilizadas en los circuitos que pertenecen al sistema de enfriamiento tenemos, las válvulas tipo globo con conexión a brida.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según el propósito, esta investigación es considerada como **APLICADA**; ya que de esta manera, se podrá resolver problemas que influyan a un bajo rendimiento del sistema de enfriamiento de la máquina principal, causados por los circuitos de agua. Según el nivel de estudio, esta investigación es considerada como **EXPLORATORIA**, ya que se efectuarán estudios a temas poco estudiados, que son los circuitos de agua para el enfriamiento de la máquina principal en el Buque Escuela Marañón, y de esta manera podremos analizar el desempeño de los sistemas de enfriamiento de la máquina principal. Según el lugar, esta investigación es considerada como de **CAMPO**, debido a que el estudio es de manera sistemática y se realiza en donde acontece los sucesos, en la Escuela Superior Naval “Cmdte. Rafael Morán Valverde” y la unidad naval asignada a este reparto, el Buque Escuela Marañón.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población para esta investigación es la Escuela Superior Naval “Cmdte. Rafael Morán Valverde”, considerando que el Buque Escuela Marañón es parte de este reparto naval está incluido en nuestra población; la muestra que se utilizó para la recolección de datos es el personal de Guardiamarinas de Cuarto Año Arma, que han recibido la materia asignatura de Maquinaria Naval I, II y III, y se han embarcado en el Buque Escuela Marañón.

3.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La herramienta a utilizarse para la recolección de datos es la realización de una encuesta y análisis documental. La encuesta dirigida a los Guardiamarinas de cuarto año, con el fin de conocer cuál es el grado de importancia que tienen las prácticas a bordo del Buque Escuela Marañón, prácticas que permiten aplicar los conocimientos adquiridos por los Guardiamarinas sobre los circuitos de agua del sistema de enfriamiento en las unidades navales, en el Buque Escuela Marañón. El análisis documental nos ayuda a identificar cuáles son los posibles problemas que

pueden ser ocasionados por la falta de mantenimiento de los circuitos de agua dulce y agua salada para el enfriamiento de la máquina principal.

3.4 MÉTODOS UTILIZADOS

El método a utilizarse en esta investigación, como herramienta estratégica, es el método **INDUCTIVO**. El método inductivo es un proceso analítico, sintético, mediante el cual se parte del estudio de causas, hechos o fenómenos particulares para llegar al descubrimiento de los problemas. Este método ayudará a verificar el funcionamiento de los circuitos de agua que intervienen al sistema de enfriamiento de la máquina principal, realizando así investigaciones desde lo particular a lo general, con el fin de determinar cual es el causa que provoca los problemas. Al observar las causas que pueden ocasionar la inoperatividad del sistema de enfriamiento del Buque Escuela Marañón, debemos buscar las posibles soluciones para un correcto funcionamiento de la máquina principal; teniendo en cuenta que, este sistema es fundamental para mantener operativo este buque y continuar con las navegaciones que permite a los Guardiamarinas poner en práctica los conocimientos adquiridos en las aulas de clase de la Escuela Superior Naval "Comdt. Rafael Morán Valverde".

3.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

3.5.1 ANÁLISIS DE LA ENCUESTA

El procesamiento y análisis de datos en esta investigación se realizó mediante encuestas dirigidas a los Guardiamarinas de cuarto año que se han embarcado en el Buque Escuela Marañón (VER ANEXO 1), considerando que dichos Guardiamarinas han aprobado las asignaturas correspondientes a Maquinaria Naval. Dichas encuestas constan de un banco de preguntas para la recolección y obtención de datos, las cuales serán analizadas a continuación.

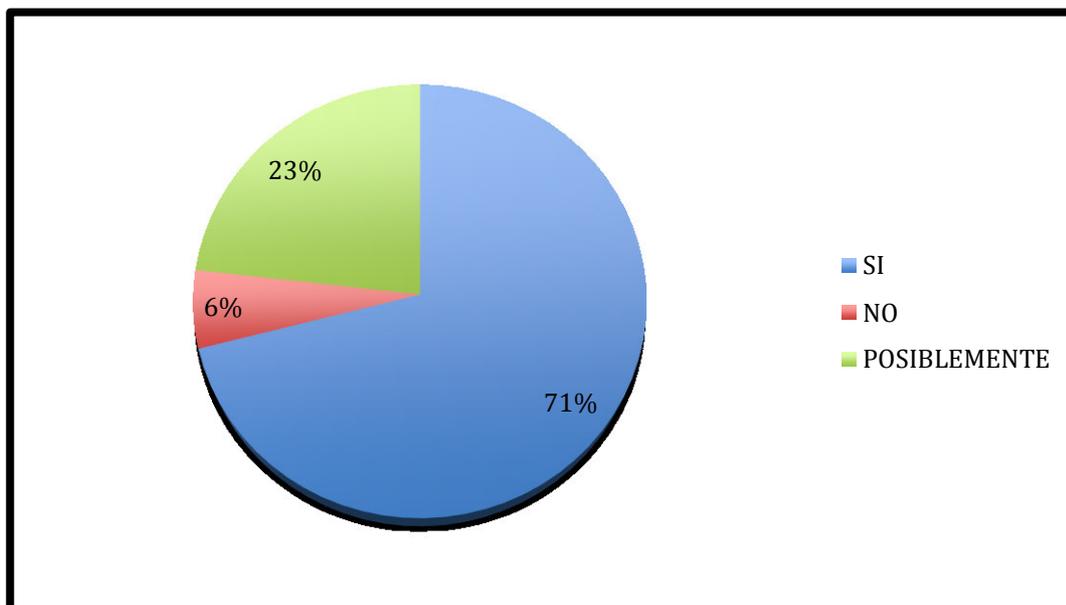
1. ¿Cree usted que las navegaciones en el Buque Escuela Marañón permiten poner en práctica los conocimientos adquiridos en la aulas de clases de la Escuela Superior Naval “Cmte. Rafael Morán Valverde”?

Cuadro 3.1 Navegaciones en el Buque Escuela Marañón

| ESCALA DE VALORACIÓN | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|----------------------|------------|-------------|
| SI | 49 | 71% |
| NO | 4 | 6% |
| POSIBLEMENTE | 16 | 23% |
| TOTAL | 69 | 100% |

Elaborado por: Eddy Hurtado

Gráfico 3.1 Navegaciones en el Buque Escuela Marañón



Fuente: Tabla 2

Elaborado por: Eddy Hurtado

Análisis

Del total encuestado, el 72% de los Guardiamarinas considera que las navegaciones en el Buque Escuela Marañón permiten poner en práctica los conocimientos adquiridos en la aulas de clases, 6% considera que no permiten poner en práctica los conocimientos adquiridos y un 23% considera que posiblemente permiten poner en práctica los conocimientos adquiridos.

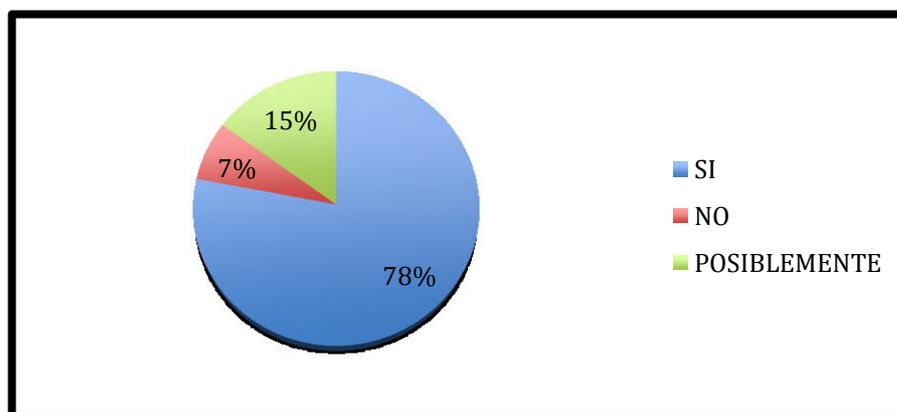
2. ¿Cree usted qué es conveniente poner en práctica los conocimientos teóricos adquiridos en las aulas acerca de la asignatura de Maquinaria Naval I, II y III en el Buque Escuela Marañón?

Cuadro 3.2 Práctica de la asignatura Maquinaria Naval

| ESCALA DE VALORACIÓN | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|----------------------|------------|------------|
| SI | 54 | 78% |
| NO | 5 | 7% |
| POSIBLEMENTE | 10 | 15% |
| TOTAL | 69 | 100% |

Elaborado por: Eddy Hurtado

Gráfico 3.2 Práctica de la asignatura Maquinaria Naval



Fuente: Tabla 3

Elaborado por: Eddy Hurtado

Análisis

Del total encuestado, el 78% de los Guardiamarinas considera que es conveniente poner en práctica los conocimientos teóricos adquiridos en las aulas acerca de la asignatura de Maquinaria Naval I, II y III en el Buque Escuela Marañón, 7% considera que no es conveniente poner en práctica los conocimientos teóricos adquiridos en las aulas acerca de la asignatura de Maquinaria Naval I, II y III en el Buque Escuela Marañón y un 15% considera que posiblemente sea conveniente poner en práctica los conocimientos teóricos adquiridos en las aulas acerca de la asignatura de Maquinaria Naval I, II y III en el Buque Escuela Marañón.

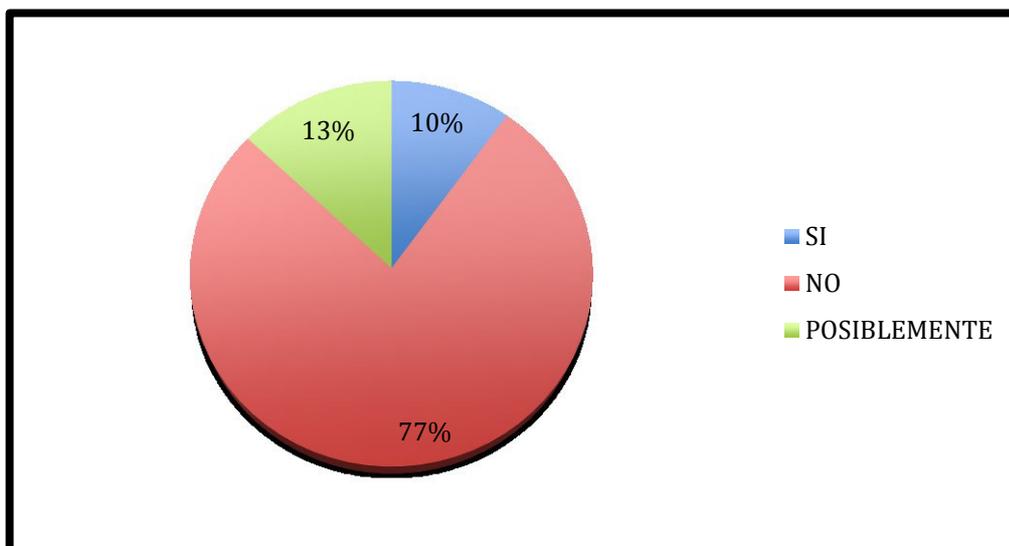
3. ¿Conoce usted cuáles son los sistemas que ayudan al enfriamiento de la máquina principal del Buque Escuela Marañón?

Cuadro 3.3 Conocimientos sobre los sistemas para el enfriamiento de la máquina principal

| ESCALA DE VALORACIÓN | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|----------------------|------------|-------------|
| SI | 7 | 11% |
| NO | 53 | 76% |
| POSIBLEMENTE | 9 | 13% |
| TOTAL | 69 | 100% |

Elaborado por: Eddy Hurtado

Gráfico 3.3 Conocimientos sobre los sistemas para el enfriamiento de la máquina principal



Fuente: Tabla 4

Elaborado por: Eddy Hurtado

Análisis

Del total encuestado, el 10% de los Guardiamarinas conoce cuales son los sistemas que ayudan al enfriamiento de la máquina principal del Buque Escuela Marañón, 77% no conoce cuales son los sistemas que ayudan al enfriamiento de la máquina principal del Buque Escuela Marañón y un 13% tiene pocos conocimientos de cuales son los sistemas que ayudan al enfriamiento de la máquina principal del Buque Escuela Marañón.

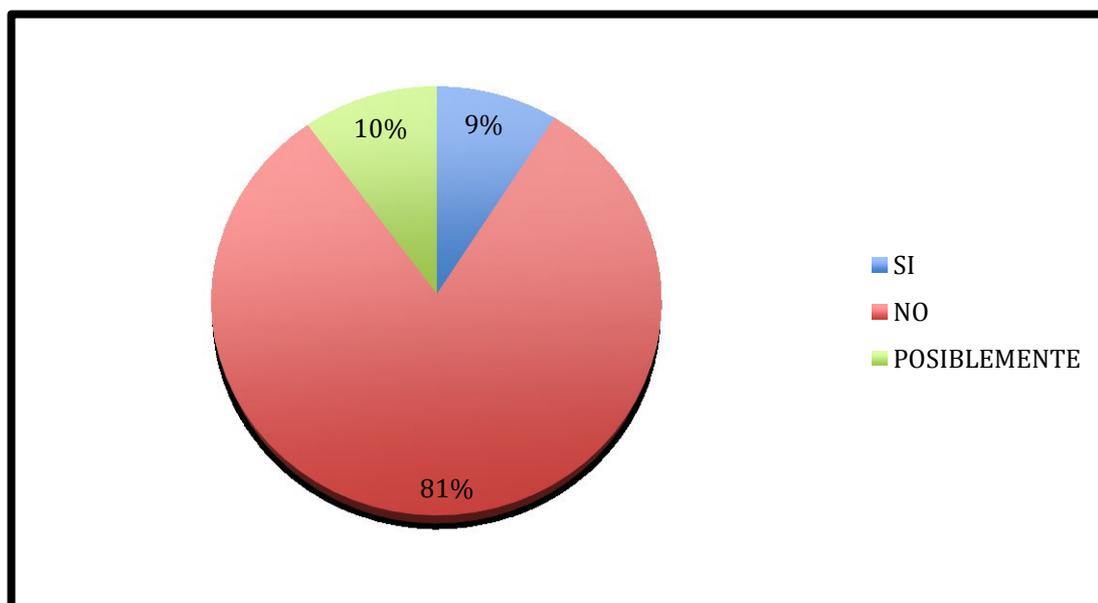
4. De los conocimientos adquiridos en las asignaturas de maquinaria naval, ¿Conoce físicamente el sistema de agua dulce que enfría la máquina principal del Buque Escuela Marañón?

Cuadro 3.4 Sistema de agua dulce del Buque Escuela Marañón

| ESCALA DE VALORACIÓN | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|----------------------|------------|------------|
| SI | 6 | 8% |
| NO | 56 | 81% |
| POSIBLEMENTE | 7 | 11% |
| TOTAL | 69 | 100% |

Elaborado por: Eddy Hurtado

Gráfico 3.4 Sistema de agua dulce del Buque Escuela Marañón



Fuente: Tabla 5

Elaborado por: Eddy Hurtado

Análisis

Del total encuestado, el 9% de los Guardiamarinas conoce físicamente el circuito de agua dulce que enfría la máquina principal del Buque Escuela Marañón, 81% no conoce físicamente el circuito de agua dulce que enfría la máquina principal del Buque Escuela Marañón y un 10% posiblemente conozcan físicamente el circuito de agua dulce que enfría la máquina principal del Buque Escuela Marañón.

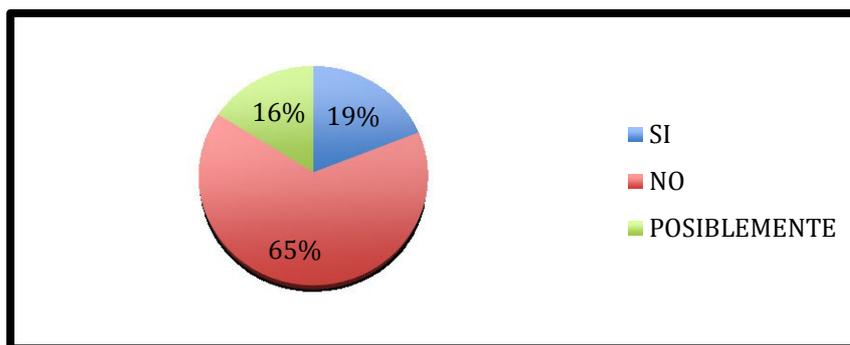
5. De los conocimientos adquiridos en las asignaturas maquinaria naval, ¿Conoce físicamente el sistema de agua salada y la función que cumple para el proceso de enfriamiento de la máquina principal del Buque Escuela Marañón?

Cuadro 3.5 Conocimientos sobre el sistema de agua salada del Buque Escuela Marañón

| ESCALA DE VALORACIÓN | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|----------------------|------------|------------|
| SI | 13 | 19% |
| NO | 45 | 65% |
| POSIBLEMENTE | 11 | 16% |
| TOTAL | 69 | 100% |

Elaborado por: Eddy Hurtado

Gráfico 3.5 Conocimientos sobre el sistema de agua salada del Buque Escuela Marañón



Fuente: Tabla 6

Elaborado por: Eddy Hurtado

Análisis

Del total encuestado, el 19% de los Guardiamarinas conoce físicamente el circuito de agua salada y la función que cumple para el proceso de enfriamiento de la máquina principal del Buque Escuela Marañón, 65% no conoce físicamente el circuito de agua salada y la función que cumple para el proceso de enfriamiento de la máquina principal del Buque Escuela Marañón, y un 16% posiblemente conozcan físicamente el circuito de agua salada y la función que cumple para el proceso de enfriamiento de la máquina principal del Buque Escuela Marañón.

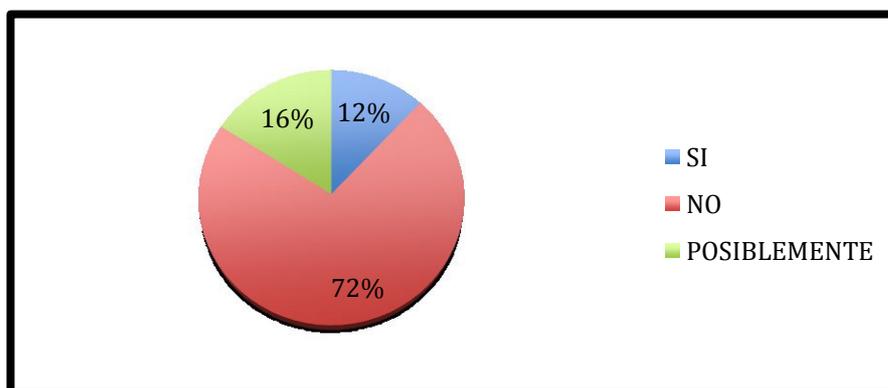
6. ¿Conoce usted acerca de los planes de mantenimiento que se deben realizar para un eficiente uso de los sistemas de agua para el enfriamiento de la máquina principal Buque Escuela Marañón?

Cuadro 3.6 Conocimientos de planes de mantenimiento

| ESCALA DE VALORACIÓN | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|----------------------|------------|------------|
| SI | 8 | 12% |
| NO | 50 | 72% |
| POSIBLEMENTE | 11 | 16% |
| TOTAL | 69 | 100% |

Elaborado por: Eddy Hurtado

Gráfico 3.6 Conocimientos de planes de mantenimiento



Fuente: Tabla 7

Elaborado por: Autor

Análisis

Del total encuestado, el 12% de los Guardiamarinas conoce acerca de los planes de mantenimiento que se deben realizar para un eficiente uso de los sistemas de agua para el enfriamiento de la máquina principal Buque Escuela Marañón, 72% no conoce acerca de los planes de mantenimiento que se deben realizar para un eficiente uso de los sistemas de agua para el enfriamiento de la máquina principal Buque Escuela Marañón, y un 16% posiblemente conozcan acerca de los planes de mantenimiento que se deben realizar para un eficiente uso de los sistemas de agua para el enfriamiento de la máquina principal Buque Escuela Marañón.

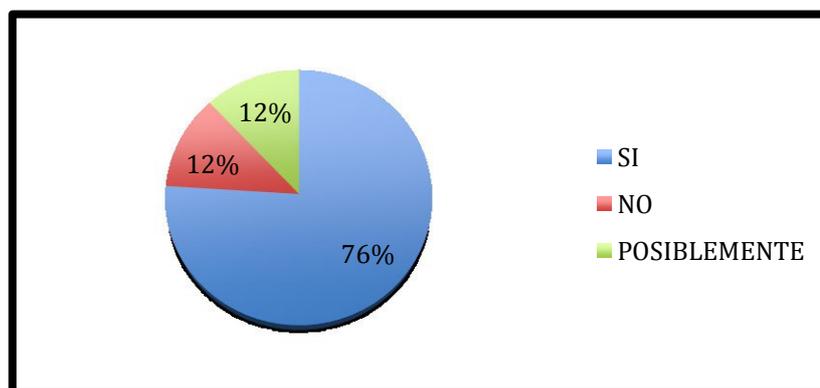
7. ¿Cree usted que sería conveniente conocer el mantenimiento que se debe realizar a los sistemas de agua que ayudan al enfriamiento de la máquina principal del Buque Escuela Marañón?

Cuadro 3.7 Conveniencia de conocer los mantenimiento de los sistemas de agua

| ESCALA DE VALORACIÓN | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|----------------------|------------|-------------|
| SI | 53 | 76% |
| NO | 8 | 12% |
| POSIBLEMENTE | 8 | 12% |
| TOTAL | 69 | 100% |

Elaborado por: Eddy Hurtado

Gráfico 3.7 Conveniencia de conocer los mantenimiento de los sistemas de agua



Fuente: Tabla 8

Elaborado por: Eddy Hurtado

Análisis

Del total encuestado, el 76% de los Guardiamarinas creen que sería conveniente conocer el mantenimiento que se debe realizar a los sistemas de agua que ayudan al enfriamiento de la máquina principal del Buque Escuela Marañón, 12% creen que no sería conveniente conocer el mantenimiento que se debe realizar a los sistemas de agua que ayudan al enfriamiento de la máquina principal del Buque Escuela Marañón, y un 12% creen que posiblemente sea conveniente conocer el mantenimiento que se debe realizar a los sistemas de agua que ayudan al enfriamiento de la máquina principal del Buque Escuela Marañón.

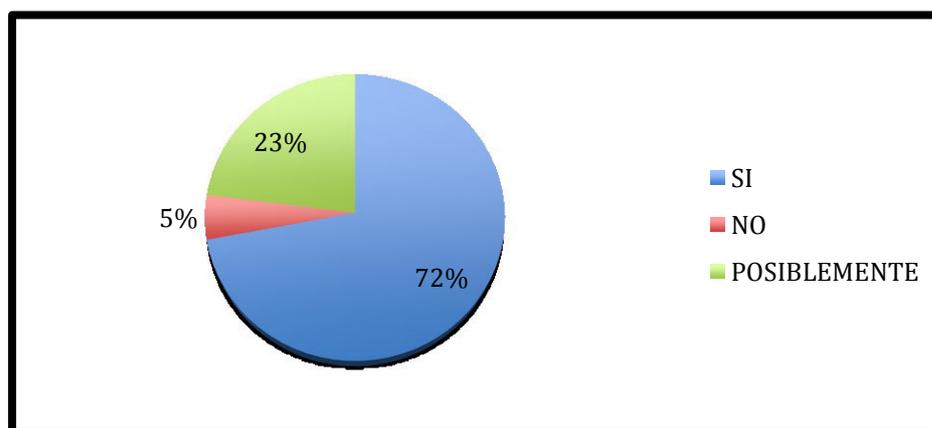
8. ¿Cree usted qué sería conveniente para los Guardiamarinas realizar el mantenimiento de los sistemas de agua que ayudan al enfriamiento de la máquina principal del Buque Escuela Marañón bajo la supervisión del docente de Maquinaria Naval?

Cuadro 3.8 Prácticas con mantenimiento a bordo del Buque Escuela Marañón

| ESCALA DE VALORACIÓN | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|----------------------|------------|------------|
| SI | 50 | 72% |
| NO | 3 | 5% |
| POSIBLEMENTE | 16 | 23% |
| TOTAL | 69 | 100% |

Elaborado por: Eddy Hurtado

Gráfico 3.8 Prácticas con mantenimiento a bordo del Buque Escuela Marañón



Fuente: Tabla 9

Elaborado por: Eddy Hurtado

Análisis

Del total encuestado, el 72% de los Guardiamarinas creen que sería conveniente realizar por parte de los Guardiamarinas el mantenimiento al sistemas de enfriamiento de la máquina principal del Buque Escuela Marañón bajo la supervisión del docente de Maquinaria Naval, 5% creen que no sería conveniente realizar por parte de los Guardiamarinas el mantenimiento al sistemas de enfriamiento, y un 23% creen que

posiblemente sería conveniente realizar por parte de los Guardiamarinas el mantenimiento al sistemas de enfriamiento.

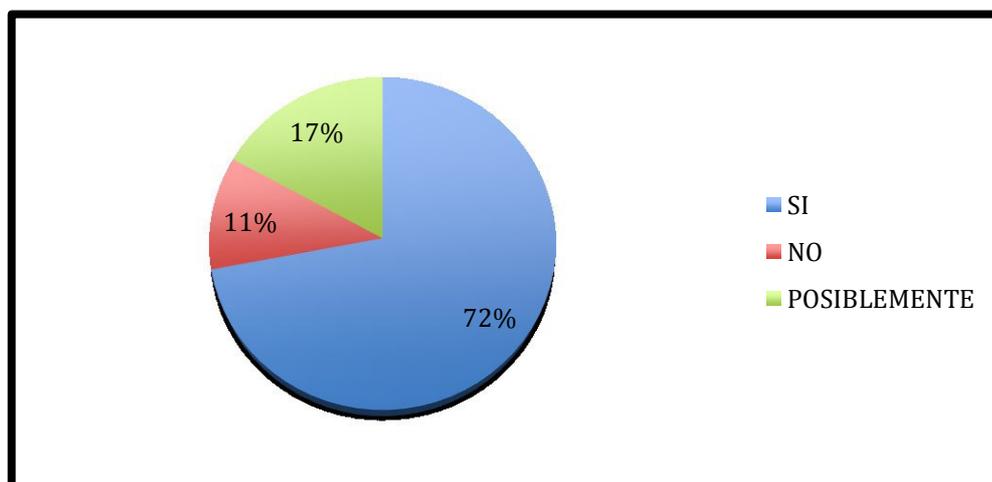
9. ¿Cree usted que las navegaciones realizadas en el Buque Escuela Marañón aportan al desarrollo de conocimientos navales de los Guardiamarinas?

Cuadro 3.9 Aporte al desarrollo de conocimientos navales

| ESCALA DE VALORACIÓN | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|----------------------|------------|------------|
| SI | 50 | 72% |
| NO | 7 | 11% |
| POSIBLEMENTE | 12 | 17% |
| TOTAL | 69 | 100% |

Elaborado por: Eddy Hurtado

Gráfico 3.9 Aporte al desarrollo de conocimientos navales



Fuente: Tabla 10

Elaborado por: Eddy Hurtado

Análisis

Del total encuestado, el 72% de los Guardiamarinas creen que las navegaciones realizadas en el Buque Escuela Marañón aportan al desarrollo de conocimientos navales de los Guardiamarinas, 11% creen que las navegaciones realizadas en el Buque Escuela Marañón no aportan al desarrollo de conocimientos navales de los Guardiamarinas, y un 17% creen que las navegaciones realizadas en el Buque Escuela Marañón posiblemente aporten al desarrollo de conocimientos navales de los Guardiamarinas.

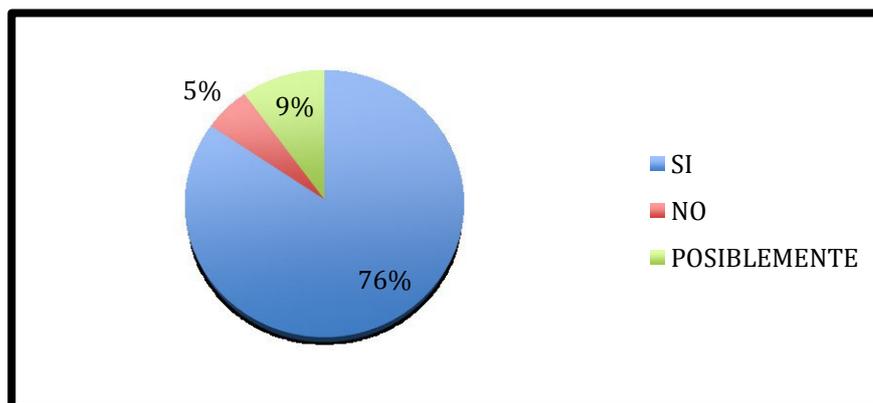
10. ¿Considera usted necesario que los Guardiamarinas deberían cumplir más de una navegación, para cumplir con todos los puestos de oficial de guardia tanto como de Cubierta como de Máquinas, con la finalidad de adquirir conocimientos prácticos?

Cuadro 3.10 Adquisición de conocimientos durante las prácticas navales

| ESCALA DE VALORACIÓN | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|----------------------|------------|------------|
| SI | 53 | 76% |
| NO | 3 | 5% |
| POSIBLEMENTE | 13 | 19% |
| TOTAL | 69 | 100% |

Elaborado por: Eddy Hurtado

Gráfico 3.10 Adquisición de conocimientos durante las prácticas navales



Fuente: Tabla 11

Elaborado por: Eddy Hurtado

Análisis

Del total encuestado, el 76% de los guardiamarinas encuestados considera necesario que los Guardiamarinas deberían cumplir más de una navegación, para cumplir con todos los puestos de oficial de guardia tanto como de Cubierta como de Máquinas, con la finalidad de adquirir conocimientos prácticos, 5% considera que no es necesario que los Guardiamarinas deberían cumplir más de una navegación, y un 9% considera que posiblemente sea necesario que los Guardiamarinas deberían cumplir más de una navegación.

3.5.1.1. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN RECOPIADA A TRAVÉS DE LAS ENCUESTAS

- Mediante las encuesta, se pudo determinar que el desarrollo personal de cada Guardiamarinas de la Escuela Superior Naval “Cmdt. Rafael Morán Valverde” se desenvuelve íntimamente con el Buque Escuela Marañón, ya que el perfeccionamiento de conocimientos está directamente relacionado con las prácticas navales que se realizan en el Buque Escuela Marañón.
- Los Guardiamarinas testifican que las prácticas que se realizan a bordo del Buque Escuela Marañón permite analizar y poner en práctica los conocimientos de materias navales que se adquieren en clase; asignaturas como Navegación, Maniobra de Buques, Maquinaria Naval entre otras. Pero reconocen que dentro del perfil de un Oficial de marina compete velar por el desarrollo de las máquinas cuando desempeña el cargo de oficial ingeniero o el cargo de oficial control de averías, por lo que los conocimientos adquiridos en la asignatura de Maquinaria Naval son de gran importancia siendo importante que dentro de la Escuela Naval estos conocimientos sean captados con atención.
- La asignatura de Maquinaria Naval nos enseña acerca de los sistema de lubricación, enfriamiento, combustible, achique, entre otros, que existen en el Buque; sin embargo, estos conocimientos no se los pone en práctica a bordo del Buque Escuela Marañón. Debido a esto, los Guardiamarinas no conocen visualmente dichos sistemas e incluso desconocen acerca de los mantenimiento que deben realizarse en los sistema, aunque posean los conocimientos teóricos no son suficiente para que el aspirante a oficial pueda desempeñar correctamente cargos que en un futuro ocupará como Oficial de marina.
- Los Guardiamarinas mediante esta encuesta creen necesario que deberían ser varias las navegaciones que se realicen al año, con el fin de que los Guardiamarinas puedan cubrir con todos los puestos de

guardia que se pueden asignar en una unidad naval para adquirir mayores conocimientos y poderse desenvolver de una manera correcta.

3.5.1.2. CONCLUSIÓN DE LA ENCUESTA

- Las prácticas que se realizan en el Buque Escuela Marañón permite complementar los conocimientos teóricos que adquirimos en las aulas de clases de la Escuela Superior Naval “Cmte. Rafael Morán Valverde, lo que va a favor del desarrollo de los Guardiamarinas para desenvolverse como futuros Oficiales de marina.
- Las clases teóricas correspondiente a la asignatura de Maquinaria Naval I, II y III son de gran importancia para el desarrollo académico como marinos de guerra y deberían también ser practicadas en el Buque Escuela Marañón a fin de visualizar y experimentar lo aprendido en clases.
- En el plan académico de la asignatura Maquinaria Naval II se debe estudiar acerca del sistema de enfriamiento de la máquina principal; sin embargo, los Guardiamarinas no conocen visualmente los circuitos de agua que permite el enfriamiento de la máquina principal.
- Los Guardiamarinas poseen los conocimientos acerca de los circuitos de agua dulce y agua salada; sin embargo, los Guardiamarinas desconocen físicamente como es un sistema de este tipo, considerando que han realizado las navegaciones a bordo del Buque Escuela Marañón y que estas navegaciones tienen como propósito fundamental prácticas estos conocimientos.
- Los Guardiamarinas no adquieren conocimientos relacionado con precautelar las averías a los sistemas de agua para el enfriamiento de la máquina principal realizando un mantenimiento periódico; por lo que, durante los periodos de navegaciones se debería presenciar los mantenimiento que realiza el personal de tripulación, con la finalidad de adquirir conocimientos prácticos sobre la ejecución del proceso del mantenimiento, no solo para el sistema de agua para el enfriamiento de

la máquina principal si no también para otros sistema, con la finalidad de adquirir este tipo de conocimientos.

- Es conveniente recibir dentro del plan académico de Maquinaria Naval los planes y los procesos de mantenimiento para el sistema de enfriamiento de la máquina principal, de esta manera permitirá que los Guardiamarinas sepan cuales son los mantenimientos a ejecutar.
- Los Guardiamarinas además de realizar las prácticas en el laboratorio de maquinaria naval que son fundamentales para ganar conocimientos navales, se debería realizar embarques para practicar el mantenimiento de el sistema de enfriamiento del buque como parte la instrucción que se brinda acerca de la asignatura de Maquinaria Naval, a fin de que permita conocer al los Guardiamarinas sobre e sistema de enfriamiento del Buque Escuela Marañón con la supervisión del docente, que si bien es cierto difiere en tipo, tamaño y funciones que cumple esta unidad naval con respecto a otras, los sistemas son afines con los de otras unidades navales. De esta manera el Guardiamarina se familiarizará con los elementos que pertenecen a la sala de máquinas de las unidades navales.
- Sin duda alguna es necesario la navegaciones en el Buque Escuela Marañón, no solo para poner en práctica los conocimientos adquiridos en la aulas de la Escuela Superior Naval “Cmtd. Rafael Morán Valverde”, si no también para adquirir conocimientos mediante la experiencia personal, que se aprenden con la prácticas. Se puede concluir que es de gran importancia la práctica en esta unidad naval para fortalecer los conocimientos y el espíritu naval en cada uno de los Guardiamarinas.
- Se determinó que mediante una navegación diurna o nocturna en el Buque Escuela Marañón únicamente nos enfocamos en el cumplimiento de una sola función de guardia, ya sea como vigía, radarista, ploteador, oficial de guardia, oficial ingeniero, entre otros puestos que se ocupan durante las navegaciones; sin embargo, una navegación no es suficiente para la práctica en cada unos de los puestos de guardia mencionados,

por lo que deberíamos realizar la cantidad de navegación necesarias para conocer todos los puestos operativos que existen tanto de oficiales como de tripulantes, y realizar la práctica con mayor frecuencia los que corresponde a nuestra formación como ser Oficial de Guardia en el Puente, Oficial Navegante, Oficial de Pilotaje, Oficial Ingeniero, Oficial Conave, Oficial Comunicante, Oficial Secretario, Oficial de Maniobras, etc. Esto permitiría ganar experiencia a fin de conocer que función se cumplirá en cada puesto de guardia.

3.5.2 ANÁLISIS DOCUMENTAL PARA IDENTIFICAR LOS PROBLEMAS CAUSADOS POR LA FALTA DE MANTENIMIENTO EN LOS CIRCUITOS DE AGUA QUE ENFRÍAN LA MÁQUINA PRINCIPAL.

Es importante que antes de realizar alguna acción con la finalidad de solventar cualquier avería, debemos primero definir el problema; para esto debemos recaudar toda la información posible, a fin de analizarla y determinar en que magnitud se asemeja con nuestro problema.

Los fundamentos generales para la identificación y solución de problemas es avanzar de lo conocido a lo desconocido, consecuentemente iríamos de fácil a lo difícil. La relación se da entre la información que poseemos acerca de nuestra unidad, y la experiencia que podríamos adquirir al buscar información adicional para la soluciones e identificación de problemas.

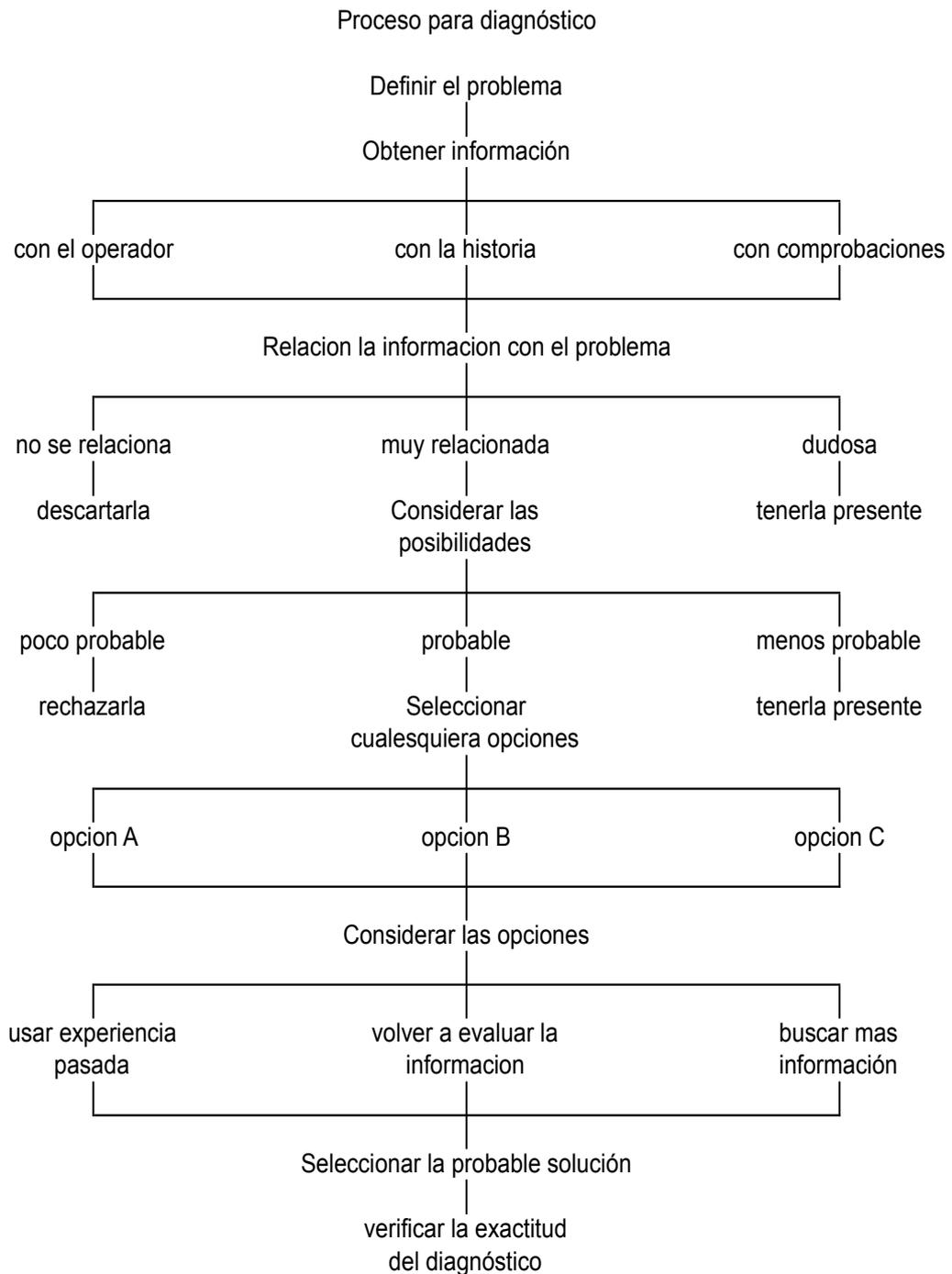
Como establece Ed May, en el libro Mecánica para motores Diesel tomo II, que el procedimiento lógico es el siguiente:

- a. Definir el problema
- b. Obtener información
- c. Relacionar la información con el problema
- d. Pensar en las posibilidades
- e. Seleccionar cursos alternos

f. Deducir una solución

Este proceso lo podemos reflejar en el siguiente diagrama de flujo:

Gráfico 3.11 Diagrama de flujo que muestra el orden lógico para el diagnóstico de problemas



Fuente: (May, Mecánica para motores Diesel, 1990)

3.5.2.1. MEDIDAS PARA VERIFICAR EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

Los siguientes parámetros permitirán identificar el correcto funcionamiento del sistema de enfriamiento tanto en sus circuitos de agua y los accesorios que pertenecen a los mismos.

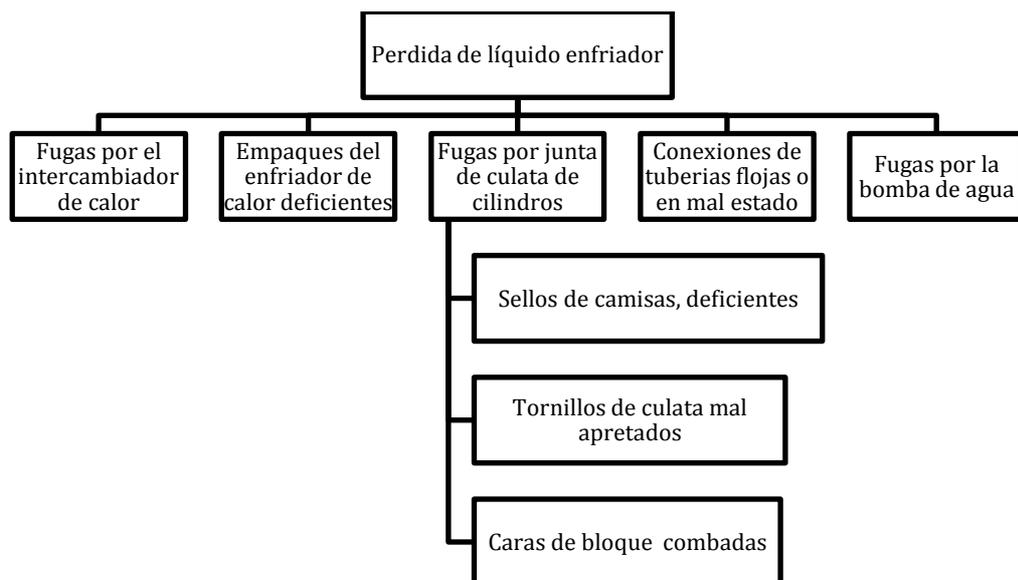
a. COMPROBACIÓN DE MOHO E INCRUSTACIONES EN EL SISTEMA

La principal manera de conocer si hay acumulación de moho e incrustaciones en los circuitos de agua del sistema de enfriamiento, es observando el aspecto del agua, si ha cambiado o no de color. Para solucionar dicho problema es recomendable limpiar el sistema de enfriamiento y agregar inhibidor de corrosión.

b. EXAMEN DE TUBERÍAS Y SUS CONEXIONES

Las fugas de agua indican que las tuberías y sus conexiones no están funcionando correctamente, por lo que se deberían realizar recorridos correctivos por los circuitos de agua dulce y agua salada para verificar su correcto funcionamiento.

Figura 3.1 Problemas en las tuberías y sus conexiones



Fuente: (May, Mecánica para motores Diesel, 1990)

c. COMPROBACIÓN DE LA BOMBA DE AGUA

El ruido y las fugas son las deficiencias más probables en el funcionamiento de una bomba. Las fugas se muestran mediante la pérdida de agua dulce de enfriamiento y por otro lado las bombas pueden mostrar ruidos en sus ejes por la falta de lubricación.

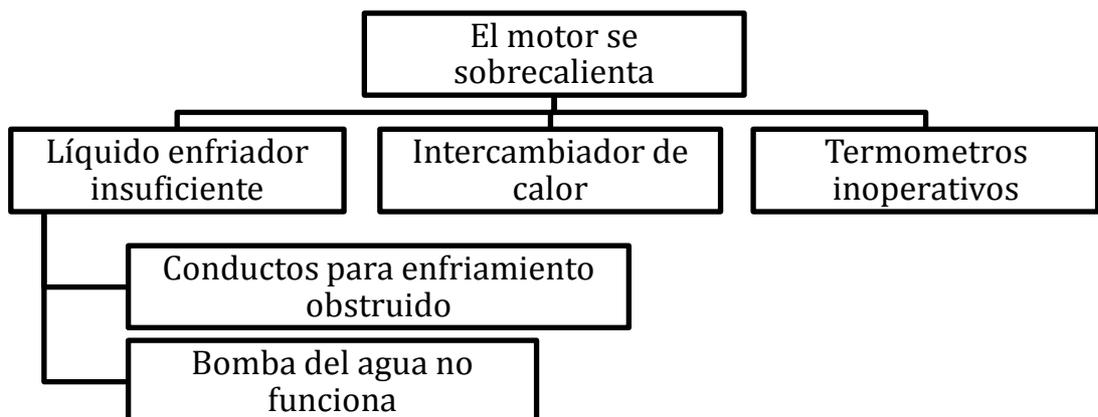
d. INDICADORES DE LA PRESIÓN DEL SISTEMA

Mediante los indicadores podemos apreciar la presión en cada circuito perteneciente al sistema de enfriamiento. La presión siempre debe ser constante, si no hay fugas en el sistema.

e. CONTROLAR LA TEMPERATURA DEL MOTOR

Mediante los termómetros del sistema podemos ver la temperatura que posee el motor. Teniendo en cuenta que la temperatura debe ser estable y encontrarse en $\pm 10^\circ$ a la temperatura que recomienda los proveedores. Considerando que si la temperatura de funcionamiento del motor es baja, influye en la combustión debido a que no existe el suficiente calor. Si la temperatura de funcionamiento del motor es alta podría existir un recalentamiento del motor.

Figura 3.2 Esquema de los problemas del controlador de temperatura



Fuente: ((May, Mecánica para motores Diesel, 1990))

f. PROTEGER CONTRA LA CORROSIÓN

El sistema de enfriamiento adquiriría corrosión a menos que el agua de enfriamiento posea sustancias químicas para evitar la acción corrosiva.

3.5.2.2. POSIBLES FALLAS EN EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

Las posibles fallas se las pueden clasificar considerando los elementos que pertenecen al sistema de enfriamiento, como:

a. EN EL INTERCAMBIADOR DE CALOR (ENFRIADOR TIPO DE CUERPO Y TUBOS)

Las posibles fallas en el intercambiador de calor pertenece al sistema de enfriamiento pueden ser:

a.a. POR ACUMULACIÓN EXCESIVA DE MOHO EN LOS TUBOS DEL ENFRIADOR

Entre las principales causas de la excesiva formación de moho en los elementos del sistema de enfriamiento tenemos:

- El no realizar un mantenimiento correcto de los elementos.

Es necesario extraer las concentraciones por medio de reactivos químicos, ya que a pesar de todas las precauciones que se tomen, a la larga se formará moho en los elementos de enfriamiento.

- Altas temperaturas en la circulación de agua de mar.

A temperaturas mayores aumenta rápidamente la acumulación de moho. Por lo que es necesario localizar y eliminar las causas de las altas temperaturas. Las probables causas son:

- ✓ Bomba de agua de mar defectuosa o aire en el circuito
- ✓ Indicador de temperatura defectuoso

- El empleo de agua dura (acidez y alcalinidad) en el sistema de enfriamiento.

El agua dura para el enfriamiento son factores que resultan inconvenientes en las camisas de enfriamiento. Por lo tanto es recomendable usar agua destilada o agua desionizada, ya que es un agua más limpia que posee las propiedades que indica la tabla 12.

Cuadro 3.11 Propiedades de agua de enfriamiento

| AGUA ACEPTABLE | |
|-----------------------------|-----------------|
| Propiedad | Límite máximo |
| Cloruro (Cl) | 40 mg/L |
| Sulfatos (SO ₄) | 100 mg/L |
| Dureza total | 170 mg/L |
| Sólidos totales | 340 mg/L |
| Acidez | pH de 5,5 a 9,0 |

Fuente: (Perkins Engine Company Limited, 2012)

Reparación

La limpieza de este tipo de intercambiadores de calor no se pueden realizar mediante el procedimiento de ácido. Se debe usar agua o aire a presión para eliminar las acumulaciones de herrumbre o moho. El empleo de cepillos con cerdas de acero tampoco es recomendable debido a que este raspará los tubos acelerando la corrosión.

a.b. POR OBSTRUCCIÓN DEL ELEMENTO ENFRIANTE

El elemento enfriante puede ser obstruido debido a:

- Funcionamiento insuficiente del filtro de agua de mar.

Los filtros están previsto para impedir el paso de peces, algas, arena, entre otros. Los filtros deben ser cambiados una vez que las mallas se

perforan o cuando ya no funcionan para impedir el paso de objetos no deseados.

- El empleo de agua dulce sucia.

El agua dulce de enfriamiento sucia depositará capas de materia extraña en las camisas de enfriamiento y los enfriadores. Solamente debe usarse agua limpia con las características ya mencionadas.

- Lubricación deficiente de las bombas.

Las bombas por lo general poseen grasa para lubricar las chumaceras. El uso excesivo de grasa puede pasar al agua de circulación, lo que reduciría en gran magnitud la capacidad del enfriador.

- Escapes y pases en los enfriadores de aceites.

La mas mínima perforación en el enfriador de aceite permitirá el paso del mismo, a los sistema de agua salada que es la que se usa para enfriar el aceite.

Reparación

Se debe usar agua o aire a presión para eliminar las acumulaciones de herrumbre o moho. Las capas superficiales de aceite pueden ser removidas con la aplicación cuidadosa de vapor. El uso de otros sustancias para remover elementos no es recomendable, ya que el sistema de enfriamiento es demasiado grande y sería muy costoso el mantenimiento.

a.c. POR ESCAPE EN EL ENFRIADOR

El escape puede presentarse en los diferentes elementos del los sistemas de agua de enfriamiento.

- Corrosión del elemento

Generalmente cuando ocurre una perforación suele ser producto de la corrosión, por lo que se debe hacer una inspección para determinar si esto es así. Todos los enfriadores deben purgarse con el fin de eliminar el aire

que se encuentre atrapado a fin de que no exista oxígeno para producir corrosión.

- Erosión del elemento

Las perforaciones que se producen por la erosión suelen ser las partículas raspantes a gran velocidad que se encuentran dentro del sistema. El enfriador debe limpiarse cuando no sea estable la temperatura del motor.

- Operación a presiones excesivas

La presión máxima está tallada en el motor. Debemos ser cuidadosos de no sobrepasar esta presión. Cuando en el intercambiador se obstruye con cualquier tipo de elementos, será necesario que circule mayor cantidad de agua y se produce entonces mayor presión.

Reparación

Si se detecta la fuga en el enfriador, debe ser corregido inmediatamente. Resulta posible poner tapones, pero esto solo debe ser hasta que sea reemplazado.

b. EN LAS BOMBAS CENTRÍFUGAS

Las posibles fallas en las bombas centrífugas que pertenecen a los circuitos de agua del sistema de enfriamiento pueden ser:

b.a. POR DEFICIENCIA EN LA DESCARGA

- Ruptura del eje

- ✓ Vibración de la bomba

La vibración de la bomba puede ocasionar esfuerzos extremos en el eje de la bomba, los cuales pueden producir la ruptura del eje.

- ✓ Condiciones deficientes en las chumaceras

Si las chumaceras sufren corrosión puede ser causa suficiente para que se rompa el eje de la bomba.

- ✓ Ajuste excesivo del empaque

Un ajuste excesivo no solo raya el eje, sino también aumenta el esfuerzo del eje.

Reparación

La ruptura del eje suele ocasionar consigo otros daños que pueden ser tan graves que la bomba deba ser reemplazada.

- Obstrucción del impulsor

Este suele ser debido a que el filtro no está completamente operativo. Lo que permite el paso de materia extraña, lo que puede entorpecer el impulsor.

Reparación

Se debe limpiar el impulsor sin causarle raspaduras, ya que esto aumenta la corrosión.

- Desgaste o ruptura del impulsor

- ✓ Introducción de cuerpos extraños

Los elementos que ingresan a la bomba suelen quedarse entre el impulsor y la caja.

- ✓ Mal estado de las chumaceras

La caída del eje por el mal estado de las chumaceras producen que exista un contacto con el impulsor y la caja.

- ✓ Funcionamiento de la bomba en seco

Las bombas deben cebarse previo a su arranque, ya que el iniciarlas en seco producirá un recalentamiento y un desgaste entre las superficies en contacto.

- Desgaste de los sellos del eje y anillos de desgaste

Esto permite el paso de aire a la bomba .

Reparación

Cambiar los anillos de desgaste que se encuentren en mal estado.

- Entradas de aire en la tubería de succión

La tubería debe ser inspeccionada si la presión en la tubería de succión es menor que la presión atmosférica, ya que esto significa que la capacidad de la bomba ha reducido.

- Obstrucción en la succión

Los coladores y la tubería deben mantenerse libres de obstrucción, caso contrario puede producirse una reducción o una para total de la descarga.

- Obstrucción en la descarga

Las bombas son diseñadas para soportar una resistencia determinada. Si la resistencia es excesiva se reduce la capacidad de la bomba. Estos conductos deben mantenerse limpios.

b.b. PORQUE EL EJE SE RAYA

- Exceso de ajuste en el empaque

Si el empaque se comprime de forma excesiva tiende a pegarse al eje y recalentarse, lo que requiere esfuerzos excesivos, rayándolo y deteriorando la superficie del eje.

- Arena en el agua

Si el agua que se bombea no se filtra correctamente, ingresarán partículas que rayan el eje y rápidamente cortan el empaque.

Reparación

Se debe cambiar el empaque o los sellos desgastados.

b.c. PORQUE EL IMPULSOR SE OBSTRUYE

Se debe a un filtro deficiente o un filtro mal instalado lo que produce que materia extraña ingrese al circuito.

Reparación

Debemos limpiar el impulsor.

b.d. POR DESGASTE O RUPTURA DEL IMPULSOR

- Introducción de cuerpos extraños

Los elementos que ingresan a la bomba suelen quedarse entre el impulsor y la caja.

- Mal estado de las chumaceras

La caída del eje por el mal estado de las chumaceras producen que exista un contacto con el impulsor y la caja.

- Funcionamiento de la bomba en seco

Las bombas deben cebarse previo a su arranque, ya que el iniciarlas en seco producirá un recalentamiento y un desgaste entre las superficies en contacto.

- ✓ Desgaste de los sellos del eje y anillos de desgaste

Esto permite el paso de aire a la bomba.

Reparación

Cambiar los anillos de desgaste que se encuentren en mal estado.

b.e. POR CORROSIÓN EN LOS COMPONENTES DE LA BOMBA

Se considera corrosión al carcomido del eje, chumaceras, impulsor, etc.

Reparación

Quitar la corrosión con un cepillo de alambre.

c. EN LOS FILTROS

Las posibles fallas en los filtros que pertenecen al circuitos de agua salada en el sistema de enfriamiento pueden ser:

c.a. PORQUE SE OBSTRUYE LA CANASTA DEL FILTRO

La obstrucción del filtro puede causar una pérdida parcial o total del agua de mar; lo que traerá como consecuencia el recalentamiento del motor. La inspección frecuente del filtro, puede delatar la necesidad de la limpieza.

Reparación

Limpieza del filtro de agua de mar expulsando la materia extraña de las canastas y soplando la malla con aire comprimido, y posteriormente colocar correctamente.

c.b. POR CORROSIÓN EN LA CANASTA DEL FILTRO

Esta falla se la detecta únicamente por medio de la inspección del filtro, la duración del filtro suele durar 3 meses a un año dependiendo de la temperatura del mar y el mantenimiento que se realice.

Reparación

Los filtros que han sufrido corrosión, no se pueden reparar. Deben cambiarse una vez que ya no puedan cumplir con su función óptimamente.

CAPITULO IV

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LA MÁQUINA PRINCIPAL DEL BUQUE ESCUELA MARAÑÓN.

4.1. JUSTIFICACIÓN

Los circuitos de agua que enfrían la máquina principal permiten mantener una temperatura de trabajo estable en la máquina principal durante los periodos de navegación, dichos circuitos requieren periódicos mantenimientos que deben ser realizados por el personal de tripulación del Buque Escuela Marañón, siendo necesario establecer dichos planes de mantenimiento preventivo y realizar el levantamiento de los planos de dichos circuitos (VER ANEXO 2 & 3), a fin de mantener en optimas condiciones la máquina principal de esta unidad naval. Además, el personal de Guardiamarinas podrán colaborar con el cumplimiento de dichos mantenimientos para que de esta manera adquieran experiencia y pongan en prácticas los conocimientos adquiridos en las aulas de clases.

4.2. OBJETIVO

Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para el sistema de enfriamiento de la máquina principal del Buque Escuela Marañón, el cual será ejecutado por el personal de tripulación de esta unidad naval y personal técnico de los Astilleros Navales, considerando el tipo de mantenimiento a realizarse, para mantener operativos los circuitos de agua dulce y salada de enfriamiento, a fin de alargar el tiempo de vida útil del buque para las prácticas navales de los Guardiamarinas.

4.3. DESARROLLO DE LOS ASPECTOS TÉCNICOS OPERATIVOS RELACIONADOS CON LA PROPUESTA

El mantenimiento de la unidad se lo puede definir de la siguiente manera: reparaciones de primer nivel en las que se realizan mantenimiento W1, W2 y W3; reparaciones de segundo nivel en las que se realizan mantenimiento W4, debido a que son realizados por el personal de tripulación del Buque

Escuela Marañón, los mantenimientos de tercer nivel es el mantenimiento W5 o des-carbonización y el mantenimiento W6 o overhaul, y finalmente las reparaciones de emergencia.

4.3.1. MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS DE PRIMER NIVEL

Son los mantenimientos que se deben realizar mandatoriamente y dar cumplimiento según recomendaciones del fabricante del motor en base a las Horas Maquina y/o tiempo de Servicio; ya que producen mínimas averías accidentales de funcionamiento que pueden resolverse mediante operaciones sencillas que no exijan muchos medios especiales de reparación, limitándose normalmente a la manipulación de elementos y fáciles cambios de piezas. La ejecución de este tipo de mantenimiento puede realizarse por parte del personal de ingeniería encargado y responsable del Sistema.

4.3.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO DE SEGUNDO NIVEL

Son aquellas que corresponden a averías provocadas o profundo desgastes del material cuya reparación constituye un conocimiento mayor. Necesitan un reconocimiento técnico previo del material averiado. La ejecución de este tipo de mantenimiento puede realizarse por parte del personal de ingeniería en cargo que posea conocimientos acerca de los elementos averiados.

4.3.3. MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE TERCER NIVEL

Corresponden a graves averías que inciden profundamente en la eficacia de la unidad afectada. Se necesitan grandes obras de reparación, en las que una de las principales necesidades es que la unidad naval entre a dique. La ejecución de este tipo de mantenimientos se requiere personal técnico capacitado y con experticia necesaria que provenga por parte del proveedor o haya recibido capacitaciones para realizar este tipo de mantenimiento; ya que posiblemente, se necesite material proveniente de la empresa que creó la unidad.

4.3.4. REPARACIONES DE EMERGENCIA

Este tipo de reparaciones caen dentro del sistema de seguridad interior y control de averías del barco afectado. Este tipo de mantenimiento debe realizarse en el mismo momento que son producidos ya que de no solucionarse en el momento de la producción la unidad puede dar lugar a males mayores, ya que su objetivo principal es reducir las consecuencias para evitar que puedan poner en peligro la unidad. Las incidencias más comunes son las inundaciones y los incendios.

4.3.5. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO DE LA MÁQUINA PRINCIPAL

Cuadro 4.1 Plan de mantenimiento preventivo para el sistema de enfriamiento

| | | |
|----------------------------------|----------|------------------------------|
| MODELO DE MOTOR | : | Fairbanks & Morse |
| NÚMERO DE SERIE DEL MOTOR | : | 37F16 |

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

DIARIO (W1)

Verificar el nivel de agua dulce del sistema de enfriamiento.

Verificar la apertura de las válvulas del circuito de agua dulce sistema de enfriamiento.

Verificar la apertura de las válvulas del circuito de salada sistema de enfriamiento.

Chequeo de las tuberías del circuito de agua de dulce del sistema de

enfriamiento.

Chequeo de las tuberías del circuito de agua de dulce del sistema de enfriamiento.

Cheque de la succión y la descarga de las bomba de agua.

Verificación de la operatividad de los indicadores de presión y temperatura.

Verificar el correcto funcionamiento del intercambiador de calor.

250 HORAS (W2)

Obtener una muestra líquida del circuito de agua de dulce del sistema de enfriamiento nivel (1).

Comprobar aditivos al circuito de agua dulce de enfriamiento.

Limpiar el intercambiador de calor.

Realizar el mantenimiento de las válvulas tipo globo.

500 HORAS (W3)

Obtener una muestra líquida del agua dulce del sistema de enfriamiento nivel (2).

Inspeccionar el filtro del circuito de agua salada.

1000 HORAS (W3)

Inspeccionar bomba principal de agua dulce.

Inspeccionar bomba principal de agua salada.

Verificar los huelgos entre el rotor y el estator de las bombas centrifugas

2000 HORAS (W4)

Compensar el nivel de agua del tanque elevado del sistema de enfriamiento.

CADA AÑO (W4)

Muestra del agua dulce del sistema de enfriamiento nivel (2).

Añadir aditivos al circuito de agua dulce de enfriamiento.

3000 HORAS (W5)

Cambiar el agua del circuito de agua dulce del sistema de enfriamiento.

Cambiar el filtro del circuito de agua de salada.

4000 HORAS (W5)

Inspeccionar la bomba de agua dulce auxiliar.

Inspeccionar la bomba de agua salada auxiliar.

Verificar los huelgos entre el rotor y el estator de las bombas centrifugas.

6000 HORAS (W6)

Reemplazar termostato de agua del sistema de enfriamiento.

12000 HORAS (W6)

Cambiar el agua dulce del sistema de enfriamiento.

Inspeccionar / limpiar el intercambiador de calor.

Elaborado por: Eddy Hurtado

ANTES DE ARRANCAR EL MOTOR

- Efectúe el mantenimiento diario y otros mantenimientos periódicos requeridos antes de arrancar el motor.
- Inspeccione el compartimiento del motor. Esta inspección puede ayudar a evitar reparaciones mayores más adelante.

- Después de arrancar, el motor se mantendrá a una velocidad baja. El tiempo durante el cual se mantiene la velocidad baja depende de la temperatura ambiente y del tiempo transcurrido desde la última vez que se operó el motor. El propósito del procedimiento es permitir que se estabilicen los sistemas del motor. El motor no debe “forzarse” para acelerar el proceso de calentamiento. A temperaturas de entre 0 a 60 °C (32 a 140 °F), el periodo de calentamiento es de aproximadamente 3 minutos. A temperaturas por debajo de los 0 °C (32 °F), es posible que se requiera un tiempo de calentamiento adicional.
- Verificar la operatividad de las válvulas del sistema de enfriamiento según sea el requerimiento. Cuando el motor vaya a ser encendido verificar que las válvulas del sistema de enfriamiento estén abiertas.
- La eficiencia del control de emisiones y el rendimiento del motor dependen de que se cumplan las recomendaciones apropiadas de operación y mantenimiento.

CADA 30 MINUTOS DURANTE LOS PERIODOS DE NAVEGACIÓN

Verificar y anotar en una bitácora las temperaturas del motor, y además la presión en los circuitos de agua dulce y agua salada. Para verificar su correcto funcionamiento.

4.3.6. PROFORMA PRESUPUESTARIA

Figura 4.1 Presupuesto del mantenimiento del sistema de enfriamiento

FSC 03.2.3.



USTED Y EL MAR DAN FE DE NUESTRO TRABAJO

PRESUPUESTO ESTIMADO No. REFERENCIAL

BUQUE/ EMPRESA : B/E " MARAÑON "

oct-14

| MAQUINAS PRINCIPAL FAIRBANKS MORSE - MANTENIMIENTO nivel W-5 AL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO (agua dulce- agua de mar) | | AL |
|---|--|--------------------|
| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | PRECIO |
| | <p>Evaluación de las condiciones actuales de la maquina navegando Desarmada , Desmontaje, Limpieza, Inspección y Determinacion de Reparaciones a : Cañerías, valvulas, Filtros, Intercambiadores, Calor Bombas Principal y Auxiliar de los Sitemas de Enfriamiento de Agua Dulce, Agua de mar(salada) Informe Tecnico y determinacion de Reparacion y Alcance de las mismo. Emision de Listado de Repuestos y Empaquetaduras a Adquirir.</p> <p>Bombas. Se reparara los anillos de desgaste, cambio de rodamientos, retenedores, sellos, Empaques pernos.</p> <p>A las Valvulas de Paso asentamiento y rectificacion de elemntos de cierre. Pruebas de sellaje y estanqueidad. Cambio de Mergollar , pernos y empaquetaduras.</p> <p>Reparacion de cada uno de los elementos del Sistema en taller</p> <p>Baquetado, Sopleteado al Los Intercambiadores de Calor "IN SITU"</p> <p>Montaje de elementos desmontados y reparados abordó. Cambiando empaquetaduras y pernos.</p> <p>Pruebas Iniciales y correccion de fugas. Afinamientos y calibraciones</p> <p>Prueba en vacio y de navegacion.</p> <p>Registro de Parametros de Operación</p> <p>Entrega.</p> <p>NOTA: ESTE PRESUPUESTO NO INCLUYE TRABAJOS DE RECTIFICACION</p> | |
| | MANO DE OBRA | \$16.055,00 |
| | MATERIALES Y EMPAQUES | \$11.238,50 |
| | TOTAL | \$27.293,50 |

SON : VEINTE Y SIETE MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y TRES 50/100 DOLARES AMERICANOS

NOTAS GENERALES:

- 1) PRESUPUESTO NO INCLUYE IVA
- 2) ESTE PRESUPUESTO TIENE VALIDEZ POR TREINTA (30) DIAS A PARTIR DE SU FECHA DE EMISION
- 3) GARANTIA DEL TRABAJO: 06 MESES Y/O 500 HORAS DE TRABAJOS LA QUE OCURRA PRIMERO
- 4) FORMA DE PAGO : A LA EMISION DE LA FACTURA
PLAZO: 35 DIAS LABORABLES. Y TRABAJOS PRESUPUESTADOS EN ASTINAVE. SI SE LOS REALIZA EN SALINAS ABORDO SE DEBERA CONSIDERAR LA MOVILIZACION- ESTADIA Y ALIMENTACION DEL PERSONAL TECNICO DE ASTINAVE. O VIATICOS POR EL TIEMPO DE EJECUCION PLANIFICADO-Y ADQUISICION Y/O CONFECCION SEGUN MUESTRAS DE REPUESTOS 30 DIAS
- 5)
- 6) PARA MAYOR INFORMACION FAVOR DIRIGIRSE A LA GERENCIA DE TALLERES, AL 2448812

Elaborado por: Ing. Bolívar Andramuño

CONCLUSIONES

- La no existencia de planos y de un plan de mantenimiento de los circuitos de agua pertenecientes al sistema de enfriamiento dificulta el mantenimiento del sistema de enfriamiento de la máquina principal.
- La práctica a bordo del Buque Escuela Marañón facilita la experimentación de los conocimientos teóricos adquiridos por los guardiamarinas en las aulas de clases de la Escuela Superior Naval “Cmdt. Rafael Morán Valverde”.
- El mantenimiento del circuito de agua dulce y del circuito de agua salada permite desarrollar una temperatura estable durante los periodos de operatividad del máquina principal.
- La falta de registro de los mantenimientos realizados por el personal de tripulación del Buque Escuela Marañón dificulta el cumplimiento de los mantenimiento que deben seguirse realizando.

RECOMENDACIONES

- Cumplir con los planes de mantenimiento preventivo para obtener un máximo rendimiento de la máquina principal.
- Mantener a bordo los planos de los circuitos de agua dulce y agua salada en el Buque Escuela Marañón, y de esta manera facilitar la ubicación de cada uno de los elementos del sistema de enfriamiento de la máquina principal.
- Dar a conocer a los Guardiamarinas sobre cuales son los mantenimientos que se deben llevar en los circuitos de agua del sistema de enfriamiento.
- Realizar un recorrido correctivo por el circuito cerrado de agua dulce y el circuito abierto de agua salada de enfriamiento, para verificar el correcto funcionamiento del sistema de enfriamiento de la máquina principal del Buque Escuela Marañón.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cabronero Mesas, D. (2003). *Motor De Combustion Interna* (3era edición ed.). (D. Cabronero Mesas, Ed.) Barcelona, España.
2. Escuela Superior Naval "Cmdte. Rafael Morán Valverde". (2013). *Guía Basica De Referencia B.A.E. Marañón*. Salinas.
3. Gran Enciclopedia Del Mar. (2004). *El mar y la técnica* (MMX ed.). Barcelona, España: Carroggio S.A.
4. Quintana, A. (2006). *Metodología de Investigación Científica Cualitativa*. Lima.
5. Marina de Guerra de la República de Cuba. (1956). *Manual de entrenamiento para el mantenimiento de los motores diesel*.
6. May, E. (1990). *Mecánica para motores Diesel* (Vol. I). Mexico: Xalco S.A.
7. May, E. (1990). *Mecánica para motores Diesel* (Vol. II). Mexico: Xalco S.A.
8. Perkins Engine Company Limited. (Abril de 2012). *Manual de Operación y Mantenimiento* . Estados Unidos.

WEBGRAFÍA

1. Cano, J., & Crisanto, V. (10 de Enero de 2012). *Escalas termométricas y transferencia de calor*. Recuperado el 26 de Agosto de 2014, de <http://losmacanosylafisica.blogspot.com>
2. Duque, N. (28 de Octubre de 2013). *Armada del Ecuador*. Recuperado el 15 de Agosto de 2014, de Noticias: <http://www.armada.mil.ec/b-a-e-maranon-realiza-su-primer-crucero-nacional-para-guardiamarinas-especialistas-2013/>
3. <http://www.bvsde.ops-oms.org>. (12 de Agosto de 2005). *Válvulas, tuberías y accesorios*. Recuperado el 27 de Agosto de 2014, de <http://www.bvsde.ops-oms.org>: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacd/scan/017069/017069-13.pdf>
4. Martín Blas, T., & Serrano Fernández, A. (Junio de 2014). *Universidad Politécnica de Madrid*. Recuperado el 23 de Agosto de 2014, de Termodinámica: <http://acer.forestales.upm.es/basicas/udfisica/asignaturas/fisica/termo1p/estado.html>
5. Moreno, A. (5 de Mayo de 2005). Mailxmail.com. Recuperado el 22 de Agosto de 2014, de Motores de combustion interna: <http://www.mailxmail.com/curso-motores-combustion-interna/motor-combustion-interna-combustion-presion-constante-ciclo-diesel>
6. Rojas, M. C. (2004). Piñones. Recuperado el 26 de Agosto de 2014, de Metal Actual: <http://www.metalactual.com/revista/9/pinones.pdf>
7. Roca, M., Carratalá, J., & Solis, J. (2006). Fontanería. Recuperado el 25 de Agosto de 2014, de Departamento de Construcción Arquitectónica: http://editorial.dca.ulpgc.es/servicios/2_fontaneria/temaV_fontaneria.pdf

8. safety.cat.com. (June de 2012). Maitenance Intervals. Recuperado el 3 de Octubre de 2014, de Caterpillar: <https://safety.cat.com/cda/files/572381/7/3508,%203512,%20and%203516%20Diesel%20Marine%20Engines-Maintenance%20Intervals.pdf>