



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA

CARRERA LICENCIATURA EN CIENCIAS NAVALES

Tesis presentada como requisito previo a la obtención del grado de:

LICENCIADO EN CIENCIAS NAVALES

AUTOR

FREDDY ANTONIO GARCÍA ARÉVALO

TEMA

**EL SISTEMA DE PROPULSIÓN DEL BUQUE ESCUELA GUAYAS Y SU
OPERACIÓN EN EL CRUCERO INTERNACIONAL 2012 EN LA RUTA
CÁDIZ- LA CORUÑA, PROPUESTA DE EMPLEO ÓPTIMO**

DIRECTOR

TNNV-IM WALTER VÁSQUEZ JIMÉNEZ

SALINAS, DICIEMBRE 2013

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo realizado por FREDDY ANTONIO GARCÍA ARÉVALO, cumple con las normas metodológicas establecidas por la Universidad Fuerzas Armadas- ESPE y, se ha desarrollado bajo mi supervisión, observando el rigor académico y científico que la Institución demanda para trabajos de este bagaje intelectual, por lo cual autorizo se proceda con el trámite legal correspondiente.

Salinas, 11 de Diciembre del 2013

Atentamente

.....
TNNV-IM Vásquez Jiménez Walter Omar
C.I.: 1711707602

DECLARACIÓN EXPRESA

El suscrito, FREDDY ANTONIO GARCÍA ARÉVALO, 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: “EL SISTEMA DE PROPULSIÓN DEL BUQUE ESCUELA GUAYAS Y SU OPERACIÓN EN EL CRUCERO INTERNACIONAL 2012 EN LA RUTA CÁDIZ- LA CORUÑA, PROPUESTA DE EMPLEO ÓPTIMO”, 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 Fuerzas Armadas- ESPE.

FREDDY ANTONIO GARCÍA ARÉVALO

AUTORIZACIÓN

Yo, " FREDDY ANTONIO GARCÍA ARÉVALO "

Autorizo a la Universidad Fuerzas Armadas- ESPE, la publicación en la biblioteca de la institución de la Tesis titulada: "EL SISTEMA DE PROPULSIÓN DEL BUQUE ESCUELA GUAYAS Y SU OPERACIÓN EN EL CRUCERO INTERNACIONAL 2012 EN LA RUTA CÁDIZ- LA CORUÑA, PROPUESTA DE EMPLEO ÓPTIMO", cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Salinas, a los 11 días del mes de Diciembre del año 2013

AUTOR

FREDDY ANTONIO GARCÍA ARÉVALO

DEDICATORIA

Deseo dedicar este trabajo que me tomó mucha dedicación a Dios, a mi familia que me guía a diario en cada una de las actividades dentro de la Escuela Superior Naval.

A los docentes e instructores que permitieron formarme íntegramente como futuro Oficial de Marina, agradezco de forma sincera por su colaboración, consejos y correcciones que me permitieron hacer un proyecto de la calidad acorde a un Guardiamarina y a quienes forman parte de este logro alcanzado, se los dedico ya que aquí esta su enseñanza.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, a mi padre pendiente de mis pasos, a mi madre por sus deseos y oraciones, a mi familia y seres queridos que me han acompañado estos 4 años de Escuela, de lucha, de sacrificio, de perseverancia, de constancia, por contar incondicionalmente con ellos en esta importante etapa de mi vida, las experiencias adquiridas tanto personales como profesionales, al sr TNNV-IG Carlos Ortega y a cada uno quienes apoyaron para la consecución de este trabajo investigativo.

TABLA DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN	ii
DECLARACIÓN EXPRESA	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
TABLA DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	x
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
ABREVIATURAS	xv
INTRODUCCIÓN	1
1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8
1.1. BUQUE CON PROPULSIÓN MECÁNICA	8
1.2. PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA NAVEGACIÓN A VELA	10
1.3. BUQUE DE PROPULSIÓN A VELA	11
1.3.1. ACCIÓN DEL VIENTO SOBRE LAS VELAS	12
1.4. MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA	14
1.4.1. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO	14
2. ANÁLISIS SITUACIONAL	15
2.1. ASPECTOS IMPORTANTES OPERACIÓN SISTEMA PROPULSIÓN BESGUA	15
2.1.1. TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE DEL MOTOR	15
2.1.2. PRESIÓN DE ACEITE DEL MOTOR	16
2.1.3. TEMPERATURA ACEITE DE LA TRASMISIÓN	16
2.1.4. PRESIÓN ACEITE DE LA TRASMISIÓN	16
2.1.5. TEMPERATURA DEL POSTENFRIADOR	17

2.1.6.	PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO ACEITE	17
2.1.7.	PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE	17
2.1.8.	FACTOR DE CARGA	18
2.2.	CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS Y OCEANOGRÁFICAS RUTA CÁDIZ- LA CORUÑA	18
3.	ANÁLISIS EMPLEO ÓPTIMO SISTEMA DE PROPULSIÓN PRINCIPAL RUTA CÁDIZ-LA CORUÑA	25
3.1.	ANÁLISIS EMPLEO SISTEMA PROPULSIÓN PRINCIPAL	25
3.2.	EMPLEO ÓPTIMO SISTEMA DE PROPULSIÓN PRINCIPAL	33
3.3.	ANÁLISIS CONDICIONES METEOROLÓGICAS Y OCEANOGRÁFICAS FAVORABLES O DESFAVORABLES	36
3.4.	PROPUESTA DE EMPLEO ÓPTIMO	39
3.4.1.	OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE	40
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
	CONCLUSIONES	42
	RECOMENDACIONES	43
	BIBLIOGRAFÍA	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Principios de navegación a vela	11
Figura 1-2 Acción del viento sobre las velas	12
Figura 1-3 Análisis componentes de A	13
Figura 1-4 Análisis componentes de I	13
Figura 3-1 Tiempo empleo óptimo sistema propulsión BESGUA ruta Cádiz- La Coruña	35
Figura 3-2 Condiciones atmosféricas BESGUA ruta Cádiz- La Coruña	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Condiciones meteorológicas ruta Cádiz- La Coruña día #1	19
Tabla 2-2: Condiciones meteorológicas ruta Cádiz- La Coruña día #2	20
Tabla 2-3: Condiciones meteorológicas ruta Cádiz- La Coruña día #3	20
Tabla 2-4: Condiciones meteorológicas ruta Cádiz- La Coruña día #4	21
Tabla 2-5: Condiciones meteorológicas ruta Cádiz- La Coruña día #5	22
Tabla 2-6: Condiciones meteorológicas ruta Cádiz- La Coruña día #6	22
Tabla 2-7: Condiciones meteorológicas ruta Cádiz- La Coruña día 7	23
Tabla 2-8: Condiciones meteorológicas ruta Cádiz- La Coruña día #8	24
Tabla 3-1 Comparación parámetros operación real vs. teórico ruta Cádiz- La Coruña día #1	25
Tabla 3-2 Comparación parámetros operación real vs. teórico ruta Cádiz- La Coruña día #2	26

Tabla 3-3 Comparación parámetros operación real vs. teórico ruta Cádiz- La Coruña día #3	27
Tabla 3-4 Comparación parámetros operación real vs. teórico ruta Cádiz- La Coruña día #4	28
Tabla 3-5 Comparación parámetros operación real vs. teórico ruta Cádiz- La Coruña día #5	28
Tabla 3-6 Comparación parámetros operación real vs. teórico ruta Cádiz- La Coruña día #6	29
Tabla 3-7 Comparación parámetros operación real vs. teórico ruta Cádiz- La Coruña día #6	30
Tabla 3-8 Comparación parámetros operación real vs. teórico ruta Cádiz- La Coruña día #7	31
Tabla 3-9 Comparación parámetros operación real vs. teórico ruta Cádiz- La Coruña día #8	32
Tabla 3-10 Cuadro resumen empleo óptimo sistema de propulsión principal BESGUA ruta Cádiz- La Coruña	34

Tabla 3-11 Cuadro resumen condiciones favorables/desfavorables utilización velas ruta Cádiz- La Coruña.	36
Tabla 3-12 Propuesta empleo óptimo	39
Tabla 3-13 Optimización de consumo combustible Cádiz- La Coruña	40

RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo proponer el eficiente empleo del sistema de propulsión principal del Buque Escuela Guayas en la ruta Cádiz-La Coruña, basada en la observación y recopilación de datos de la navegación. La finalidad de asegurar la correcta operación del sistema de propulsión principal del BESGUA, controlando sus parámetros de operación normales de acuerdo a lo recomendado por los libros técnicos del motor Caterpillar, evita así un desgaste prematuro de sus elementos mecánicos, para su futuro uso en cruceros internacionales. Además, servirá como guía para derroteros, ayudas a la navegación, previsiones meteorológicas y previsiones oceanográficas en la ruta Cádiz- La Coruña. Los principales factores externos se analizaron para diagnosticar el uso favorable de velas en dicha ruta, y en el caso de ser desfavorable, la utilización del sistema de propulsión principal para cumplir con la navegación previamente planificada por el Departamento de Operaciones.

ABSTRACT

This thesis aims to propose an efficient use of the main propulsion system of the Training Ship Guayas in Cádiz-La Coruña route, based on observation and the sailing data collection. The purpose of ensuring the proper operation of the main propulsion system of BESGUA ship controlling their normal operating parameters as recommended by Caterpillar engine technical books, thereby avoiding premature wear of mechanical elements for future use in international cruise. Also it will serve as a guide to sailing directions, navigation aids, weather and ocean forecasting in Cádiz -La Coruña route. The main external factors are analyzed to diagnose the favorable use of sails on that route, and in the case of being unfavorable, the use of the main propulsion system to comply with preplanned navigation by the Operations Department.

ABREVIATURAS

BESGUA: Buque Escuela Guayas

°C: Grados centígrados

°F: Grados fahrenheit

MMPP: Máquina Principal

INTRODUCCIÓN

El sistema de propulsión mecánica del BESGUA se utiliza de forma alterna, cuando la fuerza del viento y dirección no permiten propulsar al buque mediante velas. Este sistema requiere para trabajar de parámetros de operación normales que deben ser optimizados con la finalidad de no consumir grandes cantidades de combustible, los mismos que inciden directamente en la planificación de un crucero internacional.

Una vez que el buque empieza la ejecución del crucero internacional, los parámetros reales de operación del sistema de propulsión principal varían según diferentes factores de acuerdo a lo planificado en puerto base, los mismos que deben ser monitoreados permanentemente por el personal de la unidad.

El objetivo principal es optimizar el empleo del sistema de propulsión principal, entendiéndose por optimización el ahorro de combustible y aprovechar siempre las condiciones de viento para ejecutar y priorizar el avance del buque con velas y además de chequear si los parámetros de operación de diseño del motor son los correctos para la navegación propuesta. Es así como lo planificado por el Departamento de Operaciones se verifica y se compara con los parámetros reales y se puede asesorar a las futuras dotaciones en el empleo óptimo del sistema de propulsión del BESGUA.

1 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La adecuada operación del sistema de propulsión principal en el velero facilita el ahorro de recursos materiales, permite realizar una apropiada recomendación de la forma de navegar basados en la recopilación, análisis de la información y compararla con la planificación inicial realizada antes del zarpe. El conocimiento del funcionamiento del sistema de propulsión principal permite tener mejores elementos de juicio para asesorar de forma adecuada en su correcta operación en una travesía determinada. La incidencia de factores externos (vientos, altura de ola, estado del mar, etc.) tienen una tendencia que puede variar en forma imprevista durante una determinada travesía. El entrenamiento en la operación de los equipos y sistemas de propulsión facilitan las decisiones del comandante y sus oficiales a fin de llegar de forma adecuada y segura a puerto.

Mediante la identificación del grado de afectación de la correcta operación de los sistemas de propulsión principal del BESGUA a emplearse en la ruta Cádiz- La Coruña, se pretende que el guardiamarina cumpla con las exigencias académicas necesarias para fortalecer los conocimientos adquiridos en sus años de formación de Escuela Naval, fomentar su interés en materias navales y de índole marineras en su futura vida profesional como futuro oficial de marina.

2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La necesidad de aplicar una correcta y adecuada planificación de la navegación mediante el empleo óptimo del sistema de propulsión principal del BESGUA para ser utilizado en la ruta Cádiz- La Coruña.

3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 OBJETIVO GENERAL

Optimizar el empleo del sistema de propulsión principal mediante el análisis de su funcionamiento en el crucero internacional BESGUA 2012 en la ruta Cádiz- La Coruña.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar los parámetros reales de operación y consumo de combustible del sistema de propulsión principal vs. lo planificado por el Departamento de Operaciones del BESGUA durante la ruta Cádiz- La Coruña.
- Analizar los principales factores externos (vientos, corrientes, estado de mar) que afectaron el correcto funcionamiento del sistema de propulsión principal durante la ruta Cádiz- La Coruña.
- Elaborar la propuesta para la optimización del empleo del sistema de propulsión principal en la ruta Cádiz- La Coruña.

4 MARCO TEÓRICO

El Buque Escuela Guayas en su sistema de propulsión principal posee un motor de combustión interna, el cual se define como cualquier tipo de máquina que obtiene energía mecánica directamente de la energía química, producida por un combustible que arde dentro de una cámara de combustión, la parte principal de un motor. Se utilizan motores de combustión interna de cuatro tipos: el motor cíclico Otto, el motor diesel, el motor rotatorio y la turbina de combustión.

Los términos empleados en el presente trabajo tienen que ver con los sistemas de propulsión, en especial de buques. Un sistema de propulsión consiste en el proceso de cambiar el estado de movimiento o reposo de un cuerpo en relación con un sistema de referencia dado.

5 HIPÓTESIS DEL TRABAJO

5.1 HIPÓTESIS GENERAL

El correcto empleo del Sistema de Propulsión Principal es el resultado de una planificación adecuada, además de incidir en la navegación segura en la ruta Cádiz- La Coruña, con el correspondiente ahorro de recursos económicos.

5.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICOS

- La utilización del sistema de propulsión principal del BESGUA en la ruta Cádiz- La Coruña, es más eficiente que realizar una navegación de velas.
- Empleando de una manera adecuada el uso del sistema de propulsión principal se obtendrá un eficiente ahorro de combustible.
- Si se controlan de manera correcta los parámetros de operación de la máquina principal se llevará una navegación segura con niveles bajos de riesgo de pérdidas de personal y material.

6 METODOLOGÍA

El presente trabajo de investigación se desarrolló con la utilización del método inductivo- deductivo, basado en información ya procesada sustentada en bitácoras, libros y manuales, lo que en efecto se realizó al recopilar datos in situ, procesando y analizando de forma tal que se pueda obtener un empleo óptimo del sistema de propulsión principal. En él se narran o describen los hechos investigados de forma general, seguido del análisis de la teoría a fin de efectuar un proceso de abstracción destacando aquellos elementos, aspectos o relaciones que se consideran básicos para comprender los objetos y procesos.

Fundamentado en la observación de los principales parámetros de operación del sistema de propulsión principal en la ruta establecida, ayudará

a describir la situación actual, en base a la cuantificación de procesos que actualmente se producen en la problemática investigativa.

6.1 PARADIGMA DE LA INVESTIGACIÓN

Considerando que, un paradigma es un conjunto de realizaciones científicas universalmente reconocidas que durante cierto tiempo proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica. Además se establece que, el paradigma es sólo una manera de ver y explicar qué son y cómo funcionan las cosas, o también como parte de teorías elaboradas, bien sea sobre un aspecto particular del universo o bien sea sobre su totalidad.

El presente trabajo de investigación será desarrollado con el aporte del paradigma de investigación cuantitativo, el cual nos ayudará a describir la posición actual. A través de predicciones este paradigma sostiene los hechos que más adelante lo fundamentarán, comprobando estas suposiciones.

6.2 NIVEL Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación utilizado en el desarrollo del presente trabajo es el descriptivo debido a que se narran o describen los hechos investigados de forma general, seguido del explicativo donde una vez que se analizó la teoría

se destacaron los elementos, relaciones o aspectos que se consideran básicos para comprender los procesos.

En cuanto al tipo de investigación se escogió la Bibliográfica o documental basada en información ya procesada, sustentada en libros y manuales, lo que en efecto se realizó en este trabajo al efectuar consultas en manuales y libros técnicos de la unidad. Otro tipo de investigación al que se recurrió es la empírica o de campo, debido a que el trabajo se lo realizó dentro del buque, tomando datos, realizando entrevistas, es decir información de primera mano o denominada de campo.

CAPÍTULO I

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. BUQUE CON PROPULSIÓN MECÁNICA

Propulsar (Enciclopedia Universal, 2012) se lo define como la acción de “Impeler hacia adelante” y además varias publicaciones señalan que propulsar es sinónimo de empujar (Seco, 2012), de hacer avanzar, llevar hacia delante, es decir estas acepciones se refieren a los buques en particular.

En términos navales, propulsar es la acción de hacer avanzar el buque para que cumpla su propósito. El sistema de propulsión es el conjunto de elementos que permiten navegar o desplazar el buque de forma segura. En el caso de un buque de transporte cumplir su misión de transportar carga, si es un buque de velas utilizar su velamen para desplazarse de un puerto a otro y si es un buque de guerra realizar operaciones navales para cumplir con una misión ofensiva o defensiva.

La cadena de propulsión está compuesta por elementos; desde sus sistemas de accionamiento en donde se dan las disposiciones para que la máquina transmita su potencia, hasta el propulsor, el cual se encarga del desplazamiento de la unidad mediante el impulso que genera. (Avellone, Baumeister, & Sadegh, Ingeniería naval, 2006)

La máquina desarrolla un trabajo mecánico utilizado para que el buque sea propulsado a través de una línea de ejes que une la salida de la máquina con la hélice, el cual consiste en un tornillo enroscado en una tuerca (el agua), produciendo así la traslación del buque después de ser accionado normalmente un propulsor mecánico.

Cabe recalcar que, asegurando que la instalación de propulsión procure tener un rendimiento óptimo actuando como sistema completo, se precisa que cada uno de los elementos que lo conforman, rindan de manera óptima individualmente. Existen ocasiones en las que las revoluciones necesarias para que la máquina ofrezca un óptimo rendimiento, difieren a las que el propulsor requiere, es por ello que cuando se presentan estas características se interpone una unidad, la cual debe encargarse que crear la compatibilidad de esos dos regímenes. La unidad antes mencionada es el reductor, que actúa de engranaje reductor, elemento que dependiendo de su instalación puede ser mecánico, eléctrico o hidráulico.

Las máquinas mencionadas anteriormente, de propulsión mecánica, tienen la necesidad de que sus operadores conozcan, dependiendo del tipo de instalación, los sistemas básicos que operan con combustibles fósiles que son:

- Propulsión a vapor
- Propulsión por motores

- Propulsión por turbina de gas

El motor de combustión interna como sistema de propulsión en los buques está siendo cada vez más adoptado por las Marinas de Guerra, aunque generen más ruidos y vibraciones, ya que se está disponiendo de montajes anti-vibratorios y anti-ruidos, como el ya en uso, encapsulado.

1.2. PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA NAVEGACIÓN A VELA

(Microsoft Encarta, 2009) Los métodos varían según la manera en que estén diseñados los buques, pero los principios esenciales de la navegación a vela son iguales para todo tipo de embarcaciones. Navegar de empopada, implica seguir el mismo rumbo al que va direccionado el viento. Como se muestra en el primer diagrama de la figura 1-1, las velas se colocan aproximadamente, en un ángulo de 90° con respecto al eje longitudinal del buque, derivando la fuerza del empuje del viento en la parte posterior de la superficie de las velas.

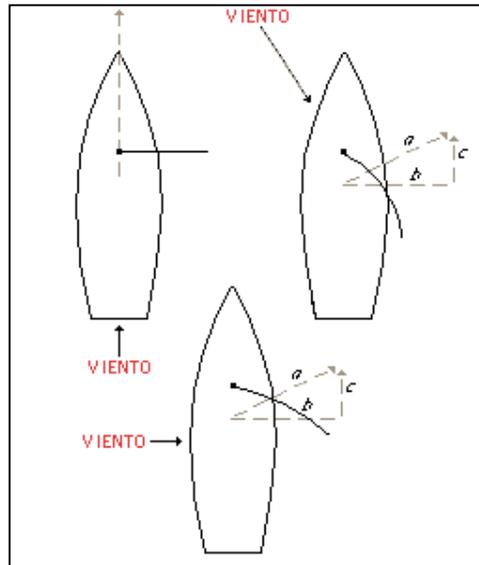


Figura 1-1 Principios de navegación a vela

Fuente: Microsoft Encarta 2009

Elaborado por: Autor

Al navegar hacia fuera del viento, como se puede observar en el diagrama del medio y derecha mostrado en la figura 1-1, el viento alcanza al barco de través, o por un costado, y las velas se colocan aproximadamente, con un ángulo de 45° con respecto al eje longitudinal del buque. La resultante de la fuerza del viento y la de resistencia de la quilla, es la línea de puntos c , que representa el impulso hacia adelante.

1.3. BUQUE DE PROPULSIÓN A VELA

Un buque de propulsión a vela tiene como finalidad el desplazarse con la acción del viento. Para ellos utilizan diversos conjuntos de velas que le permiten recibir el viento de varias direcciones. El velamen permite planificar

patas de navegación con el fin de aprovecharlo al máximo siempre y cuando las condiciones meteorológicas lo permitan.

1.3.1. ACCIÓN DEL VIENTO SOBRE LAS VELAS

(Armada, 2007) Si consideramos el efecto de la fuerza F' normal a la superficie de la vela, su acción la podremos descomponer en dos, una del sentido Proa- Popa y otra Babor- Estribor suponiendo que la vela se encuentre a cruzjía de la embarcación, en la vertical del centro de carena y formando un ángulo con el plano Diametral como representa la Figura 1-1, tendremos que, para estudiar el efecto de estas dos componentes y llamar I y A será necesario trasladar sus puntos de aplicación como se indica en la Figura 1-2, A' nos producirá traslación lateral del buque mientras que AA' nos producirá una escora que será compensada por el par de adrizamiento del buque.

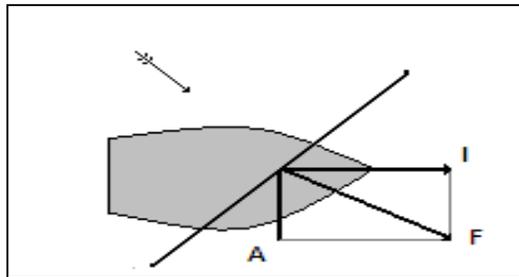


Figura 1-2 Acción del viento sobre las velas

Fuente: Manual de Maniobras 2007

Elaborado por: Autor

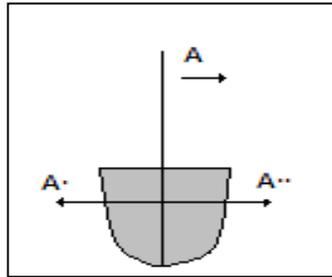


Figura 1-3 Análisis componentes de A

Fuente: Manual de Maniobras 2007

Elaborado por: Autor

De la misma forma en el plano longitudinal, I' producirá traslación del buque en sentido de su proa. Y el par II'' un hociamiento del buque equilibrado por su parte de estabilidad longitudinal, como se puede observar en la Figura 1-2.

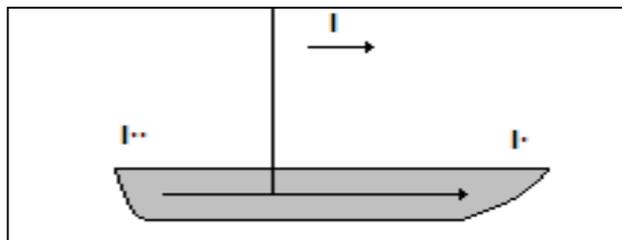


Figura 1-4 Análisis componentes de I

Fuente: Manual de Maniobras 2007

Elaborado por: Autor

1.4. MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

Es llamado así a aquellos motores que transforman la energía térmica producida por una combustión dentro de ellas y en el seno del fluido activo en energía mecánica. (Avellone, Baumeister, & Sadegh, Motores de combustión interna, 2006)

1.4.1. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El motor diesel es un motor de combustión interna, en el cual la energía química del combustible es convertida en energía térmica dentro del cilindro del motor, para luego transformarla en movimiento a través del eje. En este motor solamente el aire es comprimido en el cilindro luego de esto una carga de combustible es inyectada al cilindro y el calor de la compresión produce el encendido.

CAPÍTULO II

2. ANÁLISIS SITUACIONAL

2.1. ASPECTOS IMPORTANTES OPERACIÓN SISTEMA

PROPULSIÓN BESGUA

El sistema de propulsión del BESGUA posee 08 parámetros de operación que permiten al operador controlar el correcto funcionamiento del motor desde la central de propulsión. Es importante tener en cuenta cuáles son los parámetros más importantes, a fin de reaccionar si existe alguna anomalía en el funcionamiento del motor principal. Los más importantes parámetros se listan a continuación:

2.1.1. TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE DEL MOTOR

El motor utiliza un refrigerante especial que trabaja con una temperatura de trabajo, es igual que el de los carros. Si se sobrepasa la temperatura del refrigerante (176 a 210 grados Fahrenheit) se está sobrecalentando el motor y debemos investigar el por qué. Cuentan con un enfriador que es un intercambiador de calor que ayuda a mantener la temperatura dentro de sus parámetros normales.

2.1.2. PRESIÓN DE ACEITE DEL MOTOR

La presión de aceite del motor va relacionada con la cantidad de revoluciones que se tenga en el motor. A más rpm, más presión de aceite se necesitará para que se lubriquen y enfríen los elementos mecánicos del motor. Nunca olvidemos que el aceite es el fluido de trabajo principal de un motor y si no tenemos una presión correcta, tendremos daños mecánicos serios en sus componentes. La bomba de aceite del motor envía la presión de aceite para el correcto trabajo del motor.

2.1.3. TEMPERATURA ACEITE DE LA TRASMISIÓN

La transmisión del motor se refiere al reductor del motor que es un conjunto de engranajes internos dentro de una caja muy grande ubicada en la salida de fuerza del motor. El objetivo es reducir el giro de salida del motor que quiere decir que por cada siete giros que entrega el motor, el reductor los reduce a uno y este giro va conectado al eje del motor y con su giro, mover la hélice del buque. Esta caja va llena de aceite y su temperatura se controla a fin de que no se eleve y trabaje dentro de los parámetros normales y no superar los 210 grados Fahrenheit.

2.1.4. PRESIÓN ACEITE DE LA TRASMISIÓN

Al igual que la temperatura de aceite, la presión de aceite del reductor siempre debe ser monitoreada por el operador y cuando baja de 218 psi debe pararse inmediatamente el motor. Tener en cuenta que una cosa es la

presión y temperatura de trabajo de aceite del motor y otra muy distinta la del reductor.

2.1.5. TEMPERATURA DEL POSTENFRIADOR

Relacionada con el enfriamiento del refrigerante después de trabajar en el motor. Este intercambiador de calor reduce la temperatura de trabajo del refrigerante a fin de que continúe su recirculación normal en el motor. No debe superar los 122 grados Fahrenheit.

2.1.6. PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO ACEITE

Relacionada directamente con el trabajo de los filtros de aceite si se supera los 15 psi el motor empezará a alarmarse y se tendrán que revisar o cambiar los filtros de aceite. Cada 1000 horas normalmente se deben cambiar los filtros de aceite del motor.

2.1.7. PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE

Igual que el anterior se relaciona su trabajo con el trabajo de los filtros de combustible primarios y racores que están antes de que el combustible entre al motor a fin de detener impurezas y el combustible entre lo suficientemente limpio al motor. Dentro del motor están los filtros propios del motor que también ayudan a detener impurezas si no se han sido filtrado en los filtros anteriores y se tenga una inyección de combustible limpio ya que los inyectores deben atomizar combustible limpio. El diesel es un combustible

con muchas impurezas especialmente el producido en el Ecuador. Esa diferencia de presión entre el combustible que sale del sistema de filtrado primario y el que va al motor debe ser monitoreado ya que el motor se parará si se supera esa presión máx. 15 psi.

2.1.8. FACTOR DE CARGA

Este es un término que ayuda en el asesoramiento general al comandante del buque en el uso del motor. Si se tienen condiciones adversas especialmente del clima, el motor en servicio se sobrecargará, ya que inyectará mayor cantidad de combustible para poder cumplir adecuadamente su trabajo. Sus valores normales están en el 30 % y 80%. Si no se cumplen esos parámetros se tendrán daños mecánicos en el motor a futuro o se sobrecargará el motor, lo que mecánicamente no es recomendable. El consumo de combustible con un motor sobrecargado aumentará notablemente por lo que es uno de los valores que siempre deben ser considerados para el correcto empleo del motor.

2.2. CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS Y

OCEANOGRÁFICAS RUTA CÁDIZ- LA CORUÑA

La acción de fenómenos externos en la navegación del BESGUA representa un parámetro importante de análisis para recomendar el uso de las velas o el motor principal para la propulsión del buque. Existen características meteorológicas y oceanográficas que le permiten

aprovecharlos en beneficio del avance de la unidad o, determinar otra ruta de navegación si las características meteorológicas y oceanográficas son adversas. A continuación se presentan las características metrológicas y oceanográficas observadas más importantes durante la ruta Cádiz-La Coruña.

Tabla 2-1 Condiciones meteorológicas ruta Cádiz- La Coruña día #1

29 DE JULIO DEL 2012								
HORA	CONDICIONES METEOROLÓGICAS						CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS	
	OBSERVACIONES		TEMPERATURA °C		VIENTO		ESTADO DE MAR	TEMPERATURA °C
	NUBE	PRESIÓN	HÚMEDA	SECA	DIRECCIÓN	FUERZA	MAR	MAR
1900	0	1014	22	24.5	114°	18	1	22
2000	0	1014	23	24.5	293°	19	1	23
2100	0	1014	22	24	304°	19.7	1	23
2200	0	1014	21	21	304°	18.4	1	23
2300	0	1014	22	21	301°	18.6	1	24
2400	0	1014	22	21	314°	16	1	24
COMBUSTIBLE			23812 GLS	67%				
AGUA			14000 GLS	84.30%				
GENERADOR			#2	A VELA				
TEMP. REFRIGERANTE DEL MOTOR						-		
PRESIÓN ACEITE DEL MOTOR						-		
TEMP. ACEITE DE LA TRANSMISIÓN						-		
PRESIÓN ACEITE DE LA TRANSMISIÓN						-		
TEMP. DEL POSTENFRIADOR						-		
PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO ACEITE						-		
PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE						-		
FACTOR DE CARGA						-		

Fuente: Bitácora de Vientos BESGUA, 2012

Elaborado por: Autor

Tabla 2-2: Condiciones meteorológicas ruta Cádiz- La Coruña día #2

30 DE JULIO DEL 2012								
HORA	CONDICIONES METEOROLÓGICAS						CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS	
	OBSERVACIONES		TEMPERATURA °C		VIENTO		ESTADO DE	TEMPERATURA °C
	NUBE	PRESIÓN	HÚMEDA	SECA	DIRECCIÓN	FUERZA	MAR	MAR
0600	0	1014	19	21	345	11	1	21
1200	0	1015	20	21	340	10	1	20
1800	0	1017	19	21.8	350	20	3	21
2400	0	1017	19	21	0	9	3	20
COMBUSTIBLE			23256 GLS	66%				
AGUA			16100 GLS	96.80%				
GENERADOR			#2	A VELA				
TEMP. REFRIGERANTE DEL MOTOR						185		
PRESIÓN ACEITE DEL MOTOR						62		
TEMP. ACEITE DE LA TRANSMISIÓN						110		
PRESIÓN ACEITE DE LA TRANSMISIÓN						320		
TEMP. DEL POSTENFRIADOR						95		
PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO ACEITE								
PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE								
FACTOR DE CARGA						34		

Fuente: Bitácora de Vientos BESGUA, 2012

Elaborado por: Autor

Tabla 2-3: Condiciones meteorológicas ruta Cádiz- La Coruña día #3

31 DE JULIO DEL 2012								
HORA	CONDICIONES METEOROLÓGICAS						CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS	
	OBSERVACIONES		TEMPERATURA °C		VIENTO		ESTADO DE	TEMPERATURA °C
	NUBE	PRESIÓN	HÚMEDA	SECA	DIRECCIÓN	FUERZA	MAR	MAR
0600	0	1018	17	18	319	15	3	19
1200	1	1015	19	23	330	6	2	22
1800	0	1020	20	21	355	2	1	20
2400	0	1018	18	20.5	0	0	1	20
COMBUSTIBLE			22452	63%				
AGUA			16400	98.70%				
GENERADOR			#1	AFERRADO				

TEMP. REFRIGERANTE DEL MOTOR	183
PRESIÓN ACEITE DEL MOTOR	62
TEMP. ACEITE DE LA TRANSMISIÓN	110
PRESIÓN ACEITE DE LA TRANSMISIÓN	320
TEMP. DEL POSTENFRIADOR	93
PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO ACEITE	
PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE	
FACTOR DE CARGA	32

Fuente: Bitácora de Vientos BESGUA, 2012

Elaborado por: Autor

Tabla 2-4: Condiciones meteorológicas ruta Cádiz- La Coruña día #4

01 DE AGOSTO DEL 2012								
HORA	CONDICIONES METEOROLÓGICAS						CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS	
	OBSERVACIONES		TEMPERATURA °C		VIENTO		ESTADO DE	TEMPERATURA °C
	NUBE	PRESIÓN	HÚMEDA	SECA	DIRECCIÓN	FUERZA	MAR	MAR
0600	1	1018	18	19	290	13	1	20
1200	1	1016	18	19	221	10	1	20
1800	1	1017	18	19	0	10	1	19
2400	1	1018	18	20	330	16	1	20
COMBUSTIBLE		21940	62%					
AGUA		16200	97.50%					
GENERADOR		#1	A VELA					
TEMP. REFRIGERANTE DEL MOTOR						183		
PRESIÓN ACEITE DEL MOTOR						62		
TEMP. ACEITE DE LA TRANSMISIÓN						108		
PRESIÓN ACEITE DE LA TRANSMISIÓN						320		
TEMP. DEL POSTENFRIADOR						93		
PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO ACEITE								
PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE								
FACTOR DE CARGA						30		

Fuente: Bitácora de Vientos BESGUA, 2012

Elaborado por: Autor

Tabla 2-5: Condiciones meteorológicas ruta Cádiz- La Coruña día #5

06 DE AGOSTO DEL 2012								
HORA	CONDICIONES METEOROLÓGICAS						CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS	
	OBSERVACIONES		TEMPERATURA °C		VIENTO		ESTADO DE	TEMPERATURA °C
	NUBE	PRESIÓN	HÚMEDA	SECA	DIRECCIÓN	FUERZA	MAR	MAR
0600	-	-	-	-	-	-	-	-
1200	6	1020	18	19	284	15	1	20
1800	6	1020	17	18	331	21	1	17
2400	6	1019	17	18	003	20	1	17
COMBUSTIBLE		20804	59%					
AGUA		16500	99.30%					
GENERADOR		#1			A VELA			
TEMP. REFRIGERANTE DEL MOTOR						183		
PRESIÓN ACEITE DEL MOTOR						65		
TEMP. ACEITE DE LA TRANSMISIÓN						90		
PRESIÓN ACEITE DE LA TRANSMISIÓN						330		
TEMP. DEL POSTENFRIADOR						84		
PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO ACEITE								
PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE								
FACTOR DE CARGA						33		

Fuente: Bitácora de Vientos BESGUA, 2012

Elaborado por: Autor

Tabla 2-6: Condiciones meteorológicas ruta Cádiz- La Coruña día #6

07 DE AGOSTO DEL 2012								
HORA	CONDICIONES METEOROLÓGICAS						CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS	
	OBSERVACIONES		TEMPERATURA °C		VIENTO		ESTADO DE	TEMPERATURA °C
	NUBE	PRESIÓN	HÚMEDA	SECA	DIRECCIÓN	FUERZA	MAR	MAR
0600	6	1020	18	19	020	20	1	20
1200	1	1021	18	21	010	18	1	20
1800	1	1021	18	19	010	16	1	20
2400	1	1021	17	20	356	17	1	20
COMBUSTIBLE		20560	58%					

AGUA	13400	80.70%
GENERADOR	#2	A VELA
TEMP. REFRIGERANTE DEL MOTOR		
PRESIÓN ACEITE DEL MOTOR		
TEMP. ACEITE DE LA TRANSMISIÓN		
PRESIÓN ACEITE DE LA TRANSMISIÓN		
TEMP. DEL POSTENFRIADOR		
PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO ACEITE		
PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE		
FACTOR DE CARGA		

Fuente: Bitácora de Vientos BESGUA, 2012

Elaborado por: Autor

Tabla 2-7: Condiciones meteorológicas ruta Cádiz- La Coruña día 7

08 DE AGOSTO DEL 2012								
HORA	CONDICIONES METEOROLÓGICAS						CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS	
	OBSERVACIONES		TEMPERATURA °C		VIENTO		ESTADO DE MAR	TEMPERATURA °C MAR
	NUBE	PRESIÓN	HÚMEDA	SECA	DIRECCIÓN	FUERZA	MAR	MAR
0600	2	1021	17	19	010	10	1	20
1200	1	1017	17	18	310	10	1	20
1800	0	1018	19	23	321	12	1	20
2400	0	1018	19	20	302	22	1	20

COMBUSTIBLE	20344	57%
AGUA	15800	95.00%
GENERADOR	#2	
TEMP. REFRIGERANTE DEL MOTOR		183
PRESIÓN ACEITE DEL MOTOR		62
TEMP. ACEITE DE LA TRANSMISIÓN		110
PRESIÓN ACEITE DE LA TRANSMISIÓN		310
TEMP. DEL POSTENFRIADOR		90
PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO ACEITE		
PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE		
FACTOR DE CARGA		25

Fuente: Bitácora de Vientos BESGUA, 2012

Elaborado por: Autor

Tabla 2-8: Condiciones meteorológicas ruta Cádiz- La Coruña día #8

09 DE AGOSTO DEL 2012								
HORA	CONDICIONES METEOROLÓGICAS						CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS	
	OBSERVACIONES		TEMPERATURA °C		VIENTO		ESTADO DE	TEMPERATURA °C
	NUBE	PRESIÓN	HÚMEDA	SECA	DIRECCIÓN	FUERZA	MAR	MAR
0600	0	1017	16	18	320	11	1	19
1200	1	1018	20	21	117	10	1	20
1800	-	-	-	-	-	-	-	-
2400	-	-	-	-	-	-	-	-
COMBUSTIBLE			20560	58%				
AGUA			15800	95.00%				
GENERADOR			#2					
TEMP. REFRIGERANTE DEL MOTOR						183		
PRESIÓN ACEITE DEL MOTOR						62		
TEMP. ACEITE DE LA TRANSMISIÓN						108		
PRESIÓN ACEITE DE LA TRANSMISIÓN						320		
TEMP. DEL POSTENFRIADOR						90		
PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO ACEITE								
PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE								
FACTOR DE CARGA						31		

Fuente: Bitácora de Vientos BESGUA, 2012

Elaborado por: Autor

CAPÍTULO III

3. ANÁLISIS EMPLEO ÓPTIMO SISTEMA DE PROPULSIÓN PRINCIPAL RUTA CÁDIZ-LA CORUÑA

3.1. ANÁLISIS EMPLEO SISTEMA PROPULSIÓN PRINCIPAL

Para el análisis del empleo del sistema de propulsión se realizará la comparación del parámetro de operación real observado durante la navegación y el parámetro de operación teórico ya descrito en el capítulo II. Se realizaron las lecturas en cada uno de los días de la ruta Cádiz- La Coruña obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 3-1 Comparación parámetros operación real vs. teórico ruta Cádiz- La Coruña
día #1

	PARÁMETRO OPERACIÓN REAL	PARÁMETRO OPERACIÓN TEÓRICO	OBSERVACIONES
TEMPERATURA REFRIGERANTE DEL MOTOR	MMPP APAGADA	-	Navegación a vela
PRESIÓN ACEITE DEL MOTOR	MMPP APAGADA	-	Navegación a vela
TEMPERATURA ACEITE DE LA TRANSMISIÓN	MMPP APAGADA	-	Navegación a vela
PRESIÓN ACEITE DE LA TRANSMISIÓN	MMPP APAGADA	-	Navegación a vela
TEMPERATURA DEL	MMPP APAGADA	-	Navegación a vela

POSTENFRIADOR			
PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO ACEITE	MMPP APAGADA	-	Navegación a vela
PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE	MMPP APAGADA	-	Navegación a vela
FACTOR DE CARGA	MMPP APAGADA	-	Navegación a vela

Elaborado por: Autor

**Tabla 3-2 Comparación parámetros operación real vs. teórico ruta Cádiz- La Coruña
día #2**

	PARÁMETRO OPERACIÓN REAL	PARÁMETRO OPERACIÓN TEÓRICO	OBSERVACIONES
TEMPERATURA REFRIGERANTE DEL MOTOR	183 ° F	176- 210 ° F	Normal
PRESIÓN ACEITE DEL MOTOR	62 PSI	70- 85 PSI	Normal
TEMPERATURA ACEITE DE LA TRANSMISIÓN	110 ° F	210 ° F	Normal
PRESIÓN ACEITE DE LA TRANSMISIÓN	320 PSI	MAYOR A 218 PSI	Normal
TEMPERATURA DEL POSTENFRIADOR	95 ° F	MENOR A 122 °F	Normal
PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO ACEITE		MENOR A 15 PSI	
PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO DE		MENOR A 15 PSI	

COMBUSTIBLE			
FACTOR DE CARGA	34 %	30-80 %	Normal

Fuente: Bitácora de Máquina Caterpillar 3508B BESGUA, 2012

Elaborado por: Autor

Tabla 3-3 Comparación parámetros operación real vs. teórico ruta Cádiz- La Coruña
día #3

	PARÁMETRO OPERACIÓN REAL	PARÁMETRO OPERACIÓN TEÓRICO	OBSERVACIONES
TEMPERATURA REFRIGERANTE DEL MOTOR	183 ° F	176-210 ° F	Normal
PRESIÓN ACEITE DEL MOTOR	62 PSI	70-85 PSI	Normal
TEMPERATURA ACEITE DE LA TRANSMISIÓN	110° F	210 ° F	Normal
PRESIÓN ACEITE DE LA TRANSMISIÓN	320 PSI	MAYOR A 218 PSI	Normal
TEMPERATURA DEL POSTENFRIADOR	93° F	MENOR A 122 ° F	Normal
PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO ACEITE		MENOR A 15 PSI	
PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE		MENOR A 15 PSI	
FACTOR DE CARGA	32%	30-80 %	Normal

Fuente: Bitácora de Máquina Caterpillar 3508B BESGUA, 2012

Elaborado por: Autor

Tabla 3-4 Comparación parámetros operación real vs. teórico ruta Cádiz- La Coruña

día #4

	PARÁMETRO OPERACIÓN REAL	PARÁMETRO OPERACIÓN TEÓRICO	OBSERVACIONES
TEMPERATURA REFRIGERANTE DEL MOTOR	183 ° F	176-210 ° F	Normal
PRESIÓN ACEITE DEL MOTOR	62 PSI	70-85 PSI	Normal
TEMPERATURA ACEITE DE LA TRANSMISIÓN	108° F	MAX. 210 ° F	Normal
PRESIÓN ACEITE DE LA TRANSMISIÓN	320 PSI	MAYOR A 218 PSI	Normal
TEMPERATURA DEL POSTENFRIADOR	93 ° F	MENOR A 122 ° F	Normal
PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO ACEITE		MENOR A 15 PSI	
PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE		MENOR A 15 PSI	
FACTOR DE CARGA	30%	30-80 %	Normal

Fuente: Bitácora de Máquina Caterpillar 3508B BESGUA, 2012

Elaborado por: Autor

Tabla 3-5 Comparación parámetros operación real vs. teórico ruta Cádiz- La Coruña

día #5

	PARÁMETRO OPERACIÓN REAL	PARÁMETRO OPERACIÓN TEÓRICO	OBSERVACIONES
TEMPERATURA REFRIGERANTE DEL MOTOR	183 ° F	176-210 °F	Normal
PRESIÓN ACEITE DEL MOTOR	65 PSI	70-85 PSI	Normal
TEMPERATURA ACEITE DE LA TRANSMISIÓN	90° F	210 ° F	Normal
PRESIÓN ACEITE DE LA TRANSMISIÓN	330 PSI	MAYOR A 218 PSI	Normal
TEMPERATURA DEL POSTENFRIADOR	84 ° F	MENOR A 122 °F	Normal
PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO ACEITE		MENOR A 15 PSI	
PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE		MENOR A 15 PSI	
FACTOR DE CARGA	33%	30-80 %	Normal

Fuente: Bitácora de Máquina Caterpillar 3508B BESGUA, 2012

Elaborado por: Autor

Tabla 3-6 Comparación parámetros operación real vs. teórico ruta Cádiz- La Coruña
día #6

	PARÁMETRO OPERACIÓN REAL	PARÁMETRO OPERACIÓN TEÓRICO	OBSERVACIONES
TEMPERATURA REFRIGERANTE	° F	176-210 °F	Normal

DEL MOTOR			
PRESIÓN ACEITE DEL MOTOR	PSI	70-85 PSI	Normal
TEMPERATURA ACEITE DE LA TRANSMISIÓN	° F	210 ° F	Normal
PRESIÓN ACEITE DE LA TRANSMISIÓN	PSI	MAYOR A 218 PSI	Normal
TEMPERATURA DEL POSTENFRIADOR	° F	MENOR A 122 °F	Normal
PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO ACEITE		MENOR A 15 PSI	
PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE		MENOR A 15 PSI	
FACTOR DE CARGA	%	30-80 %	Normal

Fuente: Bitácora de Máquina Caterpillar 3508B BESGUA, 2012

Elaborado por: Autor

Tabla 3-7 Comparación parámetros operación real vs. teórico ruta Cádiz- La Coruña
día #6

	PARÁMETRO OPERACIÓN REAL	PARÁMETRO OPERACIÓN TEÓRICO	OBSERVACIONES
TEMPERATURA REFRIGERANTE DEL MOTOR	MMPP APAGADA	-	Navegación a vela
PRESIÓN ACEITE DEL MOTOR	MMPP APAGADA	-	Navegación a vela

TEMPERATURA ACEITE DE LA TRANSMISIÓN	MMPP APAGADA	-	Navegación a vela
PRESIÓN ACEITE DE LA TRANSMISIÓN	MMPP APAGADA	-	Navegación a vela
TEMPERATURA DEL POSTENFRIADOR	MMPP APAGADA	-	Navegación a vela
PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO ACEITE	MMPP APAGADA	-	Navegación a vela
PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE	MMPP APAGADA	-	Navegación a vela
FACTOR DE CARGA	MMPP APAGADA	-	Navegación a vela

Fuente: Bitácora de Máquina Caterpillar 3508B BESGUA, 2012

Elaborado por: Autor

Tabla 3-8 Comparación parámetros operación real vs. teórico ruta Cádiz- La Coruña
día #7

	PARÁMETRO OPERACIÓN REAL	PARÁMETRO OPERACIÓN TEÓRICO	OBSERVACIONES
TEMPERATURA REFRIGERANTE DEL MOTOR	183 ° F	176-210 ° F	Normal
PRESIÓN ACEITE DEL MOTOR	62 PSI	70-85 PSI	Normal
TEMPERATURA ACEITE DE LA TRANSMISIÓN	110° F	MAX 210 ° F	Normal
PRESIÓN ACEITE	310 PSI	MAYOR A 218 PSI	Normal

DE LA TRANSMISIÓN			
TEMPERATURA DEL POSTENFRIADOR	90 ° F	MENOR A 122 °F	Normal
PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO ACEITE		MENOR A 15 PSI	
PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE		MENOR A 15 PSI	
FACTOR DE CARGA	25%	30-80 %	ANORMAL

Fuente: Bitácora de Máquina Caterpillar 3508B BESGUA, 2012

Elaborado por: Autor

Tabla 3-9 Comparación parámetros operación real vs. teórico ruta Cádiz- La Coruña
día #8

	PARÁMETRO OPERACIÓN REAL	PARÁMETRO OPERACIÓN TEÓRICO	OBSERVACIONES
TEMPERATURA REFRIGERANTE DEL MOTOR	183 ° F	176-210 °F	Normal
PRESIÓN ACEITE DEL MOTOR	62 PSI	70-85 PSI	Normal
TEMPERATURA ACEITE DE LA TRANSMISIÓN	108° F	210 ° F	Normal
PRESIÓN ACEITE DE LA TRANSMISIÓN	320 PSI	MAYOR A 218 PSI	Normal
TEMPERATURA DEL POSTENFRIADOR	90 ° F	MENOR A 122 °F	Normal

PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO ACEITE	MENOR A 15 PSI		
PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE	MENOR A 15 PSI		
FACTOR DE CARGA	31%	30-80 %	Normal

Fuente: Bitácora de Máquina Caterpillar 3508B BESGUA, 2012

Elaborado por: Autor

3.2. EMPLEO ÓPTIMO SISTEMA DE PROPULSIÓN PRINCIPAL

Las tablas 3-1 a la 3-9 mostraron las comparaciones entre los parámetros teóricos y los obtenidos durante la navegación. Derivada de estos resultados se determina el empleo óptimo del sistema de propulsión principal del BESGUA en la ruta Cádiz -Coruña. En la tabla 3-10 se muestra la cantidad de días a vela y utilizando su motor principal Caterpillar 3508 B, evidenciándose que un 12.5% del tiempo que se utilizó el sistema de propulsión principal se lo realizó de forma inadecuada debido al bajo factor de carga que el motor estaba siendo sometido, teniendo como consecuencia según lo recomendado por los manuales técnicos un desgaste prematuro de los elementos mecánicos del motor Caterpillar 3508 B. Por otro lado se evidencia que la unidad utilizó de forma correcta el sistema de propulsión principal el 62,5% del tiempo de navegación en toda la ruta.

**Tabla 3-10 Cuadro resumen empleo óptimo sistema de propulsión principal BESGUA
ruta Cádiz- La Coruña**

TIPO NAVEGACIÓN	CANTIDAD DÍAS	PORCENTAJE	OBSERVACIONES
DÍAS NAVEGACIÓN A VELA	2	25%	
DÍAS NAVEGACIÓN MMPP CONDICIONES NORMALES	5	62.5%	
DÍAS NAVEGACIÓN MMPP CONDICIONES ANORMALES	1	12.5%	DIA 7 PARÁMETROS DEL FACTOR DE CARGA NO FUERON LOS CORRECTOS DE ACUERDO A MANUALES TÉCNICOS.
TOTAL DÍAS	8	100%	

Elaborado por: Autor

Si se analiza por separado el empleo del sistema de propulsión principal en los 06 días que se utilizó el motor principal, se determina estadísticamente que el 83 % de dicho tiempo se lo utilizó de forma óptima debido a que se mantuvieron los parámetros normales en las mediciones de acuerdo a lo recomendado por los libros técnicos del motor Caterpillar, mientras que en un 17 % el sistema de propulsión no fue utilizado de forma óptima debido a la no observancia de los parámetros normales en el día 7 del factor de carga. El gráfico 3-1 muestra dichos resultados:

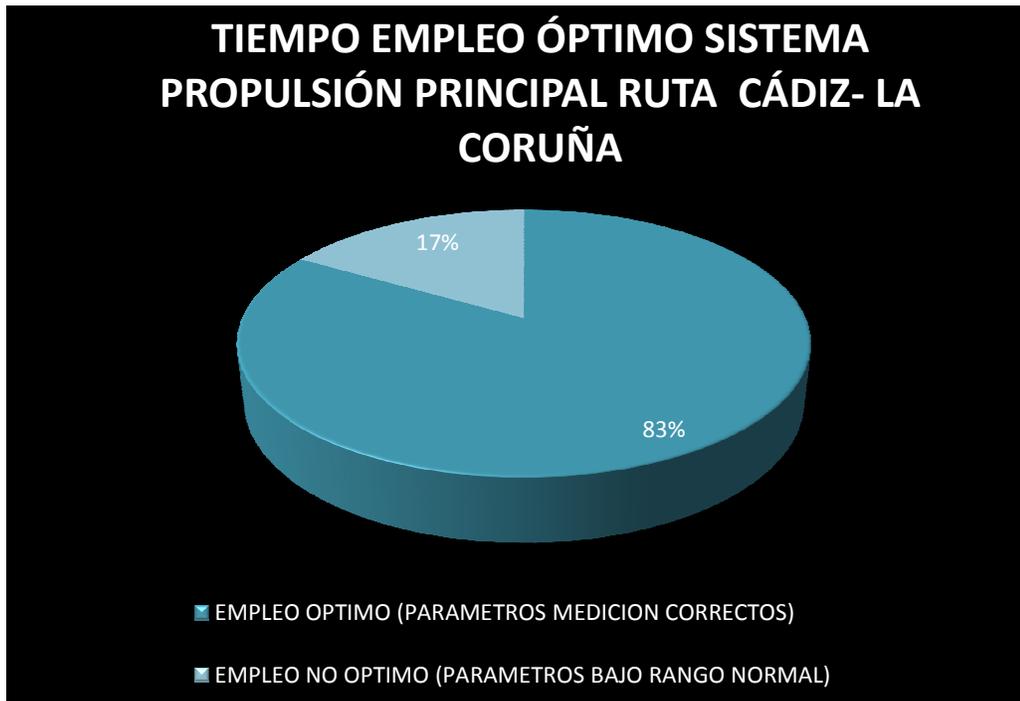


Figura 3-1 Tiempo empleo óptimo sistema propulsión BESGUA ruta Cádiz- La Coruña

Elaborado por: Autor

3.3. ANÁLISIS CONDICIONES METEOROLÓGICAS Y OCEANOGRÁFICAS FAVORABLES O DESFAVORABLES

Para el análisis de las condiciones meteorológicas y oceanográficas se recopilaron los datos en la ruta Cádiz –Coruña y se analizaron si las condiciones para la época que se navegó fueron favorables para la utilización de las velas, utilizando la fuerza del viento, dirección, temperatura, condiciones de mar, etc. que influyen para la propulsión del BESGUA.

Tabla 3-11 Cuadro resumen condiciones favorables/desfavorables utilización velas ruta Cádiz- La Coruña.

DÍA	CONDICIONES METEREOLÓGICAS FAVORABLES/ DESFAVORABLES	UTILIZACIÓN VELAS	OBSERVACIONES
1	FAVORABLES	SI	Ideal para uso velas
2	DESFAVORABLES	NO	Dirección Viento inadecuada
3	DESFAVORABLES	NO	Fuerza Viento baja

4	DESFAVORABLES	NO	Dirección Viento inadecuada
5	FAVORABLES	SI	Ideal para uso velas
6	FAVORABLES	SI	Ideal para uso velas
7	DESFAVORABLES	NO	Fuerza viento baja
8	DESFAVORABLES	NO	Fuerza viento baja

Elaborado por: Autor

De la tabla 3-11 se puede desprender algunos resultados. En primer lugar se utilizaron durante 3 días el velamen de la unidad debido a las condiciones meteorológicas y oceanográficas favorables, mientras que los otros cinco días se utilizó el sistema de propulsión principal debido a condiciones atmosféricas que no facilitaron el uso de las velas, tales como baja fuerza de viento y dirección de viento inadecuada que facilite el empleo de las velas. En el gráfico 3-2 se muestra porcentualmente la utilización del velamen en la ruta Cádiz– La Coruña en condiciones favorables y desfavorables.

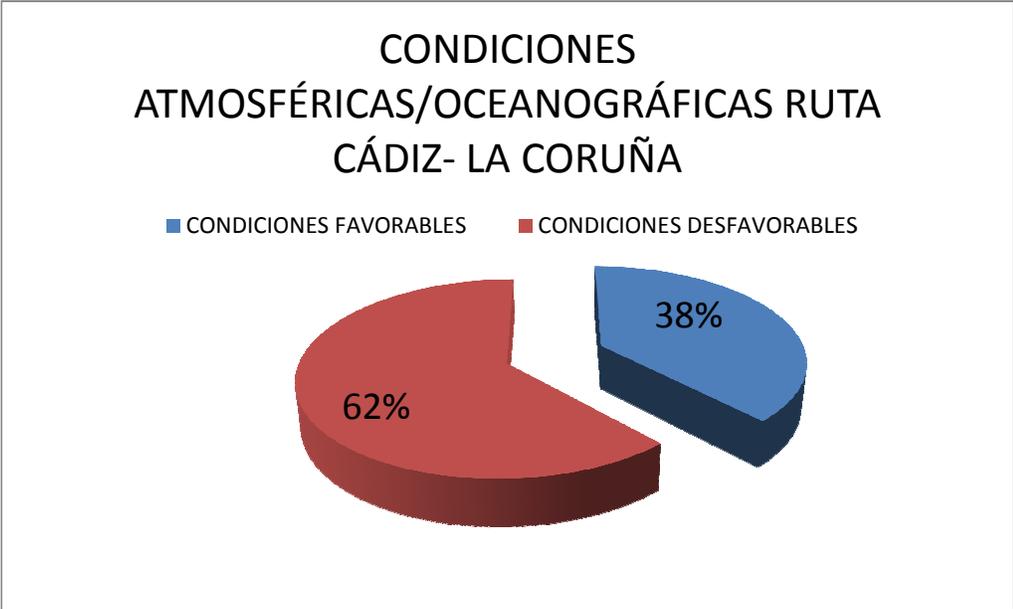


Figura 3-2 Condiciones atmosféricas BESGUA ruta Cádiz- La Coruña

Elaborado por: Autor

En el gráfico 3-2 se muestra que las condiciones atmosféricas para la utilización de las velas fueron 38% favorables en dicha ruta, mientras que las condiciones atmosféricas desfavorables y que no permitieron el uso del velamen por los valores determinados en el presente trabajo fueron del 62%. Además se puede deducir que el sistema de propulsión fue mayormente utilizado en esta ruta y que deberá ser analizado con más exactitud para futuros cruceros internacionales del BESGUA.

3.4. PROPUESTA DE EMPLEO ÓPTIMO

De la información obtenida a lo largo de este trabajo se desprende la elaboración de la propuesta de empleo óptimo del sistema de propulsión principal en la ruta Cádiz- La Coruña, donde obtuvimos los siguientes datos:

Tabla 3-12 Propuesta empleo óptimo

DÍAS DE NAVEGACIÓN TOTALES	8
DÍAS DE NAVEGACIÓN EMPLEANDO SISTEMA DE PROPULSIÓN PRINCIPAL	6
DÍAS CON PARÁMETROS ÓPTIMOS DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE PROPULSIÓN PRINCIPAL	5
PARÁMETROS DE OPERACIÓN ÓPTIMOS EN LA RUTA CÁDIZ- LA CORUÑA	TEMPERATURA DE REFRIGERANTE DEL MOTOR: 183°F PRESIÓN ACEITE DEL MOTOR: 62 PSI TEMPERATURA ACEITE DE LA TRANSMISIÓN: 110° F PRESIÓN ACEITE DE LA TRANSMISIÓN: 310 PSI TEMPERATURA DEL POSTENFRIADOR: 90 ° F

Elaborado por: Autor

Se navegaron en la pata Cádiz- La Coruña 8 días y según la información recopilada, la propuesta de empleo óptimo del sistema de propulsión principal es de utilizarlo 6 días dentro de los parámetros de operación correctos empleando las recomendaciones del fabricante para que no sufra daños mecánicos y de esta manera precautelar la seguridad del material.

Parámetros que podemos observar en la tabla 3-12 donde nos indica que la temperatura de refrigerante del motor sea de 183°F, 62 psi la presión de aceite del motor, 110°F de temperatura del aceite de la transmisión, 310 psi de presión del aceite de la transmisión y 90°F de temperatura del postenfriador. Con estos valores disponemos de una referencia para la correcta operación del sistema de propulsión principal para la planificación de futuros cruceros internacionales en la mencionada ruta en el mes de agosto.

Así mismo, al mantener valores del factor de carga cercanos al mínimo de 30%, cumplimos con el ahorro de consumo de combustible, y por ende abaratar costos de operación.

3.4.1. OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Tabla 3-13 Optimización de consumo combustible Cádiz- La Coruña

CANT. DÍAS	CONSUMO COMBUSTIBLE PLANIFICADO (GAL)	CONSUMO COMBUST. (GAL)	DIFERENCIA (GAL)	PORCENTAJE EXCESO CONSUMO (%)	RPM	GASTO NO PLANIFICADO (\$6.00)
DÍA 1	480	-	480		1500 RPM	
DÍA 2	480	556	-76	15.83	1500 RPM	\$456.00
DÍA 3	480	804	-324	67.50	1500 RPM	\$1,994.00
DÍA 4	480	512	-32	6.67	1500 RPM	\$192.00
DÍA 5	480	1136	-656	136.67	1500 RPM	\$3,936.00
DÍA 6		244	-244			\$1,464.00
DÍA 7		216	-216			\$1,296.00
DÍA 8		220	-220			\$1,320.00
	2400	3688	-1288	53.67		\$7,728.00

Elaborado por: Autor

En la ruta Cádiz- La Coruña el BESGUA tenía previsto consumir 2400 galones. En la realidad se gastaron 3.688 galones producto de que se añadió un puerto al crucero que no estuvo previsto en la planificación, lo que dio como resultado consumir 1.288 galones adicionales no planificados. Es decir, un 53.67% en exceso del consumo planificado antes del zarpe por el Departamento de Operaciones. Si estos valores se transforman en costos, al precio internacional del diesel en España (6 USD) se obtienen \$ 7.728 USD no considerados en la planificación. La propuesta de empleo óptimo para futuros cruceros internacionales es considerar los 08 días que dura la navegación en la ruta Cádiz- La Coruña con un consumo no menor de 3.700 galones que es el resultado que esta investigación permitió obtener.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- El empleo del sistema de propulsión en el BESGUA fue adecuado y eficiente en la ruta Cádiz-La Coruña lo que permitió alternar su uso con el velamen de la unidad, siendo esta una navegación apropiada durante el período de análisis.
- El análisis y diagnóstico de los parámetros de operación normales permitió evaluar el empleo y eficiencia del sistema de propulsión principal en la ruta Cádiz- La Coruña, mediante la recolección de datos de su operación para asegurar en futuras navegaciones una fuente de consulta para la planificación de futuros cruceros internacionales.

RECOMENDACIONES

- Utilizar la información obtenida en este trabajo para la planificación de futuros cruceros internacionales del BESGUA en esta ruta, en lo que tiene que ver con las condiciones meteorológicas y oceanográficas y los parámetros de operación del sistema de propulsión principal.
- Recolectar en una bitácora los datos observados del sistema de propulsión principal para el Departamento de Ingeniería del BESGUA de los principales puertos visitados y otra bitácora similar con los tipos de vientos, corrientes, temperatura del mar, altura de ola, etc. que le sirvan al Departamento de Operaciones, siendo esta información soporte y se pueda comparar con lo que se va a encontrar en las ayudas a la navegación escritas o en la web.
- Llevar un registro escrito histórico de los principales puertos que ha visitado el BESGUA de tal forma que se utilicen los parámetros de operación normales del sistema de propulsión principal al momento de realizar una planificación más exacta para su uso.

BIBLIOGRAFÍA

Armada, d. E. (2007). *Manual de Maniobras BESGUA*.

Avellone, E., Baumeister, T., & Sadegh, A. (2006). *Manual del Ingeniero Mecánico Tomo 1*. McGraw-Hill.

Avellone, E., Baumeister, T., & Sadegh, A. (2006). *Manual del Ingeniero Mecánico Tomo 2*. McGraw-Hill.

Caterpillar. (2003). *System Operation Testing and Adjusting*.

Caterpillar. (2004). *3508B Marine Propulsion*.

Dotación BESGUA, 2. (2012). *Bitácora de Motor Principal Caterpillar 3508B*.

Enciclopedia Universal, 2. (2012). *Academic*. Obtenido de http://enciclopedia_universal.esacademic.com/134836/propulsar

Ing. Roberto Lucas, S. (2011). *Guía para la elaboración de los proyectos académicos de investigación*. Salinas.

Microsoft Encarta, B. P. (2009). *Principios básicos de la navegación a vela*.

Seco, C. (2012). *Diccionario de uso Lengua Castellana*. Madrid: America.