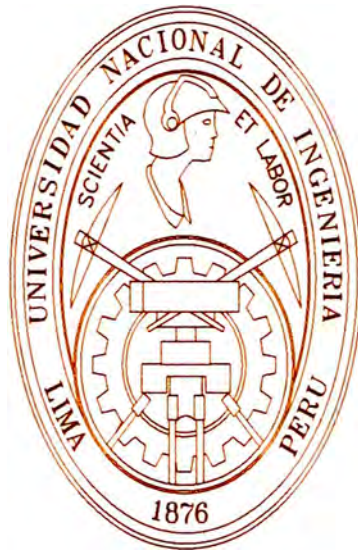


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**MODERNIZACIÓN DE UNA FLOTA PESQUERA MEDIANTE
LA INSTALACIÓN DE MOTORES DIESEL MARINOS
PROPULSORES CON CONTROL ELECTRÓNICO**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL PROFESIONAL DE
INGENIERO NAVAL**

BILMER II GAMARRA HARO

PROMOCION 2003 – II

LIMA – PERU

2009

*A mis queridos padres Gladys y Wilmer,
que en todo momento me brindaron el
apoyo para lograr mi objetivo, a mis
hermanos Gustavo y Alberto.*

INDICE

<i>Prologo</i>	1
CAPITULO 1	3
INTRODUCCIÓN	3
1.2 Objetivos	4
1.3 Limitaciones	4
1.4 Justificación	4
CAPITULO 2	5
DESCRIPCIÓN Y ROL DEL EQUIPO EN LA PROPULSIÓN DE EMBARCACIONES PESQUERAS	5
2.1 Embarcación	5
2.1.1 Embarcación según el tipo de casco	6
2.1.1.1 Casco de desplazamiento	6
2.1.1.2 Casco de Semi – Desplazamiento	6
2.1.1.3 Casco Planeador	7
2.1.2 La Embarcación en Movimiento	7
2.1.2.1 Derivar	8
2.1.2.2 Navegar	8
2.1.2.3 Planear	8
2.1.2.4 Deslizar	9
2.2 Clasificación de motores marinos	10
2.2.1 Clasificación por tipo de servicio	11
2.2.1.1 Clasificación A	11
2.2.1.2 Clasificación B	11
2.2.1.3 Clasificación C	11
2.2.1.4 Clasificación D	11
2.2.1.5 Clasificación E	12

2.3	Factor de carga	12
2.4	Propulsión	13
2.4.1	Tipos de propulsores	14
2.4.1.1	Hélice de paso fijo	14
2.4.1.2	Hélice de paso controlable	15
2.4.3	Otros tipos de propulsores	16
2.5	Curva de desempeño	19
2.5.1	Curva "p"	19
2.5.2	La curva "1"	20
2.5.3	Zona 1 – 2	20
2.5.4	Zona 2 – 3	20
2.5.5	Zona 3 – 4	20
2.5.6	Curva 4	21
2.5.7	Curva M	21
2.6	Disposición en sala de maquinas de una embarcación pesquera típica	21
2.6.1	Sala de maquinas a proa de la embarcación	21
2.6.2	Sala de maquinas a popa de la embarcación	22
CAPITULO 3		24
PRINCIPIO GENERAL DE FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR CON CONTROL		
ELECTRONICO		24
3.1	Inyección mecánicamente activada y electrónicamente controlada	25
3.2	Etapas de la Inyección	25
3.2.1	Pre - inyección:	25
3.2.2	Inyección:	26
3.2.3	Llenado	28
CAPITULO 4		29
PARÁMETROS TÉCNICOS DE COMPARACIÓN DE LOS MOTORES DIESEL		
MARINOS CONVENCIONALES Y CON CONTROL ELECTRÓNICO		29
4.1	Módulo de Control Electrónico (ECM)	32

4.2	Inyector unitario electrónico	34
4.3	Técnico electrónico (ET)	35
4.4	Mazo de cables (HARNESS)	37
4.5	Módulo de potencia (MPD)	37
4.6	Sensores digitales	38
4.7	Código de diagnóstico y código de eventos	39
4.7.1	Código de diagnóstico	39
4.7.2	Código de eventos	40
4.8	Voltaje de alimentación	40
4.9	Voltaje de Señal	40
4.10	Sensor de velocidad / sincronización	40
4.11	Sincronización estática	41
4.12	Sistema de admisión	41
4.12.1	Control de la relación combustible/AIRE (FRC)	41
4.12.2	Componentes del sistema de admisión	41
4.12.2.1	Filtros de aire	41
4.12.2.2	Turbocompresor	42
4.12.2.3	Postenfriador (Aftercooler)	42
4.13	Cámaras de combustión	43
4.14	Manifold de escape	43
4.15	Circuitos separados del postenfriador para el motor electrónico	43
4.16	Sistema de lubricación	45
4.17	Sistema de enfriamiento	45
4.17.1	Circuito de enfriamiento del motor propulsor	45
4.17.1.1	Enfriador de quilla	45
4.17.1.2	Bomba de agua	46
4.17.1.3	Tanque de expansión	46
4.17.1.4	Caja de termostatos	47

CAPITULO 5	49
JUSTIFICACIÓN TÉCNICO ECONÓMICA DE LA INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DEL MOTOR DIESEL CON CONTROL ELECTRÓNICO	49
5.1 Análisis Económico de Reemplazo de Motores Principales	52
5.2 Costos operativos de motores antiguos	54
5.2.1 Costos de mantenimiento correctivo no programado menor	54
5.2.2 Costos de mantenimiento correctivo programado	55
5.2.3 Costos de combustible	60
5.2.4 Costos de lubricantes	62
5.3 Costos operativos de motores nuevos	63
5.3.1 Costos de mantenimiento programado mayor	63
5.3.2 Costos de mantenimiento básico	64
5.3.3 Costos de combustible por motor nuevo	65
CONCLUSIONES	69
BIBLIOGRAFIA	70

PROLOGO

El presente informe versa sobre el de los motores diesel marinos convencionales mecánicos por los motores diesel marinos con control electrónico en la empresa TECNOLOGICA DE ALIMENTOS S.A. (TASA).

En la actualidad TASA todavía tiene embarcaciones pesqueras que operan con motores Diesel convencionales (con control mecánico), con una antigüedad de más de 30 años, lógicamente ya han pasado por varias reparaciones parciales y overhaules totales lo cual implica que sus periodos de vida útil ya fueron superados largamente; casos típicos son los motores Caterpillar de cuatro tiempos en V modelos CAT 398, CAT 379 y los motores General Motors de dos tiempos en V de 8 y 12 cilindros, muy populares en la décadas pasadas.

En el **segundo capítulo**, se describe la relación que existe en la tema Embarcación, Motor y Propulsor, la cual es muy importante ya que la naturaleza de los diseños del propulsor junto con el casco definen las características como la potencia, factor de carga y ciclos de trabajo del motor marino a instalarse.

En el **tercer capítulo**, correspondiente al principio general de funcionamiento del motor marino, se explica como actúa el Módulo de Control Electrónico (ECM) controlando el tiempo de la inyección y cantidad de combustible

de ésta manera se mejora la eficiencia del motor, ahorro de combustible y reducción de emisiones al medio ambiente.

En el **cuarto capítulo**, se hace referencia a los parámetros técnicos de operación del motor mecánico y las modificaciones que se han realizado a la configuración básica del motor cuando se introdujo el control electrónico.

Por último, en el **quinto capítulo**, se trata de la justificación técnica económica con la cual la gerencia de flota sustenta cómo tomar la decisión de realizar el cambio de motores en las embarcaciones reduciendo los costos operativos de la flota pesquera, costos de mantenimiento y emisiones al medio ambiente.

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES

La pesca juega un papel trascendental en nuestro país, por la vasta riqueza ictiológica existente y el gran potencial que posee en recursos naturales y humanos. En el Perú, cuyo rico mar da lugar a una gran variedad de peces, esta actividad se realiza desde hace miles de años.

Tecnológica de Alimentos S.A. (TASA) es una de las empresas líderes en pesca de consumo humano indirecto (CHI) y consumo humano directo (CHD) en nuestro país y, con la compra de Sindicato Pesquero del Perú S.A. (SIPESA), se ha consolidado como la empresa pesquera de mayor capacidad de explotación, producción y comercialización de harina y aceite de pescado en el mundo.

El avance en la tecnología, implica mejoras en el proceso de extracción, esto exige hacer mejoras continuas en el flujo del proceso productivo y, por tanto, hacer más rentable la operación respetando las regulaciones existentes y aminorar los efectos contraproducentes en el medio ambiente.

1.2 OBJETIVOS

- Disminuir los costos de mantenimiento a largo plazo.
- Mejorar el ahorro y control de combustible, debido a que estos motores son con control electrónico.
- Mejorar la disponibilidad de la embarcación, reduciendo sus días no operativos por problemas de mantenimiento de motores y sistema de propulsión.

1.3 LIMITACIONES

- Al no contar con el historial completo de los motores durante los años anteriores, previos a la compra de SIPESA realizada por parte de TASA, se toman datos referenciales obtenidos de los operadores (motorista), y en base al historial que se da a partir de la nueva gestión.
- Los costos de combustible que se toman como referencia para realizar la evaluación económica son de la época previa al cambio de motores de la flota, ya que ese estudio tenía la finalidad de demostrar en su época el ahorro de combustible que se tendría.
- La planificación del mantenimiento preventivo y reparaciones generales de motores antiguos y nuevos se basan en los manuales proporcionado por el fabricante.

1.4 JUSTIFICACION

Los costos de reparación general de los motores antiguos eran tan altos que llegaban al 65 % del costo de un motor nuevo; así mismo, los costos de mantenimiento son muy elevados y su confiabilidad baja por los años de antigüedad y los numerosos overhaules realizados.

CAPITULO II

DESCRIPCION Y ROL DEL EQUIPO EN LA PROPULSION DE LAS EMBARCACIONES PESQUERAS

Una embarcación tiene una interdependencia entre su Casco, Motor y Propulsor, por lo tanto se hará una descripción de cada una de estas partes para entender la relación.

La manera de cómo se selecciona un casco para una embarcación es haciendo ensayos con modelos a escala en canales hidrodinámicos de pruebas con lo cual se obtiene la resistencia total de la embarcación al desplazarse por el fluido (agua de mar). Desde este punto de partida, se llega a conocer la potencia necesaria en la hélice, y luego, utilizando relaciones de eficiencia, se calcula la potencia al freno del motor (BHP), para finalmente seleccionar de un catálogo de algún fabricante el motor más adecuado a la necesidad de la embarcación.

2.1 EMBARCACION

Una embarcación es un artefacto naval autopropulsado, que se mueve con el casco sumergido parcialmente en un líquido sea éste agua salada o dulce.

2.1.1 Embarcación según el Tipo de Casco

2.1.1.1 Casco de Desplazamiento

La característica principal de este casco es que tiene una forma semejante a un bloque con los bordes redondeados, lo que le da una gran capacidad interna y le permite llevar grandes volúmenes de carga. Otra característica que define a una embarcación con casco de desplazamiento es el número que resulta de dividir la velocidad y la raíz cuadrada de la eslora (sin considerar unidades), y cuyo valor no debe exceder de 1,34 ($V/\sqrt{L} \leq 1.34$); si la nave excede esta relación límite pertenece a otro tipo de casco y se tendrá un gran gasto de combustible.

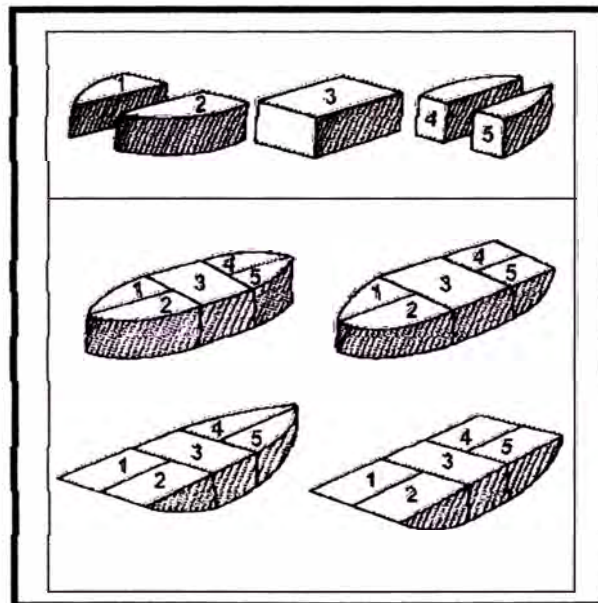


Fig.2.1 Forma típica del casco de desplazamiento.

2.1.1.2 Casco de Semi - Desplazamiento

Este tipo de casco, cuya forma comienza en la proa de una manera fina y crece hasta alcanzar una máxima manga en la sección media y decrece parcialmente hasta la popa estrechándola. Adicionalmente, este tipo

de casco debe tener ángulos longitudinales entre la popa y la línea horizontal imaginaria a $\frac{1}{4}$ de la manga valores comprendidos entre 2 a 8°.

El valor de dividir la velocidad y la raíz cuadrada de la eslora debe estar comprendida entre 1.4 y 2.9 ($1.4 \leq V/\sqrt{L} \leq 2.9$).

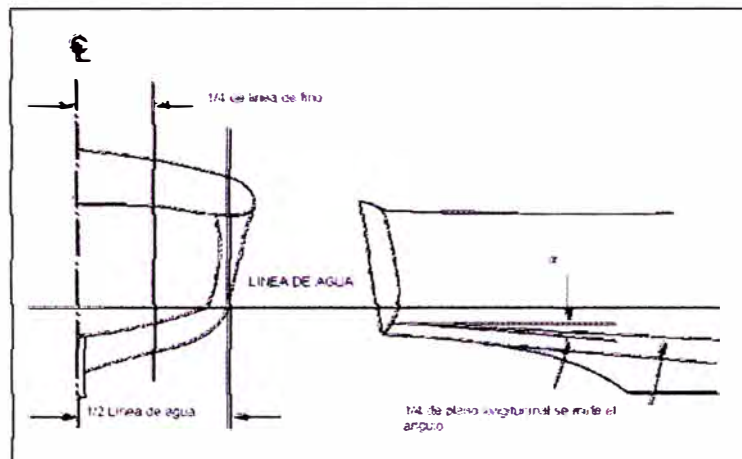


Fig.2.2 Ángulo longitudinal desde la popa a $\frac{1}{4}$ de la manga.

2.1.1.3 Casco Planeador

El fondo de un casco planeador comienza en un punto de la proa y crece hasta la manga máxima, generalmente en la sección media y luego continúa hasta la popa con reducida o nula disminución de la sección transversal. Un casco planeador tiene un ángulo entre el plano paralelo a crujía y la línea de agua, a $\frac{1}{4}$ de la manga, de 2° y a veces hasta menores.

El valor de dividir la velocidad y la raíz cuadrada de la eslora debe ser superior a 3 ($V/\sqrt{L} \geq 3$).

2.1.2 La Embarcación en Movimiento

Durante el movimiento de una embarcación se deben distinguir hasta cuatro formas de avance: Derivar, Navegar, Planear y Deslizar. Las dos primeras presentan un predominio de la resistencia por fricción y

ausencia de fuerzas dinámicas; por el contrario, en las dos últimas existe fuerzas dinámicas.

2.1.2.1 Derivar

Se llama derivar al movimiento lento de una embarcación, en la que prácticamente no existe formación de olas. La mayoría de embarcaciones experimentan esta forma de avance cuando por ejemplo están en una zona de mucho tránsito o cuando van a acoderar en algún puerto evitando así cualquier colisión o siniestro.

2.1.2.2 Navegar

Esta etapa se caracteriza por la formación de olas y la ausencia de sustentación dinámica. Cuando la embarcación avanza en esta etapa inevitablemente se crean olas en la proa con sus respectivas crestas y valles que en conjunto igualan el desplazamiento que produce el casco de la embarcación cuando está en agua calmas, por ello no existe sustentación dinámica.

2.1.2.3 Planear

Para que una embarcación pueda planear son factores preponderantes el diseño de sus líneas de forma, la eslora y la velocidad de avance ya que la cresta de ola se forma más atrás de la zona de popa. Además, el desplazamiento que se produce es menor que el peso de la embarcación y la diferencia es cubierta por las fuerzas de sustentación dinámica.

El planear también presenta ventajas como la disminución de la resistencia por fricción ya que la superficie de contacto con el agua ha disminuido y la resistencia por formación de olas, también por ello una embarcación que planea emplea menor energía que otra que únicamente navega.

2.1.2.4 Deslizar

Si la velocidad aumenta mucho más que en la etapa anterior, y si la embarcación posee una forma de casco adecuada tendrá lugar la etapa de deslizamiento que se caracteriza por la sustentación dinámica plena. La formación de olas es insignificante; aunque predomina la resistencia por fricción, la resistencia total también es baja debido a que la superficie mojada también es menor.

Las embarcaciones que se encuentran en esta forma de avance son principalmente las naves de competición de alta velocidad.

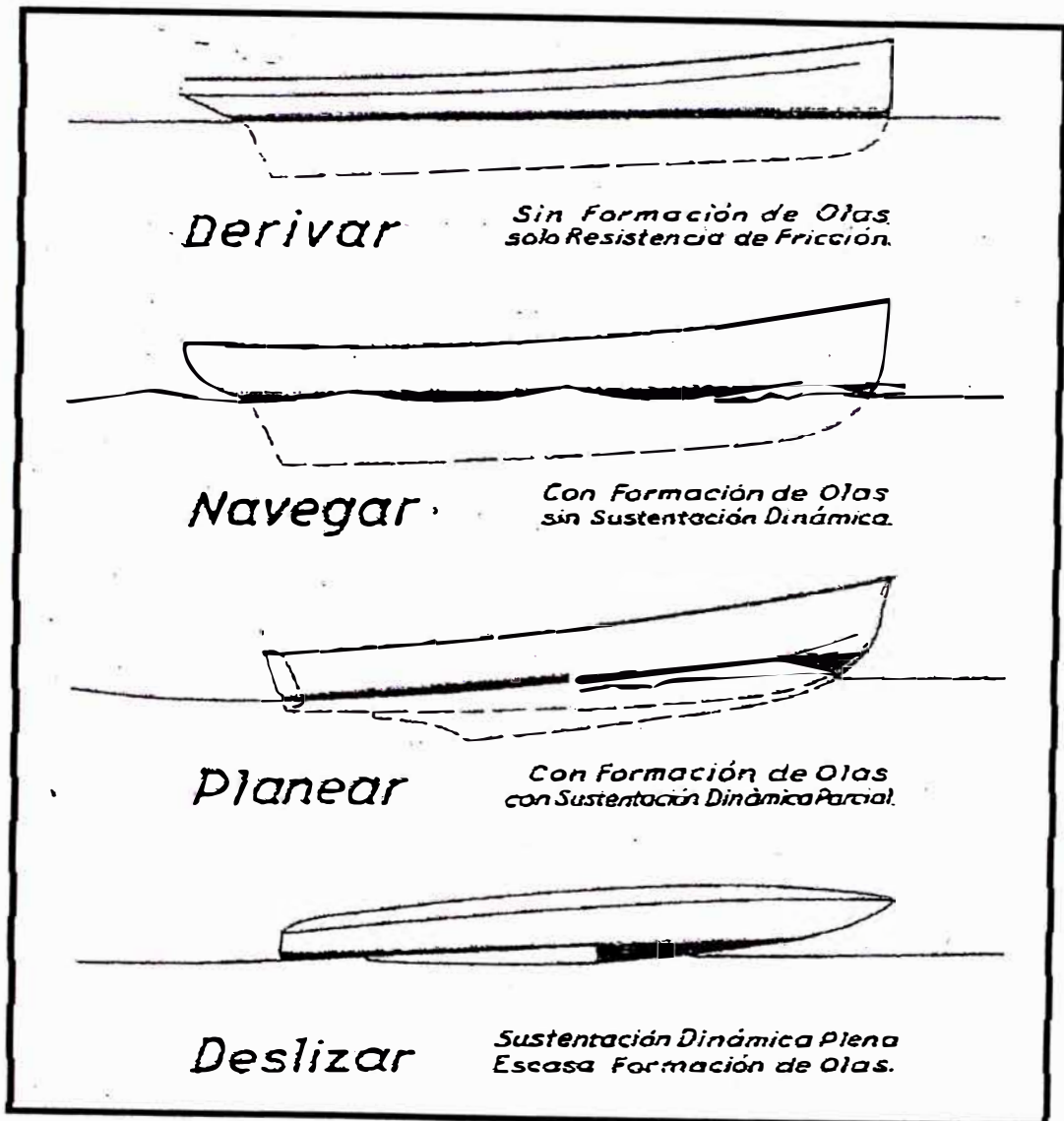


Fig. 2.3 La embarcación en movimiento

2.2 CLASIFICACION DE LOS MOTORES MARINOS

En el mundo existen diferentes clases de buques tales como cargueros, pesqueros, remolcadores, etc. Por lo que los fabricantes clasifican sus motores de acuerdo al tipo de servicio que va a prestar la embarcación, del factor de carga, rango de horas anuales y del tipo de casco con el cual va a trabajar.

2.2.1 Clasificación por el Tipo de Servicio

Los tipos de servicio se clasifican en los siguientes tipos:

2.2.1.1 Clasificación A

Motores que son diseñados para trabajar con cargas nominales a velocidades nominales de hasta 100% del tiempo o ciclo de carga, es decir, son motores que tienen largos periodos de operación a su máxima capacidad, la aplicación es para barcos con casco de desplazamiento (rango de operación: de 80 a 100%). Rangos de operación de 5,000 a 8,000 horas anuales.

2.2.1.2 Clasificación B

Motores que son diseñados para trabajar con cargas nominales de hasta un 80% del tiempo de algún ciclo de carga. Las aplicaciones para este modelo pueden ser barcos de suministros, arrastreros, etc. Rango de operación: de 3,000 a 5,000 horas anuales.

2.2.1.3 Clasificación C

Motores que operan con cargas nominales hasta el 50% del tiempo del ciclo de trabajo. Las embarcaciones que trabajan con este tipo de motor son barcos de servicio costero, yates con cascos de semi desplazamiento, etc. Rango de operación: de 2,000 a 4,000 horas anuales.

2.2.1.4 Clasificación D

Motores que trabajan con cargas nominales de hasta 20% del tiempo del ciclo de operación. Algunas embarcaciones típicas son

remolcadores de puerto, patrulleros de costa, etc. Rango de operación: de 1,000 a 3,000 horas anuales.

2.2.1.5 Clasificación E

Motores que trabajan hasta 10% del tiempo en su carga nominal. Un ejemplo de ellos son los yates menores de recreo con casco tipo planeadores. Rango de operación: de 250 a 1,000 horas anuales.

2.3 FACTOR DE CARGA

El factor de carga de la embarcación es el indicador con el cual se analiza el ciclo de trabajo de un motor e indica a que clasificación pertenece. Se calcula de la siguiente manera.

Por ejemplo, si una embarcación trabaja 10 horas al día y está sometida, en promedio 7.5 horas a su máxima potencia, luego 1.25 horas al 92% de su carga nominal y, por ultimo 1.25 horas en vacío, se obtiene que como promedio ponderado, el motor trabaja o está sometido a un factor de carga del 87% y, por lo tanto, la clasificación del motor debe corresponder al tipo "A" ya que pasa del 80% del factor de carga para el ciclo correspondiente.

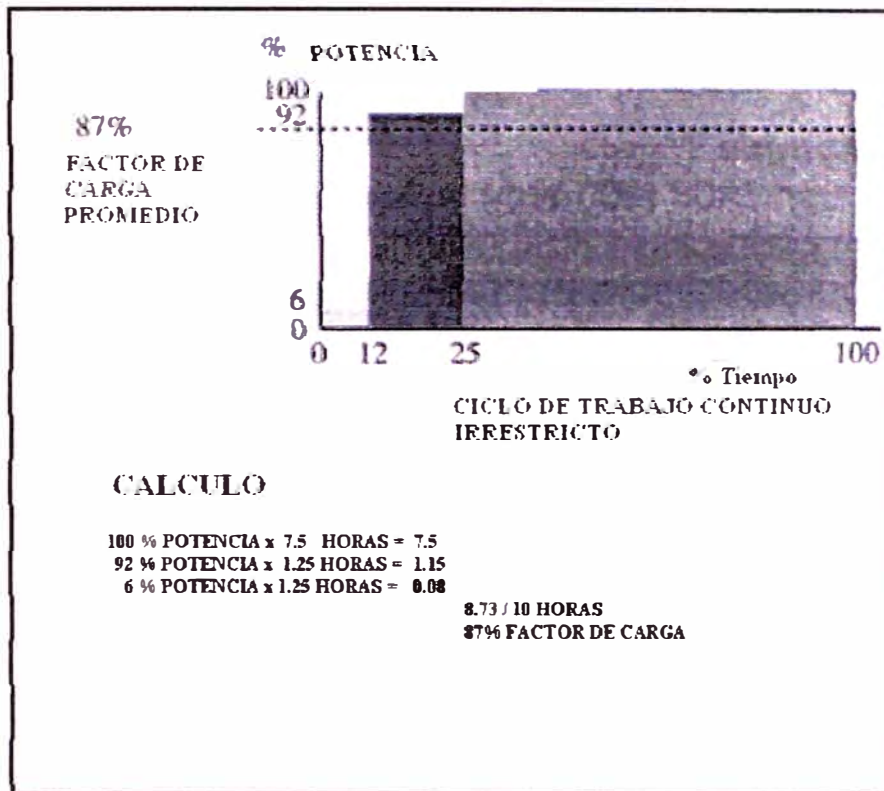


Fig. 2.4 Cálculo de factor de carga

2.4 PROPULSION.

Parte importante del sistema de propulsión es la hélice, la cual genera la fuerza de empuje que se trasmite a través del eje hasta la caja reductora. Esa misma fuerza es la que se requiere para vencer la resistencia al avance de la embarcación producto del contacto del casco con el fluido que lo rodea siendo para nuestro caso el agua de mar.

Existen diversos procedimientos de cálculo de la resistencia al avance – que se comprueban con un ensayo en un canal hidrodinámico – entre los cuales podemos mencionar algunos como, por ejemplo, los métodos de Anderson, Fung, Holtrop, Van Oortmerssen, FAO para embarcaciones de desplazamiento, para semi-desplazamiento se tiene el método de Compton y para casco de planeo se tiene

los métodos de Savitsky y Radojic. Cada uno de los procedimientos mencionados tienen sus limitaciones características que deberán considerarse antes de su aplicación.

2.4.1 Tipos de Propulsores

Existen distintos tipos de propulsores en el mundo siendo la hélice el más popular de todos y el de menor costo. A continuación se mencionan brevemente algunos de los propulsores actualmente en uso.

2.4.1.1 Hélice de Paso Fijo

Este tipo de propulsor es de mayor uso en el mundo y tienen como característica principal que el paso de las palas no cambian durante su operación, es decir, son fijas al núcleo de la hélice misma. El núcleo de la base donde nacen las palas es relativamente reducido en comparación con otros tipos de propulsores tipo hélice. Otra característica típica es que el material del cual se fabrican las hélices son de bronce y para la marcha en reversa es necesario cambiar el sentido de giro en la caja reductora en sala de máquinas, además, son las que menos costo tienen en el mercado.

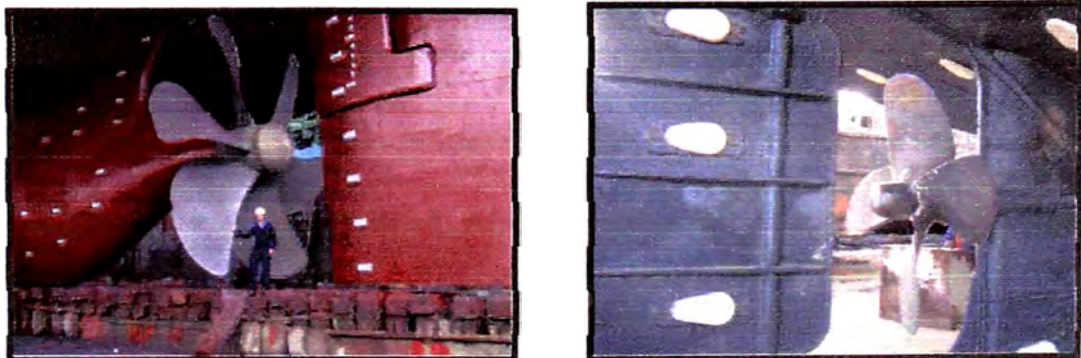


Fig. 2.5 Hélice de buque mercante y de embarcación pesquera

2.4.1.2 Hélice de Paso Controlable

Este tipo de hélices son más complejas en su fabricación y son destinadas para la aplicación en buques de alto bordo, es decir, buques de gran desplazamiento y cuyos motores son de gran potencia, generalmente, en el régimen de clasificación A y de bajas revoluciones (menos de 900 rpm).

Este tipo de hélice tiene la capacidad de variar el paso de cada una de sus palas para poder aumentar o disminuir su velocidad al igual que su empuje bajo las diferentes condiciones de servicio que se requiera. A continuación se presenta una configuración típica para esta hélice.

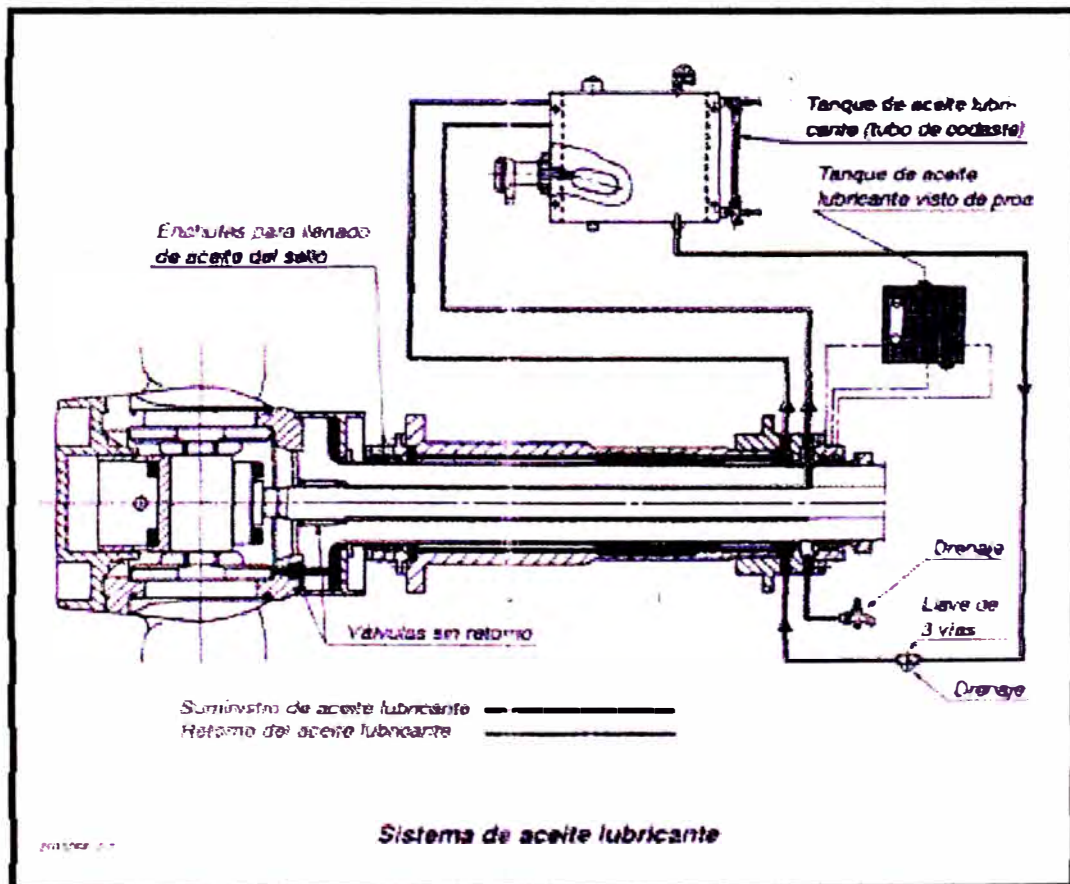


Fig. 2.6 Diagrama general del sistema con hélice de paso controlable

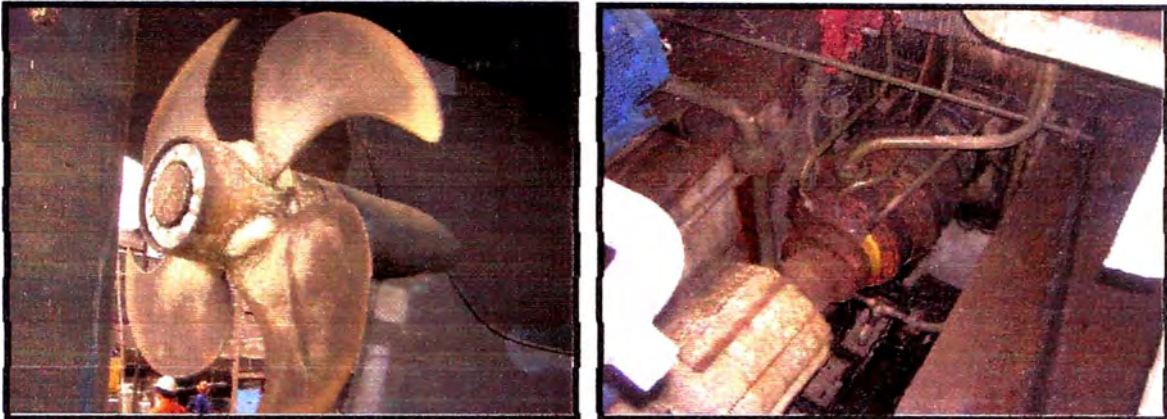


Fig. 2.7 Hélice de paso controlable de cuatro palas E/P COPETSA 1

2.4.3 Otros Tipos de Propulsores

El WATERJET, es un tipo de propulsor que obtiene su empuje al expulsar agua a alta velocidad a través de las toberas que son móviles, es por ello que la embarcación no necesita de una pala de gobierno. Las velocidades que alcanzan las embarcaciones que tienen este propulsor llegan a más de 20 nudos (36 km/h) y tienen gran maniobrabilidad.

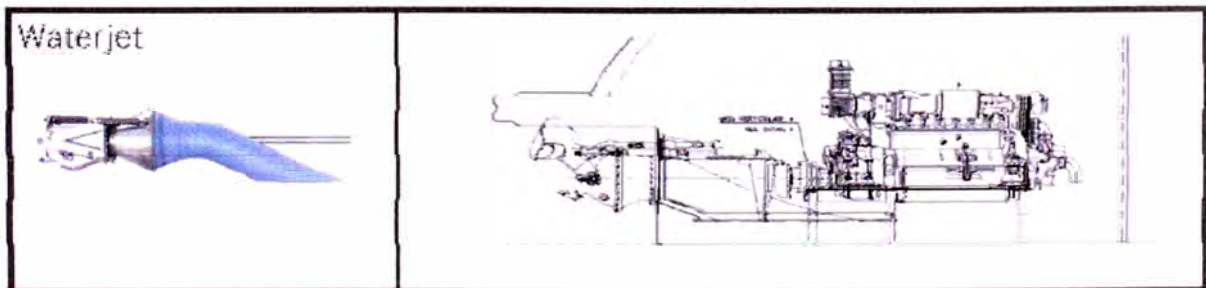


Fig. 2.8 Sistema de “Waterjet”

El PROPULSOR – PALA, este sistema posee una hélice con su respectiva tobera que puede girar 360 grados y por lo tanto le da a la embarcación una gran maniobrabilidad y un gran “bollard pull” (fuerza de remolque), sobre todo cuando se trabaja en puertos con espacios reducidos, es por ello que los remolcadores modernos usan este sistema por excelencia.

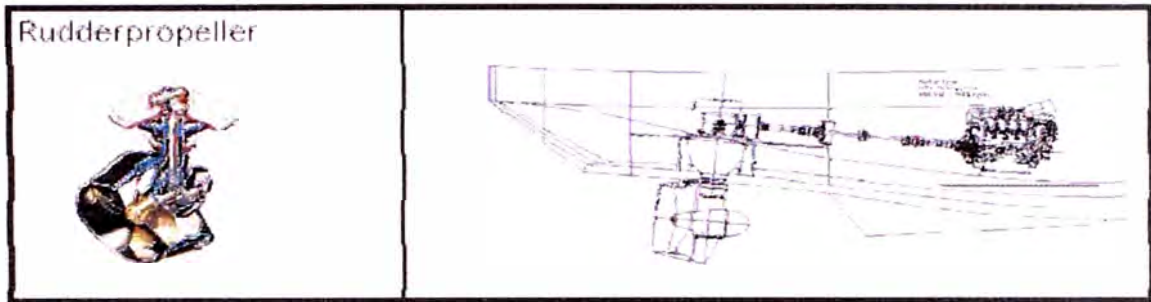


Fig. 2.9 Sistema "Rudderpropeller"

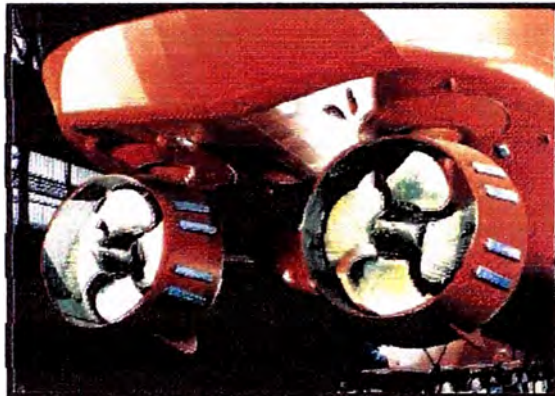


Fig. 2.10 Sistema "Rudderpropeler" puesto en la embarcación.

El PROPULSOR CICLOIDAL, este propulsor es poco común pero se usa en embarcaciones donde se necesita mejor maniobrabilidad y baja velocidad. Se basa en la impulsión mediante el cambio del ángulo de ataque de las alabes cuando a su vez giran alrededor de un eje central. Su movimiento está accionado hidráulicamente pero la fuente de hidráulica es movida por un motor Diesel.

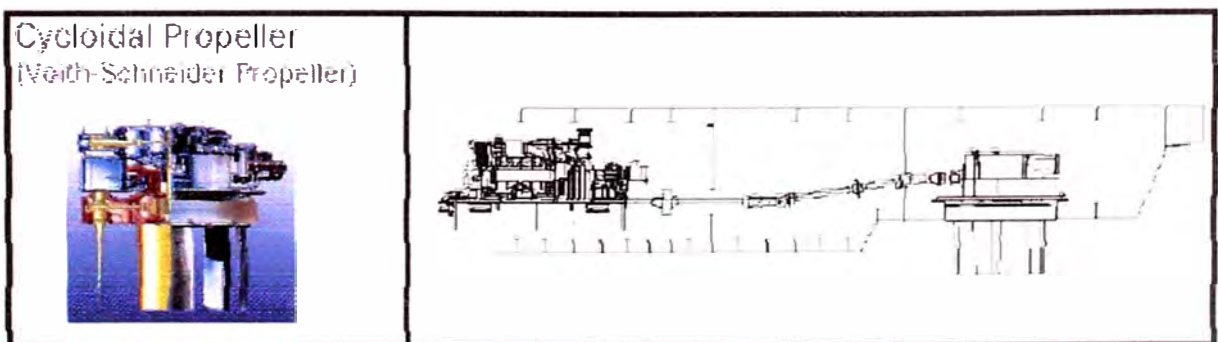


Fig. 2.11 Propulsor Cicloidal.

El TWIN PROPELLER, viene a ser una versión más moderna del propulsor – pala pero se han mejorado algunas características además de usar dos hélices en un mismo eje. Este propulsor es más eficiente y su aplicación es para embarcaciones de velocidades medianas con altas cargas.

Con estos propulsores, montados sobre el mismo eje girando en el mismo sentido, el flujo del agua no es muy turbulento, por tanto, la eficiencia de la hélice aumenta además de ahorrar combustible.

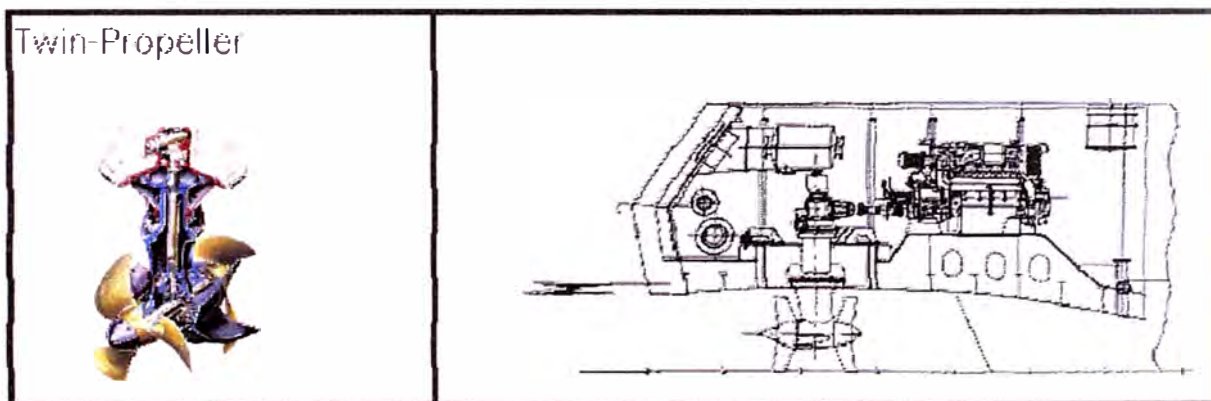


Fig. 2.12 Propulsor “Twin Propeller”



Fig. 2.13 Sistema “Twin Propeller”.

2.5 CURVA DE DESEMPEÑO

La finalidad de esta curva es verificar la potencia del motor la cual varía en función de las rpm del motor principal y también para determinar el consumo horario de combustible para esta potencia del motor.

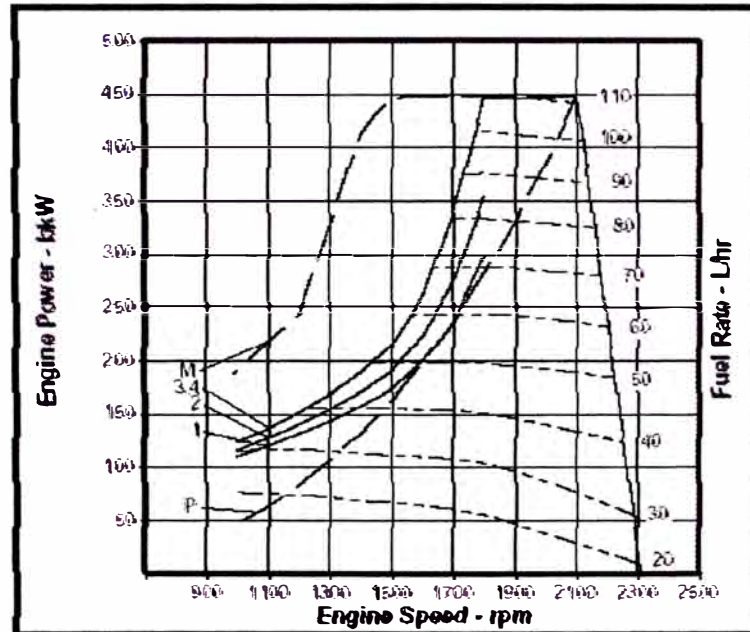


Fig. 2.14 Curva de desempeño de un Motor Diesel Marino.

2.5.1 Curva "P"

La curva de demanda del propulsor, describe la demanda de potencia que requiere una hélice de paso fijo y que se aplica a un casco de desplazamiento.

Los cascos de semi desplazamiento y planeadores tendrán demandas de cargas más altas que los mostrados en la curva "P". Cada casco de desplazamiento y semi desplazamiento tendrán diferentes demandas, lo cual haría imposible mostrar la demanda para cada casco. Para los cascos de planeadores y de semi desplazamiento se tienen que

realizar pruebas de mar con medidas de consumo de combustible tomadas a diferentes velocidades para determinar el consumo actual y la demanda de carga.

2.5.2 La Curva "1"

Es la línea del límite continuo, describe el límite superior de la operación continua sin interrupción del ciclo de carga.

2.5.3 Zona 1 – 2

La zona 1-2 está localizada entre las curvas 1 y 2. Es la zona dentro de la cual la operación del motor está permitida por periodos superiores a 4 horas seguidas por el periodo de una hora en combinación de potencia y velocidad en o bajo la línea 1.

2.5.4 Zona 2 – 3

La zona 2-3 esta localizada entre las curvas 2 y 3. Es la zona dentro de la cual la operación del motor está permitida por periodos superiores a 1 hora seguido por el periodo de una hora en combinación de potencia y velocidad en o bajo la línea 1.

2.5.5 Zona 3 – 4

La zona 3-4 está localizada entre las curvas 3 y 4. Es la zona dentro de la cual la operación del motor está permitida por periodos superiores a 5 minutos seguidos por el periodo de una hora en combinación de potencia y velocidad en o bajo la línea 1.

2.5.6 Curva 4

Curva límite máxima que representa el margen de la máxima potencia disponible dentro del rango de los límites de desempeño (presión de cilindros, velocidad de turbos, temperatura de gases de escape, etc.)

2.5.7 Curva M

Datos de la potencia máxima, correspondiente al máximo poder disponible del motor sin considerar los límites de operativos.

2.6 DISPOSICION EN SALA DE MAQUINAS DE UNA EMBARCACION PESQUERA TIPICA

Para una embarcación pesquera de cerco típica se tienen dos opciones de configuración que se han utilizado hasta el momento.

2.6.1 Sala de Maquinas a Proa de la Embarcación

Esta configuración es la más común de todas las construcciones navales realizadas hasta la actualidad, su característica principal es que se utiliza para embarcaciones con capacidad de bodega de hasta 350 toneladas.

Esta disposición es conveniente porque las dimensiones principales de la embarcación no son lo suficientemente grandes como para poder posicionar la red en cubierta ya que dificultaría la maniobra. Adicionalmente, si se concentra todo el peso de la embarcación en popa (Sala de maquinas y Red) la embarcación navegaría “empopada” porque la red de pesca absorbe gran cantidad de agua después que se realiza la faena de pesca y

aumenta su peso lo cual significaría un aumento de la altura del centro de gravedad de la embarcación y eso es perjudicial para la estabilidad.

Otra característica de estas embarcaciones se da en el montaje de la propulsión que implica tener un eje de empuje (próximo a la caja reductora), ejes intermedios y un eje de cola (eje donde se monta la hélice). La potencia que se pierde aproximadamente por fricción es de aproximadamente 1% de la potencia al freno (BHP).

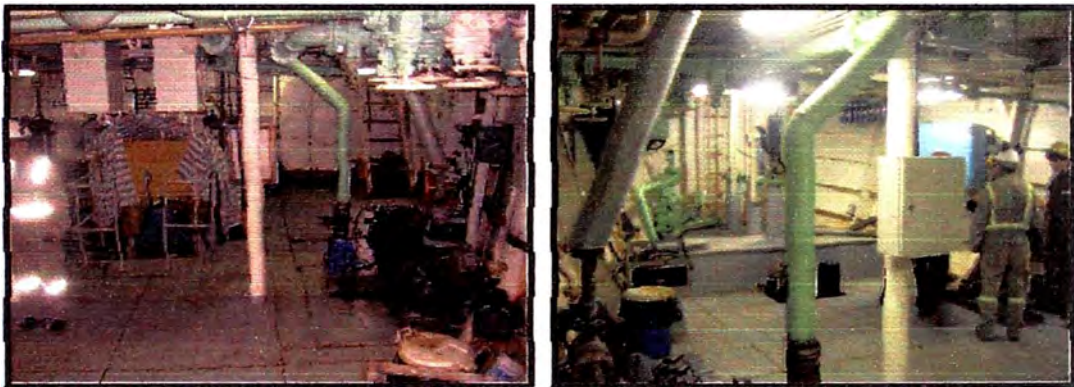


Fig. 2.15 Sala de máquinas a proa de la embarcación

2.6.2 Sala de Maquinas a Popa de la Embarcación

La disposición de la sala de máquinas a popa es adecuada ya que para embarcaciones de capacidades de bodegas por encima de los 400 toneladas sus dimensiones principales son relativamente más grandes tanto en popa como en proa y al haber más espacio en cubierta principal también existe mayor empuje hidrostático en popa de tal manera que la red ya se puede ubicar en la cubierta de popa, además tienen una sala de frío que debe estar lo más aislada posible de las fuentes de calor y por ello se les ubica en proa, compensando pesos en la embarcación. Adicionalmente se debe considerar que tales fuentes de calor son de consideración; por ejemplo, el motor principal cuya potencia puede variar entre 1,200 hasta

2,850 hp, los motores auxiliares en conjunto tienen una potencia de 780 hp, si consideramos que la energía que pierde un motor por convección (representa el 5% del poder calorífico del combustible) se va al ambiente que lo rodea tendría un efecto contraproducente en la sala de frío, es por ello que se separa ambos ambientes.

CAPITULO III

PRINCIPIO GENERAL DE FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR CON CONTROL ELECTRONICO

En este capítulo se explica cómo funciona el motor Diesel marino con control electrónico y sus correspondientes sistemas.

Todos los motores con control electrónico tienen el mismo principio de funcionamiento en lo referente a la activación de los inyectores, lo único que varía es la configuración de cada modelo de motor de cada fabricante. Actualmente, se tienen los motores MEUI (motores mecánicamente activados y electrónicamente controlados) y los HEUI (motores hidráulicamente activados y electrónicamente controlados); esta última generación de motores es la más reciente y que se está aplicando en el mercado pero restringida a motores de baja potencia por estar en una etapa experimental y luego derivará su aplicación a motores de mayor potencia. La característica principal de los motores HEUI es que la activación del inyector ya no es a través de un eje de levas sino por una bomba hidráulica accionada por el motor. El informe presentado se limita a los motores MEUI ya que son los que se tienen en nuestro medio.

3.1 INYECCION MECANICAMENTE ACTIVADA Y ELECTRONICAMENTE CONTROLADA

En el inyector de activación mecánico convencional, el eje de levas acciona, mediante la varilla de balancines, a las válvulas de admisión, escape y también al émbolo del inyector (ver figura 15).

Para el motor de inyección electrónica, la parte mecánica que aun se utiliza es para la apertura y el cierre de válvulas de admisión y escape y para la activación del émbolo del inyector pero no para la apertura de la válvula "poppet" que es la válvula que permite el ingreso del combustible hacia la cámara de combustión.

El sistema de control electrónico dirige al sistema de combustible del motor y también a los sistemas de admisión de aire y escape de gases. El sistema está diseñado para controlar electrónicamente el suministro de combustible y la sincronización de la inyección. El sistema de control electrónico permite variar la relación combustible/aire y de esta manera se mantiene el buen desempeño del motor en todo momento.

El ECM activa los solenoides de los inyectores unitarios para empezar la inyección de combustible y los desactiva para completar el proceso de inyección.

3.2 ETAPAS DE LA INYECCION

3.2.1 Pre - Inyección:

En esta etapa, el émbolo baja haciendo que el combustible circule a través de la válvula "poppet" que está aun abierta porque el solenoide no está energizado, dejando que el combustible retorne a las cañerías de petróleo.

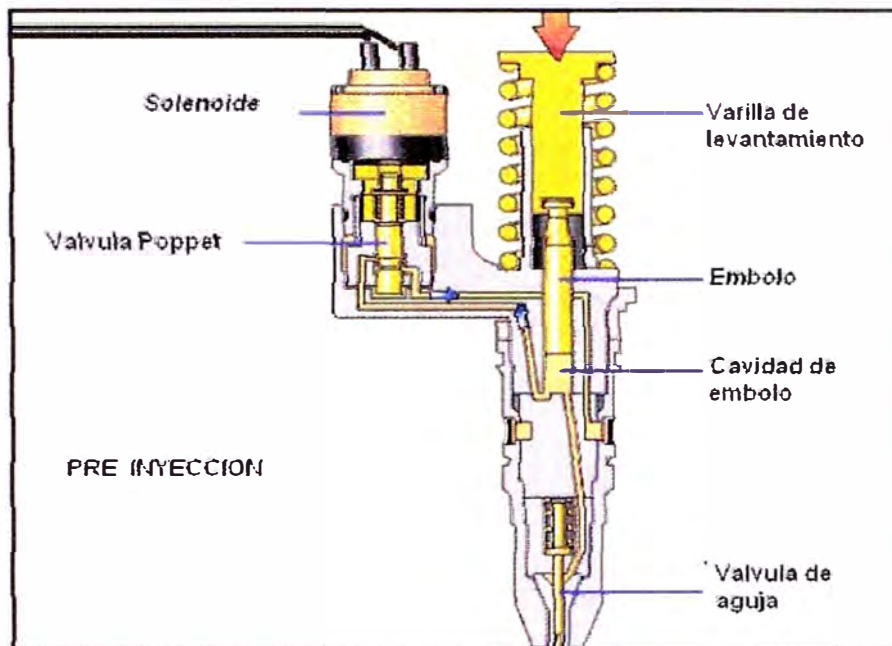


Fig. 3.1 Diagrama del inyector electrónico y sus principales componentes.

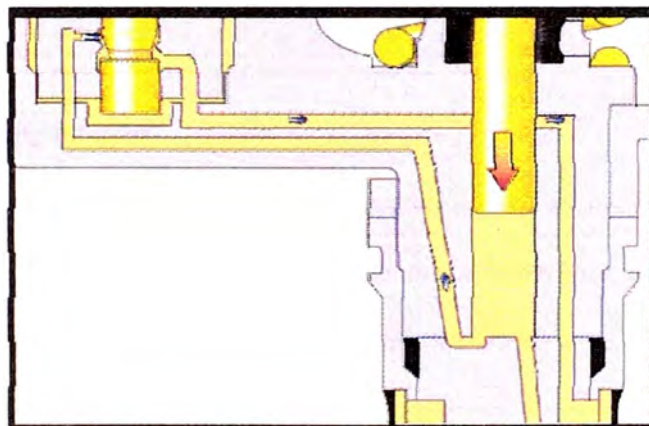


Fig. 3.2 Presurización del sistema con el émbolo.

3.2.2 Inyección:

En la inyección se tiene tres etapas bien definidas:

a. *Inicio de la inyección:*

En el inicio de la inyección, el solenoide es energizado haciendo que la válvula "poppet" se cierre mientras el émbolo del inyector

aun está bajando y se presurizan las cavidades por donde circula el petróleo.

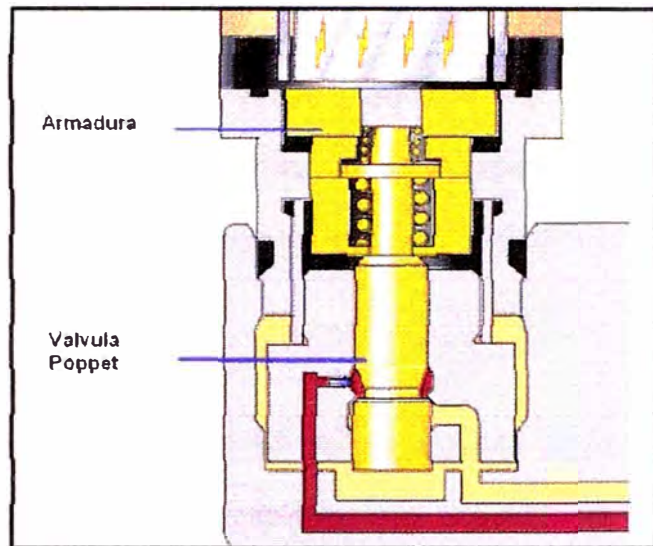


Fig. 3.3 Inicio de la inyección

b. Inyección:

Luego, al presurizar las cavidades se levanta la aguja del inyector y se inyecta el combustible (inicio de la inyección propiamente dicho) a presiones cercanas a 3,500 psi (24 MPa) y se eleva hasta 22,000 psi (151 MPa) como máximo.

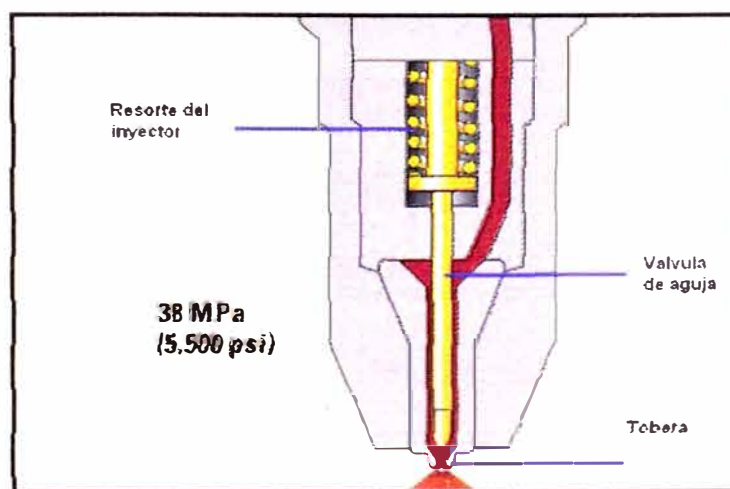


Fig. 3.4 Apertura de la tobera del inyector para la inyección.

c. *Fin de la inyección:*

En esta etapa, al solenoide ya no le llega energía haciendo que la válvula "poppet" se abra y nuevamente el flujo de combustible se renueve a través del inyector porque aun el émbolo del inyector impulsa al combustible que queda, y retorna a través de las cañerías de retorno al tanque de combustible diario.

3.2.3 Llenado

En esta etapa, émbolo se desplaza hacia la parte superior del inyector haciendo que el combustible ingrese nuevamente al sistema para continuar el mismo proceso que se ha descrito en los puntos anteriores.

CAPITULO IV

PARÁMETROS TÉCNICOS DE COMPARACIÓN DE LOS MOTORES DIESEL MARINOS CONVENCIONALES Y CON CONTROL ELECTRÓNICO

En este capítulo se mostrarán los principales cambios que se han hecho en los motores con control electrónico en relación a los motores con mando mecánico. Para realizar la comparación se limitará a la marca de motores CATERPILLAR, cuyos motores constituyen la mayoría en el mercado nacional y también en la flota pesquera de Tecnológica de Alimentos S.A.

A continuación se describirán algunos de los equipos o sistemas auxiliares que se han agregado a los motores marinos con control electrónico y que ya no tiene los motores marinos mecánicos.

Para comenzar se puede notar que la temperatura del post-enfriador o aftercooler de aire en el motor marino mecánico es de 82 °C; en los modelos modernos de esa serie se puede notar que la temperatura del aftercooler es de 30 °C. Este cambio tan notorio se debe al circuito de enfriamiento modificado, en el cual el agua de enfriamiento de las camisas ya no se une con el enfriamiento de agua del aftercooler, ahora el enfriamiento se realiza con un circuito totalmente

independiente y que no se mezcla con el agua de enfriamiento de las camisas, luego de pasar por el post-enfriador el flujo de agua se deriva al enfriador de aceite de la caja reductora.

Una característica principal que diferencia a los motores con mando mecánico de los motores electrónicos son las llamadas curvas de potencia. Las curvas de desempeño tal como se definió en el segundo capítulo de este informe es la que describe como cambia el requerimiento de combustible en función de la potencia del motor.

Por ejemplo, a continuación se presenta la curva de un motor marino modelo 3508 (mecánico) y de un motor 3508B (electrónico). Se puede observar en las graficas que la curva de desempeño, número 4 (condición de sobrecarga), para el motor marino mecánico, varía con una determinada pendiente conforme varían las rpm del motor desde el inicio y se mantiene con una pendiente hasta el límite de las rpm del motor, mientras que en el motor electrónico por el contrario, en la condición de sobrecarga mantiene la potencia aun cuando las rpm del motor bajen y, por lo tanto, en la gráfica se ve que la curva tiene pendiente cero (constante).

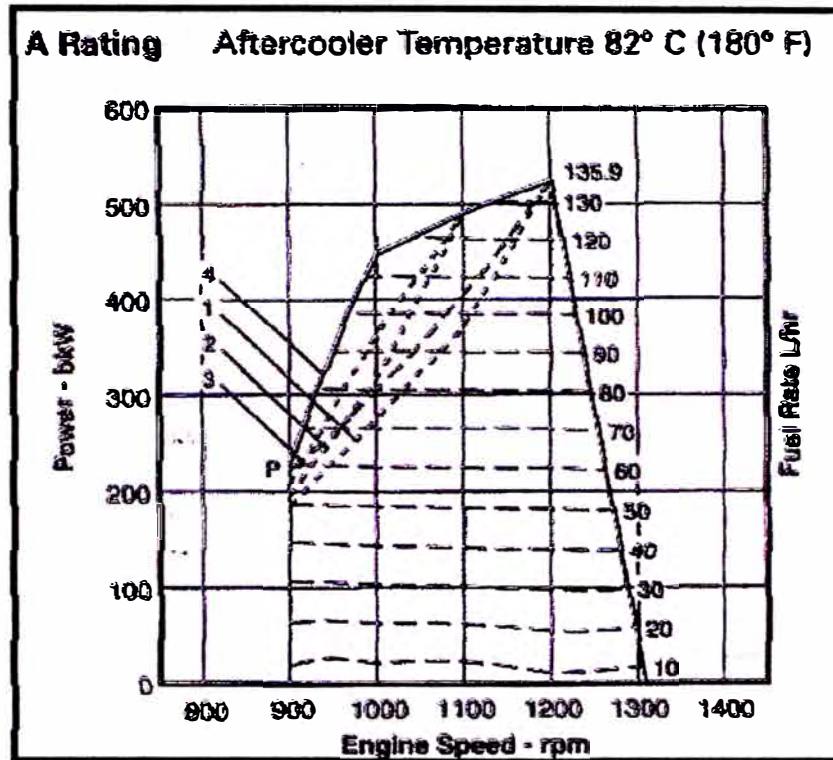


Fig. 4.1 Curva de desempeño del CAT 3508 mecánico (705 HP @ 1,200 rpm)

En la grafica del motor electrónico, en la condición de sobrecarga, se explica porque la inyección ya no depende del accionamiento del eje de levas, que generaba la fuerza mecánica con la que se acciona al inyector para atomizar el combustible, sino que el ECM del motor tiene la capacidad de evaluar y sintetizar la información para poder hacer correcciones a la inyección y de esa manera mantener la potencia requerida aun cuando la hélice trabaje sobrecargada por cierto tiempo y hasta cierto límite.

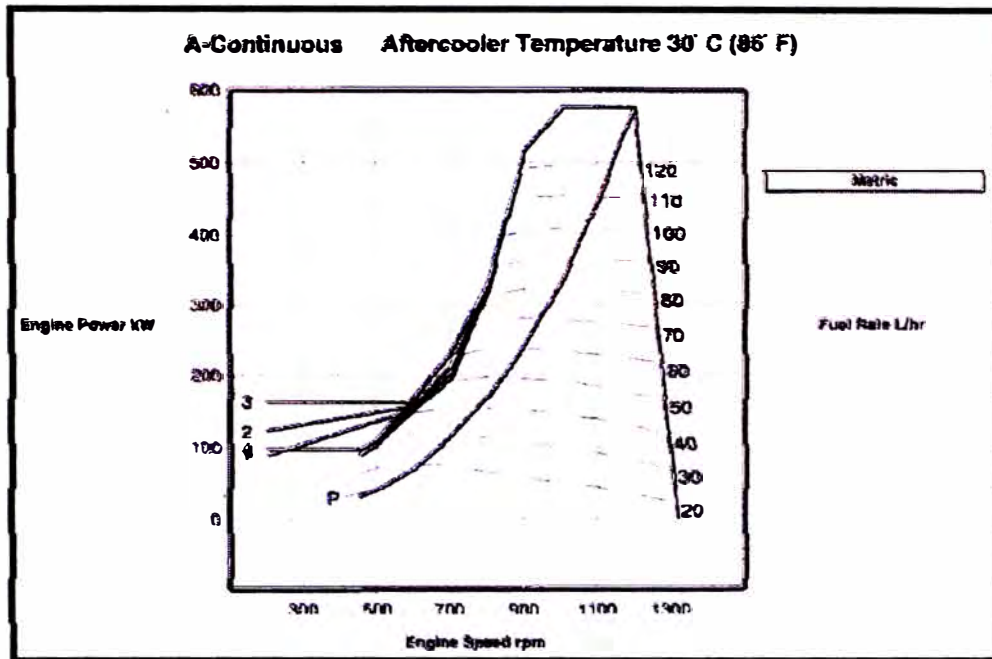


Fig. 4.2 Curva de desempeño del CAT 3508B electrónico (775 HP @ 1,200 rpm)

4.1 MÓDULO DE CONTROL ELECTRÓNICO (ECM)

El ECM es la computadora de control del motor. El ECM alimenta a los sistemas electrónicos de los inyectores unitarios mediante un voltaje de alimentación y supervisa los datos procedentes del inyector unitario electrónico mediante el voltaje de señal que manda cada sensor al computador.

El ECM se comporta como un regulador para controlar las rpm del motor, pero la sincronización lo logra mediante la "rueda de sincronización" que es como una especie de engranaje mecanizado con la más alta precisión y cuyos dientes no engranan con ningún elemento, simplemente su función es que girar, y un sensor llamado "Speed Timing" o sensor de velocidad contabiliza los dientes del engranaje cuando está girando, así mismo, mide el tiempo que demora en pasar cada diente y de esa manera el ECM controla la inyección del inyector electrónico.

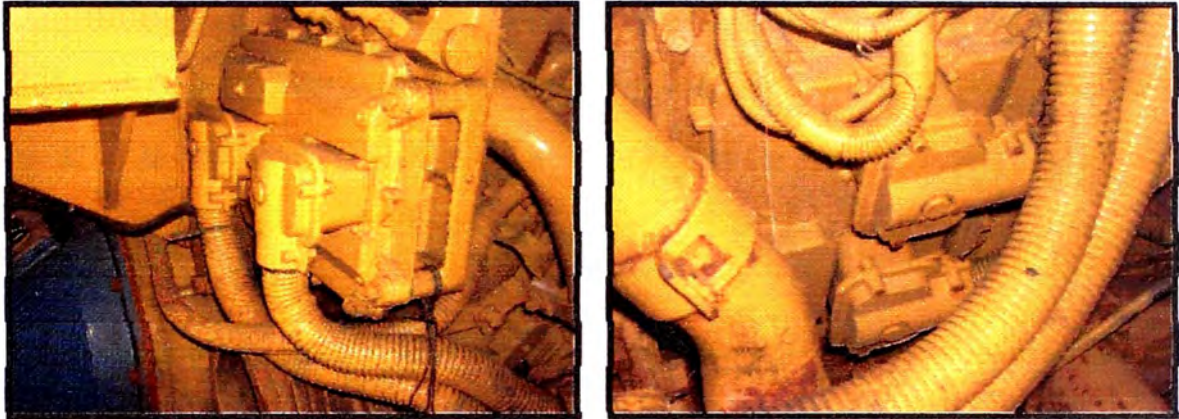


Fig. 4.3 ECM primario y secundario del motor electrónico

Esta rueda de sincronización se localiza en la parte frontal del engranaje de transmisión del eje de levas que está sincronizado con el cigüeñal en el punto muerto superior.

A continuación, se presenta una fotografía de la rueda de sincronización donde se pueda apreciar incluso el sensor ubicado en forma radial a la rueda frente a cada diente.

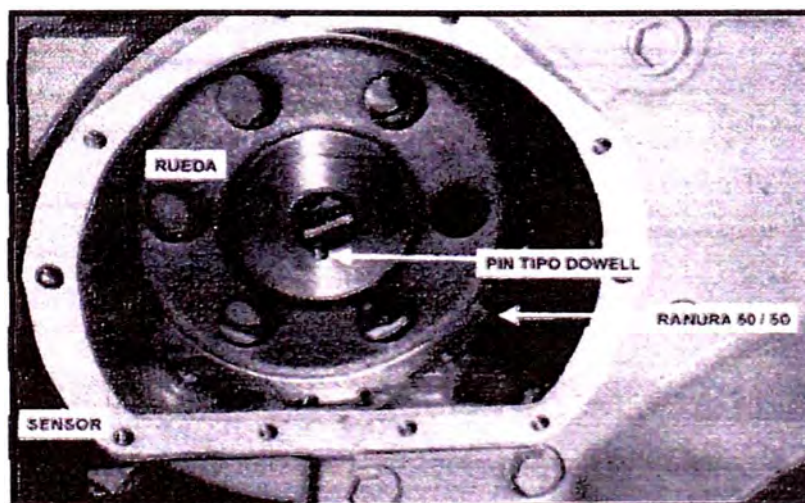


Fig. 4.4 Rueda de sincronización.

proceso que se explicó en el capítulo anterior. El inyector unitario electrónico combina en una sola unidad los elementos de bombeo, dosificación electrónica del combustible e inyección.

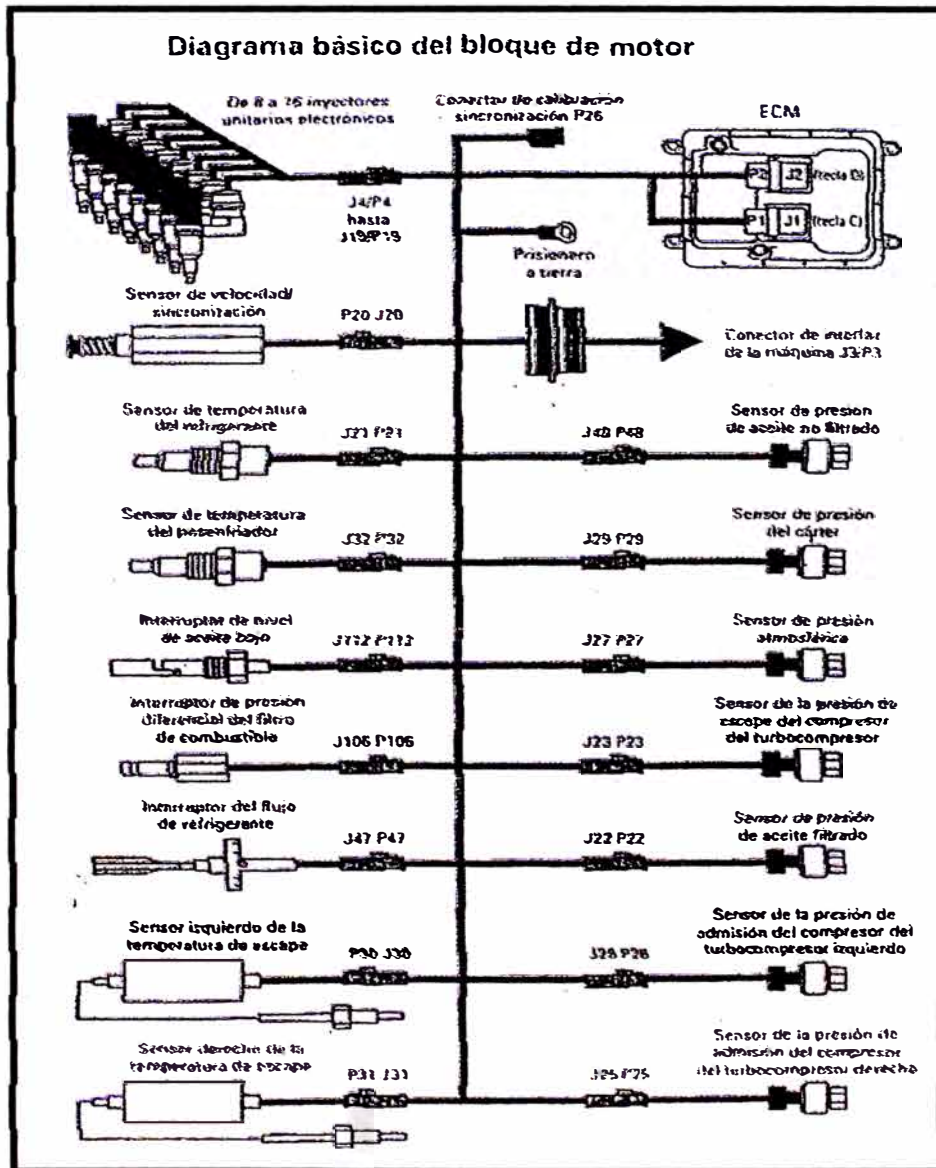


Fig. 4.6 Diagrama básico del bloque del motor electrónico.

4.3 TECNICO ELECTRONICO (ELECTRONIC TECHNICIAN - ET)

El programa Electronic Technician (ET) es una herramienta de servicio diseñada para trabajar en una computadora personal (PC) en el entorno Windows.

Esta herramienta de servicio, puede mostrar el estado de un grupo de parámetros (temperaturas, presiones, etc.). Simultáneamente, ver y borrar códigos de diagnósticos o mostrar la configuración actual de un Módulo de Control Electrónico (ECM). Esta herramienta de servicio puede realizar estas y otras tareas, tales como:

- Mostrar el estado de los parámetros tales como temperatura del refrigerante, presión de gases en el cárter, voltaje del ECM, velocidad del motor, temperatura del escape, presión de aceite, etc.
- Ver y borrar diagnósticos.
- Ver eventos dónde han ocurrido irregularidades y fueron grabadas por el ECM.
- Ver y cambiar la configuración del ECM.
- Realizar pruebas de diagnóstico.
- Realizar calibraciones.
- Ver información de viajes a través de los resúmenes, histogramas y reportes personalizados.
- Imprimir reportes y resultados de diagnósticos.

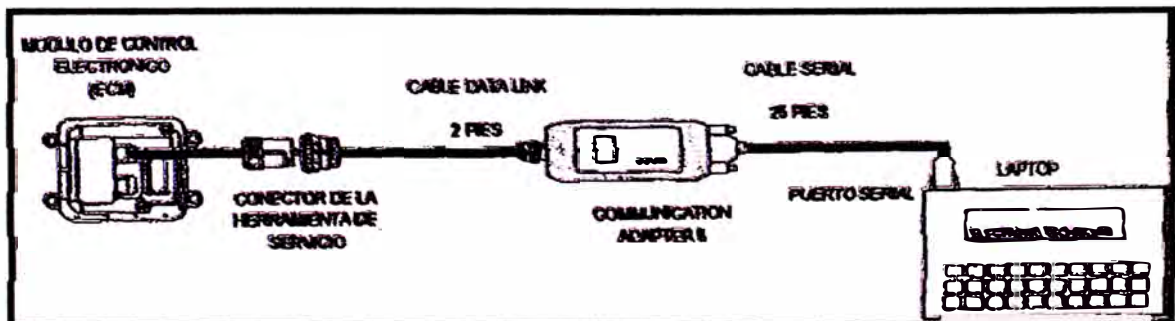


Fig. 4.7 Diagrama de interfase para conectar el computador al ECM del motor.

4.4 MAZO DE CABLES (HARNESS)

El mazo de cables es el haz de cables que conecta todos los componentes del sistema de inyectores unitarios electrónicos al colector de toda la cablearía llamado también "buss".

Este mazo de cables permitir la operación normal del circuito y la medición del voltaje de forma simultánea.

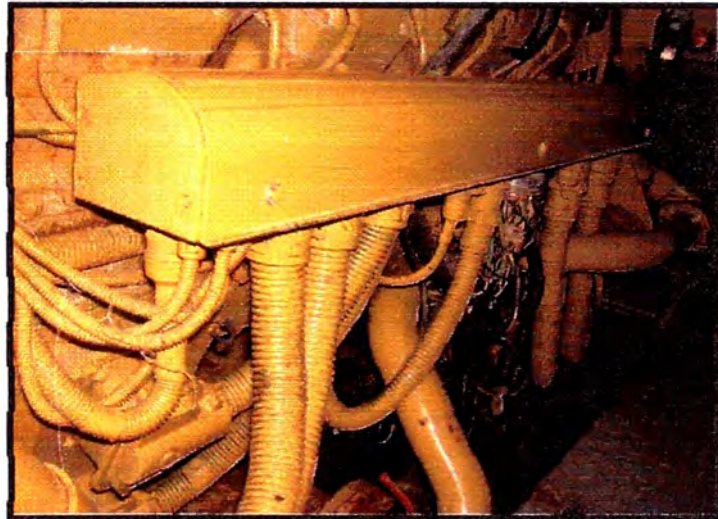


Fig. 4.8 "Harness" o mazo de cables de los distintos sensores.

4.5 PANTALLA DE VISUALIZACION Y CONTROL (MODULE POWER DISPLAY)

La pantalla MPD forma parte del tablero monitor. El tablero monitor se usa para mostrar la información al operador sobre el estado de los sistemas de la máquina e información de diagnóstico.



Fig. 4.9 Pantalla de visualización de control del motor.

4.6 SENSORES DIGITALES

Los sensores se usan para detectar los cambios de presión, temperatura o movimiento mecánico. Cuando se detecta uno de estos cambios, el sensor convierte el cambio en una señal eléctrica que analiza el computador o ECM.

Los sensores digitales usados en el sistema de inyectores unitarios electrónicos son alimentados por una fuente para el sensor de la temperatura de escape y depara el sensor de sincronización dentro del ECM. Los sensores digitales producen una serial de modulación de la duración de impulsos o del ciclo de trabajo.



Fig. 4.10 Sensor digital de nivel de refrigerante del tanque de expansión.

4.7 CODIGOS DE DIAGNÓSTICO Y CODIGOS DE EVENTOS

Algo que caracteriza a los motores con control electrónico es que tienen la capacidad de auto diagnosticarse cuando tienen algún problema y dan, por lo tanto, más información al técnico o al operario que va a realizar la reparación de algún componente o sistema. Estos códigos son de dos tipos, los códigos de diagnóstico y los de eventos.

4.7.1 Código de Diagnóstico

El código de diagnóstico se presenta cuando existe alguna falla o funcionamiento deficiente de los conectores eléctricos, sensores de presión, sensores de temperatura, sensores de sincronización, cortocircuitos, falsos contactos, fallas del ECM, etc. Es decir, registra todas las fallas de origen eléctrico y electrónico del sistema del motor. El computador registra los voltajes de alimentación y de señal con lo cual los sensores trabajan y mandan la información al computador o ECM, éste a su vez analiza la información y manda un código que aparece en la pantalla del display o MPD; todo queda registrado en la memoria del computador.

4.7.2 Código de Eventos

Los códigos de eventos son mensajes que el computador (ECM) registra, analiza y reporta cuando ocurre un mal funcionamiento de algún parámetro atípico del motor, como, por ejemplo, temperatura de turbocompresores elevada, presión del cárter, temperatura del refrigerante, etc. Es una ayuda que el operador del motor (motorista o jefe de máquinas) posee, a diferencia de un motor mecánico en el cual el operador tiene que hacer todas estas funciones.

4.8 VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN

El voltaje de alimentación es un voltaje constante suministrado a un componente para proporcionar corriente eléctrica para la operación. Este voltaje puede ser generado por el ECM. También puede ser el voltaje de la batería del motor. Este voltaje es usado por el sensor a fin de generar un voltaje de señal para mandar información al ECM.

4.9 VOLTAJE DE SEÑAL

El voltaje de señal es el voltaje que cada sensor del motor manda al computador y éste, a su vez, traduce esta señal eléctrica en valores numéricos para medir temperaturas, presiones, velocidad, etc. Y, aparecen:

4.10 SENSOR DE VELOCIDAD/SINCRONIZACION

Este sensor suministra una serial de modulación de duración de impulsos al ECM. El ECM interpreta este serial como la posición del cigüeñal y la velocidad del motor.

4.11 SINCRONIZACIÓN ESTÁTICA

La sincronización estática es la base para la sincronización de la inyección del combustible y la operación del mecanismo de accionamiento de las válvulas. La sincronización estática viene determinada por la corona de referencia de sincronización y el alineamiento del grupo del engranaje delantero y el pasador de sincronización del árbol de levas.

4.12 SISTEMA DE ADMISION

4.12.1 Control de la Relación Combustible/Aire (FRC)

Se trata de un límite que se basa en el control de la relación de combustible/aire. Se usa para, controlar las emisiones. Cuando el ECM detecta una mayor presión de salida del turbocompresor, el ECM aumenta el límite del FRC para dejar que llegue más combustible a los cilindros.

4.12.2 Componentes del Sistema de Admisión

4.12.2.1 Filtros de Aire

Su función es filtrar el aire que ingresa a las cámaras de combustión para que llegue sin partículas que afecten al motor, desgastando tanto a las camisas como a los asientos de las válvulas. Además, como el sistema de admisión en un motor con control electrónico es más sensible por el control que hacen los sensores del computador y, por tanto, si la calidad del aire que ingresa no es adecuada, aparecerían códigos de diagnósticos intermitentes que bajarán la potencia del motor hasta que se corrija la causa que inició el código de diagnóstico.

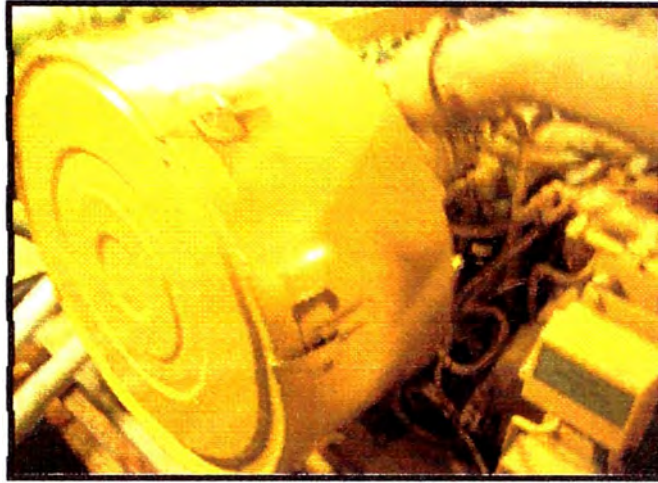


Fig. 4.11 Filtro de aire.

4.12.2.2 Turbo Compresor

También llamado comúnmente turbo, tiene la finalidad de hacer que entre mayor cantidad de aire a las cámaras de combustión, comprimiéndolo, y, de esta manera, lograr que la potencia del motor se incremente. Luego de pasar el aire a través del compresor, éste eleva su temperatura por el cambio brusco de su volumen y pasa al postenfriador.

4.12.2.3 Postenfriador (AFTERCOOLER)

El aire comprimido pasa a través de un intercambiador de calor que extrae el calor ganado cuando se comprimió y, de esa manera, hace llegar el aire más fresco y más denso a las cámaras de combustión.

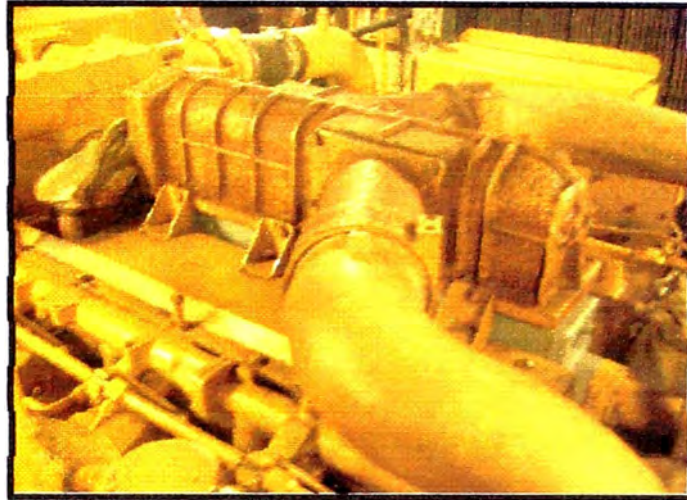


Fig. 4.12 Postenfriador o "Aftercooler".

4.13 Cámaras de Combustión

Es el lugar donde se realiza la combustión.

4.14 Manifold de Escape

Es el lugar a donde se derivan los gases de escape de todos los cilindros del motor. De este colector los gases de escape se dirigen a la turbina del turbo del motor y, finalmente, al medio ambiente a través del silenciador y el tubo de escape.

4.15 Circuitos Separados del Aftercooler para Motor Electrónico

El sistema de admisión en los motores marinos con mando mecánico está configurado de tal manera que el enfriamiento del aire de admisión, que pasa a través del turbocompresor, es realizado por un circuito cerrado de agua dulce. Este aire más frío ingresa al motor refrigerando las camisas del monoblock para luego pasar al postenfriador (aftercooler), de este punto retorna al "keelcooler" o enfriador de quilla para enfriar el agua

caliente que sale del motor principal mediante la transferencia de calor al agua de mar, a través de una plancha de acero que constituye el forro de la quilla de la embarcación.

En los motores marinos electrónicos se ha cambiado esta configuración para las marcas CATERPILLAR y MTU, que son las que usa la flota pesquera de TASA. Para estos equipos, la refrigeración del aire tiene un circuito de agua separado del circuito de enfriamiento del motor. En este sistema se tiene una bomba de agua que es totalmente independiente y que hace circular el agua del post-enfriador y que se une con la línea de refrigeración del aceite de la caja reductora del motor principal.

El principal motivo de este cambio en la configuración es asegurar un adecuado enfriamiento del aire de admisión, ya que con el antiguo sistema se determinó que se perdía potencia ya que la temperatura de ingreso del aire no era la adecuada para llegar al nivel óptimo, y que para poder bajar más la temperatura de admisión había que aumentar el área de enfriamiento por quilla y adicionar apéndices en el casco de la embarcación tales como canaletas adheridas al casco de la embarcación por donde interiormente pasa agua. Se debe señalar que estas canaletas por la teoría de resistencia al avance del buque, son apéndices que le restan velocidad a la embarcación, factor importante al momento de operar en temporada de pesca.

4.16 Sistema de Lubricación

En cuanto al sistema de lubricación no existe mayor diferencia salvo por el tipo de control electrónico de los parámetros de funcionamiento de este sistema.

4.17 Sistema de Enfriamiento

4.17.1 Circuito de Enfriamiento del Motor Propulsor

El circuito de enfriamiento para el motor con control electrónico consta de:

4.17.1.1 Enfriador de Quilla

El enfriador de quilla o "keelcooler" es parte estructural del fondo del barco, está constituido por planchas de acero que cubren la quilla del barco por ambos lados, babor y estribor, interiormente circula el circuito cerrado de agua dulce cuyo recorrido comienza en la salida del agua del motor principal, en la sala de máquinas, luego pasa a través del fondo del casco y entra al "keelcooler", tal como se muestra en la figura Fig. 31 recorre el circuito de banda a banda y por transferencia de calor con el agua de mar se extrae todo el calor, nuevamente vuelve a ingresar a la sala de máquinas e ingresa al motor, previamente mezclado con el agua que tiene el tanque de expansión para regular la temperatura de ingreso y evitar el choque térmico.

En algunos casos, si se quiere evitar el uso del enfriador de quilla, se puede instalar una serie de intercambiadores de calor que pueden trabajar en serie pero la desventaja de este sistema es que estos son

enfriadores tubulares a través de los cuales pasa agua de mar y debido a experiencias anteriores estos enfriadores de calor se obstruyen haciendo que la transferencia de calor sea deficiente y, por tanto, resultaba en una elevación de la temperatura del motor.

4.17.1.2 Bomba de Agua

La bomba de agua es semejante a la de los motores mecánicos con la única diferencia que el caudal que produce circula por la caja de termostatos, tanque de expansión, camisetas, turbos y enfriador de aceite.

4.17.1.3 Tanque de Expansión

Es un tanque cuya función es regular el nivel de agua en el sistema de enfriamiento y regula la temperatura de agua al ingresar al motor principal.

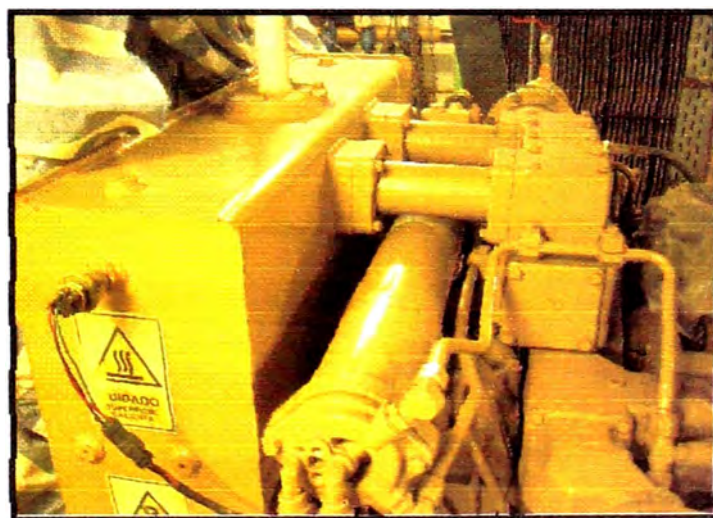


Fig. 4.13 Tanque de expansión.

4.17.1.4 Caja de Termostatos

Cuando el motor arranca en frío, los termostatos se cierran haciendo que el agua que se encuentra únicamente en el motor circule dentro de él hasta que se alcance la temperatura de operación normal, en este momento los termostatos se abren permitiendo que el agua que retorna del "keelcooler" se mezcle con el agua del tanque de expansión para su ingreso al motor.

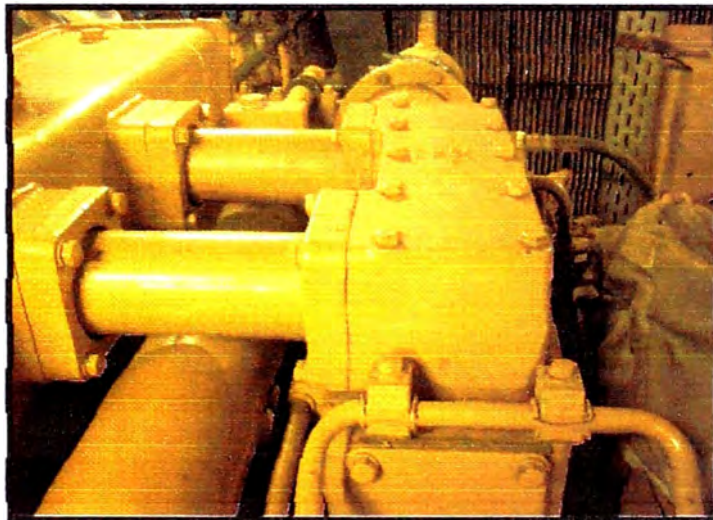


Fig. 4.14 Caja de termostatos.

A continuación se muestra la vista general del motor CAT 3508B de inyección electrónica instalado en la sala de máquinas.



Fig. 4.15 Vista general de motor electrónico.

CAPITULO V

JUSTIFICACIÓN TÉCNICO ECONÓMICA DE LA INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DEL MOTOR DIESEL CON CONTROL ELECTRÓNICO

La justificación técnico económica se genera teniendo en consideración los datos históricos obtenidos mediante el registro desde el año 2,000 hacia delante.

Tecnológica de Alimentos S.A. es una empresa pesquera dedicada a la extracción de anchoveta (*engraulis ringens*), para la fabricación de harina de pescado y la extracción de aceite de pescado; tiene la mayor capacidad de bodega y participación en el litoral peruano. Actualmente, representa aproximadamente el 21.3% la cuota total asignada por el gobierno a la captura de anchoveta.

La operación promedio actual durante las temporadas de pesca varía entre 10 a 15 días por temporada, distribuidas en diferentes meses del año. En total, se hace al año el equivalente de casi 3 a 4 meses (Pesca del Norte). Estas temporadas son aprobadas, monitoreadas y auditadas por el Ministerios de la Producción y Pesquería y el IMARPE.

La empresa tiene actualmente 80 embarcaciones, con motores de diferente marcas y modelos, también sus capacidades de bodegas son diversas, por ejemplo, hay embarcaciones que son de 140 TM a 750 TM. Estas embarcaciones

están distribuidas por flotas, capacidades de bodega y puertos de operación. En temporada de pesca, y en concordancia con la distribución de la pesca (de anchoveta), se obliga a las embarcaciones a recorrer el litoral peruano y por lo tanto, la flota no se haya operando en el mismo puerto todo el tiempo. Cuando termina la temporada del norte (pesca del norte) empieza la temporada de pesca en el sur del país, desde Planchada hasta la frontera del Perú (ILO), zona que en menor grado contribuye a generar dividendos para la empresa.

A continuación se presenta un cuadro donde se muestran los nombres de las embarcaciones, motores con los que cuentan actualmente y sus respectivas capacidades de bodega, por flota.

Tabla 5.1 Lista de la flota pesquera de Tecnológica de Alimentos S.A.

FLOTA	EMBARCACION	TM	MARCA
FLOTA 1	AMAZONAS 10	180	Detroit Diesel
FLOTA 1	ASIA 3	200	Detroit Diesel
FLOTA 1	CHAO 2	200	Detroit Diesel
FLOTA 1	GUANAPE 9	200	Detroit Diesel
FLOTA 1	IKA 1	200	Detroit Diesel
FLOTA 1	MANU 7	180	Detroit Diesel
FLOTA 1	RIMAC 4	180	Caterpillar
FLOTA 1	SAN LORENZO 2	180	Detroit Diesel
FLOTA 1	SAN PEDRO 3	200	Detroit Diesel
FLOTA 1	SANTA 9	180	Detroit Diesel
FLOTA 1	SAN LORENZO 1	180	Volvo
FLOTA 1	BRAVO 1	270	Caterpillar
FLOTA 2	CAPLINA 8	180	Detroit Diesel
FLOTA 2	DORIS	180	Caterpillar
FLOTA 2	EL SOL	180	Detroit Diesel
FLOTA 2	JEQUETEPEQUE 6	180	Caterpillar
FLOTA 2	NAPO 3	180	Detroit Diesel
FLOTA 2	PESCO 1	200	Detroit Diesel
FLOTA 2	RIMAC 2	180	Detroit Diesel
FLOTA 2	SAN PEDRO 4	350	<i>Embarcacion con 2 motores Caterpillar</i>
FLOTA 2	TASA 12	140	Detroit Diesel
FLOTA 2	ESTHER 4	270	Detroit Diesel
FLOTA 2	BRAVO 2	300	Caterpillar
FLOTA 2	BRAVO 10	400	Caterpillar
FLOTA 3	COSTA AZUL	270	Caterpillar
FLOTA 3	FERROL	320	Caterpillar

FLOTA	EMBARCACION	TM	MARCA
FLOTA 3	FLAMINGO	270	Caterpillar
FLOTA 3	JUNIN 8	350	Caterpillar
FLOTA 3	PIZARRO 10	270	Caterpillar
FLOTA 3	PUNTA SAL	270	Caterpillar
FLOTA 3	SAMOA	320	MTU
FLOTA 3	SECHIN 1	320	Caterpillar
FLOTA 3	TARATA 3	320	Caterpillar
FLOTA 3	TASA 21	270	Caterpillar
FLOTA 3	TASA 23	270	Caterpillar
FLOTA 3	TASA 32	350	Caterpillar
FLOTA 3	TASA 33	300	Caterpillar
FLOTA 3	DON ENRIQUE	350	Caterpillar
FLOTA 4	HUANDOY	320	Caterpillar
FLOTA 4	HUARMEY 5	270	Caterpillar
FLOTA 4	HUASCARAN	320	Caterpillar
FLOTA 4	ITJ 1	320	Caterpillar
FLOTA 4	MISTI 1	320	Caterpillar
FLOTA 4	TASA 22	270	Caterpillar
FLOTA 4	TASA 31	320	Caterpillar
FLOTA 4	VEGUETA	320	Caterpillar
FLOTA 4	ZANA	320	Caterpillar
FLOTA 4	CONTUMAZA 4	350	Embarcacion con 2 motores Volvo
FLOTA 4	BRAVO 7	350	Caterpillar
FLOTA 5	CAJAMARCA 9	350	Caterpillar
FLOTA 5	ESTRELLA	420	Caterpillar
FLOTA 5	INANSA	420	Caterpillar
FLOTA 5	INDEPENDENCIA 1	420	Caterpillar
FLOTA 5	INDEPENDENCIA 2	420	Caterpillar
FLOTA 5	OLMOS 2	420	Caterpillar
FLOTA 5	SALKANTAY	420	Caterpillar
FLOTA 5	SECHIN 2	420	Caterpillar
FLOTA 5	SIPAN	420	Caterpillar
FLOTA 5	TASA 43	450	MAN
FLOTA 5	TASA 44	450	MAN
FLOTA 5	TASA 45	450	MAN
FLOTA 5	TASA 61	550	DEUTZ
FLOTA 5	BRAVO 3	300	Caterpillar
FLOTA 5	BRAVO 4	340	Caterpillar
FLOTA 6	COPETSA 1	550	MAN
FLOTA 6	COPETSA 2	550	Caterpillar
FLOTA 6	COPETSA 4	550	Caterpillar
FLOTA 6	DON ABRAHAM	750	Caterpillar
FLOTA 6	DOÑA BEILA	450	Caterpillar
FLOTA 6	GUILLERMO	450	Caterpillar
FLOTA 6	TASA 41	450	MAN
FLOTA 6	TASA 42	450	Caterpillar
FLOTA 6	TASA 51	550	Caterpillar
FLOTA 6	TASA 52	550	Caterpillar
FLOTA 6	TASA 53	550	Caterpillar
FLOTA 6	TASA 54	550	MAN
FLOTA 6	TASA 55	550	MAN
FLOTA 6	TASA 56	550	Caterpillar
FLOTA 6	ESTHER 7	450	Caterpillar
FLOTA 6	BRAVO 9	400	Caterpillar

Luego de proyectar costos operativos, costos de mantenimiento, costos repuestos y servicio post – venta se decidió cambiar en una primera etapa los motores a algunas embarcaciones las cuales tenían los motores más antiguos de la flota para empezar una fase de modernización de la flota para mejorar su desempeño, eficiencia, aminorar el consumo de combustible y bajar costos operativos a largo plazo.

Ya que los motores electrónicos se estaban probando por primera vez en el Perú se decidió cambiar de motor a las siguientes embarcaciones.

Tabla 5.2 Lista de embarcación para cambio de motor

EMBARCACIÓN	MOTOR ANTIGUO	MOTOR NUEVO
CHAO 2	CAT 353D	DETROIT 6062HK21
RIMAC 4	CAT 353D	DETROIT 6062HK21
SANTA 9	CAT 353D	DETROIT 6062HK21
IKA 1	CAT 353D	DETROIT 6062HK21
NAPO 3	CAT 3412	DETROIT 6062HK21
EL SOL	GM 12V71	DETROIT 6062HK21
PESCO 1	GM 16V71	DETROIT 6062HK21

5.1 ANÁLISIS ECONÓMICO DE REEMPLAZO DE MOTORES PRINCIPALES

En lo que respecta a los costos de mantenimiento de un motor antiguo, estos son muy altos porque conseguir los repuestos es cada vez más difícil ya que las casas matrices van descontinuando los repuestos porque ya dejaron de ser comerciales, los overhaules que se hacen ya son numerosos y a veces han llegado a representar el 70% del precio de un motor nuevo.

Adicionalmente se sabe que la confiabilidad de una máquina que ha cumplido con su vida útil recomendada por el fabricante es cada vez más crítica y, por tanto, el costo de oportunidad que se podría perder en el negocio pesquero es muy elevado debido a la falla de la máquina propulsora.

Para el análisis económico la empresa se considera lo siguiente:

- Costos de mantenimiento programados, estos datos incluyen los costos de mantenimiento programado, vale decir, las reparaciones de 4000, 6000 horas, reparaciones parciales, reparaciones totales (overhaul). Los motores nuevos tienen costos estimados acorde al mantenimiento preventivo recomendado por el fabricante.
- Los costos de mantenimiento correctivo no programado, que son costos de mantenimiento básicos y son datos históricos basados en las reparaciones realizadas en ocasiones previas durante temporada de operación o veda.
- Los costos de operación del motor son datos de los motores antiguos históricos y se considera principalmente el consumo de combustible promedio acorde a los datos históricos por embarcación, adicionalmente se considera el mantenimiento correctivo por operación de pesca.
- También se considera costos tales como el consumo de aceite de motor, filtros de aire, consumo de filtros de petróleo (primarios y secundarios), filtros separadores de agua/combustible, aditivo para el agua del sistema de refrigeración (inhibidor de corrosión), fajas y otros.
- Para los años desde 2006 en adelante se considera la misma cantidad de días de operación.

A continuación se muestran los costos operativos para motores antiguos y nuevos basados en la información registrada en el sistema interno de la empresa.

5.2 COSTOS OPERATIVOS DE MOTORES ANTIGUOS

Son los costos de mantenimiento correctivo, mantenimiento programado, consumo de combustible y lubricantes.

5.2.1 Costos de Mantenimiento Correctivo no Programado Menor

Son los costos del mantenimiento correctivo que no ha sido programado y que surgen de la operación en misma. Básicamente, es atender fallas menores atendidas en operación y veda.

Se presenta el cuadro histórico obtenido del las operaciones anuales desde los años 2000 al 2005 y se hace una proyección en el tiempo para los años subsiguientes.

Tabla 5.3 Datos históricos de los costos de mantenimiento correctivo no programado

Embarcación	Año	(MCNP + MPm) / HO (2)/(3)	Gasto US\$	(1) MPmayor	(2) MCNP+ MPmenor	Días Operación	(3) HO Estimada
CHAO 2	2,000		59,183.40			212.00	3,551.75
	2,001		28,861.88			177.00	2,965.38
	2,002		74,266.64			265.00	4,439.69
	2,003	6.15	18,331.23		18,331.23	178.00	2,982.13
	2,004	2.67	20,092.85	12,000.00	8,092.85	181.00	3,032.39
	2005/Julio	2.27	5,281.06		5,281.06	139.00	2,328.74
	2006 y siguientes	3.69	9,980.56		9,980.56	161.25	2,701.44
RIMAC 4	2,000		14,741.64			175.00	3,091.51
	2,001		36,228.32			156.00	2,755.86
	2,002		81,531.69			225.00	3,974.80
	2,003	5.06	16,521.19		16,521.19	185.00	3,268.17
	2,004	6.72	21,606.43		21,606.43	182.00	3,215.17
	2005/Julio	6.07	20,540.95	13,682.00	6,858.95	64.00	1,130.61

	2006 y siguientes	5.95	27,342.69	10,524.13	16,818.56	160.08	2,827.93
SANTA 9	2,000		53,828.38			175.00	3,091.51
	2,001		9,565.18			156.00	2,755.86
	2,002		29,032.91			225.00	3,974.80
	2,003	1.76	5,749.81		5,749.81	185.00	3,268.17
	2,004	4.31	13,841.91		13,841.91	182.00	3,215.17
	2,005	10.52	29,896.16	18,000.00	11,896.16	64.00	1,130.61
	2006 y siguientes	5.53	26,159.20	10,524.13	15,635.07	160.08	2,827.93
NAPO 3	2,000		7,491.97			172.00	3,038.51
	2,001		13,533.75			186.00	3,285.83
	2,002		79,732.18			227.00	4,010.13
	2,003	3.45	9,337.44		9,337.44	153.00	2,702.86
	2,004	1.86	6,796.24		6,796.24	207.00	3,656.81
	2005/Julio	2.77	9,039.89	4,491.00	4,548.89	93.00	1,642.92
	2006 y siguientes	2.69	26,233.22	18,614.83	7,618.39	160.08	2,827.93
EL SOL	2,000		13,756.97			230.00	4,063.13
	2,001		21,322.12			177.00	3,126.84
	2,002	2.53	11,059.74		11,059.74	247.00	4,363.44
	2,003	2.58	7,521.60		7,521.60	165.00	2,914.85
	2,004	2.44	8,265.14		8,265.14	192.00	3,391.83
	2005/Julio	1.65	4,587.92		4,587.92	157.00	2,773.53
	2006 y siguientes	3.07	14,892.37	6,214.37	8,678.00	160.08	2,827.93
PESCO 1	2,000						
	2,001		13,060.94			117.00	1,960.17
	2,002	1.24	4,766.77		4,766.77	230.00	3,853.32
	2,003	1.76	5,071.82		5,071.82	172.00	2,881.61
	2,004	7.60	28,420.75	10,460.00	17,960.75	141.00	2,362.25
	2005/Julio	3.25	7,285.51		7,285.51	134.00	2,244.98
	2006 y siguientes	4.62	20,844.10	8,395.41	12,448.69	161.00	2,697.32
IKA 1	2,000		13,781.17			169.00	2,831.35
	2,001		12,698.91			196.00	3,283.70
	2,002		47,897.01			234.00	3,920.33
	2,003	1.38	3,611.68		3,611.68	156.00	2,613.55
	2,004	1.39	4,390.75		4,390.75	188.00	3,149.67
	2005/Julio	5.39	5,687.46		5,687.46	63.00	1,055.47
	2006 y siguientes	2.72	17,405.37	10,053.42	7,351.96	161.25	2,701.44

5.2.2 Costos de Mantenimiento Correctivo Programado

A continuación se presenta los datos de los costos aproximados por modelo de motor, incluye los mantenimientos mayores, es decir,

mantenimiento de 4000, 5000, 6000, 10000 horas que se siguen por manuales de fabricantes (mantenimiento preventivo) y que se llevarán a costos horarios.

Tabla 5.4 COSTOS DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO DE MOTOR CAT D353

Horas	Descripción	Mano de Obra (US\$)	Repuestos (US\$)	Trabajos de Taller (US\$)	Materiales (US\$)	Imprevistos (US\$)	Total (US\$)	60%
6,000	* MANTENIMIENTO DE 6,000 HRS.	500.00	7,000.00	600.00	50.00	0.00	8,150.00	4,890.00
10,000	* REACONDICIONAMIENTO PARCIAL.	3,000.00	20,000.00	1,500.00	100.00	3,000.00	27,600.00	16,560.00
16,000	* MANTENIMIENTO DE 6,000 HRS.	500.00	7,000.00	600.00	50.00	0.00	8,150.00	4,890.00
20,000	* REACONDICIONAMIENTO GENERAL	7,000.00	60,000.00	8,000.00	150.00	5,000.00	80,150.00	48,090.00
TOTALES - US\$		11,000.00	94,000.00	10,700.00	350.00	8,000.00	124,050.00	74,430.00
							COSTO HORARIO \$/HR	3.70

Tabla 5.5 COSTOS DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO DE MOTOR CAT D3412

Horas	Descripción	Mano de Obra (US\$)	Repuestos (US\$)	Trabajos de Taller (US\$)	Materiales (US\$)	Imprevistos (US\$)	Total (US\$)	60%
4,000	* MANTENIMIENTO DE 4,000 HRS.	0.00	14,000.00	1,600.00	100.00	0.00	15,700.00	9,420.00
8,000	* MANTENIMIENTO DE 4,000 HRS.	0.00	14,000.00	1,600.00	100.00	0.00	15,700.00	9,420.00
12,000	* REACONDICIONAMIENTO GENERAL	0.00	49,000.00	8,000.00	150.00	3,000.00	60,150.00	60,150.00
TOTALES - US\$		0.00	77,000.00	11,200.00	350.00	3,000.00	91,550.00	78,990.00
							COSTO HORARIO \$/HR	6.58

Tabla 5.6 COSTOS DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO DE MOTOR GM 12V-71

Horas	Descripción	Mano de Obra (US\$)	Repuestos (US\$)	Trabajos de Taller (US\$)	Materiales (US\$)	Imprevistos (US\$)	Total (US\$)	60%
5,000	* REACONDICIONAMIENTO PARCIAL.	0.00	7,000.00	800.00	0.00	0.00	7,800.00	
10,000	* REACONDICIONAMIENTO PARCIAL.	0.00	7,000.00	800.00	0.00	0.00	7,800.00	4,680.00
12,000	* REACONDICIONAMIENTO GENERAL	0.00	25,000.00	8,000.00	150.00	3,000.00	36,150.00	21,690.00
TOTALES - US\$		0.00	39,000.00	9,600.00	150.00	3,000.00	51,750.00	26,370.00
COSTO HORARIO \$/HR							2.20	

Tabla 5.7 COSTOS DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO DE MOTOR GM 16V-71

Horas	Descripción	Mano de Obra (US\$)	Repuestos (US\$)	Trabajos de Taller (US\$)	Materiales (US\$)	Imprevistos (US\$)	Total (US\$)	60%
5,000	* REACONDICIONAMIENTO PARCIAL.	0.00	12,000.00	2,000.00	100.00	1,000.00	15,100.00	
10,000	* REACONDICIONAMIENTO PARCIAL.	0.00	12,000.00	2,000.00	100.00	1,000.00	15,100.00	9,060.00
12,000	* REACONDICIONAMIENTO GENERAL	0.00	35,000.00	9,000.00	150.00	3,000.00	47,150.00	28,290.00
TOTALES - US\$		0.00	59,000.00	13,000.00	350.00	5,000.00	77,350.00	37,350.00
COSTO HORARIO \$/HR							3.11	

Tabla 5.8 COSTOS DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO DE MOTOR CAT D379

Horas	Descripción	Mano de Obra (US\$)	Repuestos (US\$)	Trabajos de Taller (US\$)	Materiales (US\$)	Imprevistos (US\$)	Total (US\$)	60%
6,000	* MANTENIMIENTO DE 6,000 HRS.	0.00	15,000.00	1,000.00	100.00	0.00	16,100.00	9,660.00
10,000	* REACONDICIONAMIENTO PARCIAL.	0.00	30,000.00	2,000.00	100.00	4,000.00	36,100.00	21,660.00
16,000	* MANTENIMIENTO DE 6,000 HRS.	0.00	15,000.00	1,000.00	100.00	0.00	16,100.00	9,660.00
18,000	* REACONDICIONAMIENTO GENERAL	0.00	60,000.00	12,000.00	4,000.00	6,000.00	82,000.00	82,000.00
TOTALES - US\$		0.00	120,000.00	16,000.00	4,300.00	10,000.00	150,300.00	122,980.00
COSTO HORARIO \$/HR							6.83	

Tabla 5.9 COSTOS DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO DE MOTOR CAT D398

Horas	Descripción	Mano de Obra (US\$)	Repuestos (US\$)	Trabajos de Taller (US\$)	Materiales (US\$)	Imprevistos (US\$)	Total (US\$)	60%
6,000	* MANTENIMIENTO DE 6,000 HRS.	0.00	15,000.00	1,000.00	100.00	0.00	16,100.00	9,660.00
10,000	* REACONDICIONAMIENTO PARCIAL.	0.00	35,000.00	2,000.00	100.00	2,000.00	39,100.00	23,460.00
6,000	* MANTENIMIENTO DE 6,000 HRS.	0.00	15,000.00	1,000.00	100.00	0.00	16,100.00	9,660.00
18,000	* REACONDICIONAMIENTO GENERAL	0.00	80,000.00	11,000.00	4,000.00	5,000.00	100,000.00	100,000.00
TOTALES - US\$		0.00	145,000.00	15,000.00	4,300.00	7,000.00	171,300.00	142,780.00
COSTO HORARIO \$/HR							7.93	

5.2.3 Costos De Combustible

Los escenarios de la pesca son variables, ya que dependiendo de las condiciones de temperatura, salinidad del agua de mar, las corrientes frías, calientes, etc. La especie y su distribución varían a lo largo del litoral, la zona de pesca puede estar a varias horas de navegación, por ejemplo, desde 10 horas aproximadamente, o muy por el contrario la zona de pesca puede estar a sólo 3 horas del puerto de descarga. Para poder hacer una comparación de las horas anuales por cada motor se tendrá en cuenta una distancia promedio histórica (80 millas) para motores antiguos y motores nuevos. Ya que la eficiencia del motor nuevo es más elevada se considera una mayor velocidad promedio en navegación y por ende las horas de navegación se reducen con lo cual se realiza el estimado del tiempo de operación anual y se muestra en los siguientes cuadros.

Los siguientes cuadros muestran las horas de operación para motores antiguos cuando están con y sin pesca.

Tabla 5.10 Cuadro de costos del consumo de combustible de motores antiguos.

Embarcación	Motor Antiguo	Distancia a Zona de Pesca (millas)	Consumo de Combustible (gal/hr)	Gasto en Combustible (US\$/año)	Horas de Operación/año	SIN PESCA				
						Velocidad anterior (knot)	Tiempo a Zonas de Pesca - Antes (hr)	Consumo Ida (gal)	Cantidad Viajes Ida/año	US\$/año
CHAO 2	CAT 353	80	15.39	46,888.13	3,045.76	9.00	8.89	136.84	161	22,065.00
RIMAC 4	CAT 353	80	15.39	46,548.93	3,023.72	9.00	8.89	136.84	160	21,905.38
SANTA 9	CAT 353	80	15.39	46,548.93	3,023.72	9.00	8.89	136.84	160	21,905.38
IKA 1	CAT 353	80	15.39	46,888.13	3,045.76	9.00	8.89	136.84	161	22,065.00
NAPO 3	CAT 3412	80	13.83	33,813.33	2,444.85	11.00	7.27	100.58	160	16,101.59
EL SOL	GM 12V71	80	14.32	49,129.29	3,430.27	8.00	10.00	143.22	160	22,927.00
PESCO 1	GM 16V71	80	17.92	48,804.78	2,723.27	10.00	8.00	143.37	161	23,118.05

Embarcación	Motor Antiguo	Distancia a Zona de Pesca (millas)	Consumo de Combustible (gal/hr)	Gasto en Combustible (US\$/año)	Horas de Operación/año	CON PESCA				
						Velocidad anterior (knot)	Tiempo a Puerto - Antes (hr)	Consumo Retorno (gal)	Cantidad Viajes Retorno/año	US\$/año
CHAO 2	CAT 353	80	15.39	46,888.13	3,045.76	8.00	10.00	153.95	161	24,823.13
RIMAC 4	CAT 353	80	15.39	46,548.93	3,023.72	8.00	10.00	153.95	160	24,643.55
SANTA 9	CAT 353	80	15.39	46,548.93	3,023.72	8.00	10.00	153.95	160	24,643.55
IKA 1	CAT 353	80	15.39	46,888.13	3,045.76	8.00	10.00	153.95	161	24,823.13
NAPO 3	CAT 3412	80	13.83	33,813.33	2,444.85	10.00	8.00	110.64	160	17,711.74
EL SOL	GM 12V71	80	14.32	49,129.29	3,430.27	7.00	11.43	163.68	160	26,202.29
PESCO 1	GM 16V71	80	17.92	48,804.78	2,723.27	9.00	8.89	159.30	161	25,686.73

5.2.4 Costos de Lubricante

A continuación se presenta el cuadro con los costos de lubricantes estimados para los motores antiguos que se utilizaban antes de reemplazarlos. Se considera un factor de rellenos entre 1.05 a 1.1 por motivos de pérdidas por malas maniobras durante los rellenos, la frecuencia de cambio depende del motor y su recomendación de fábrica y la capacidad aproximada de cada carter.

Tabla 5.11 Cuadro de costos de lubricantes de motores antiguos

Motor	Aceite usado	Fact. Rellenos	FREC.	Cap. Carter (gal)	US\$/GAL	US\$/HR
CAT 353	Mobil 1340	1.05	250	15.00	3.75	0.2363
CAT 3412	Mobil MX 15W-40	1.05	450	35.00	4.51	0.3683
GM 12V71	Mobil 1240	1.10	150	15.00	3.75	0.4125
GM 16V71	Mobil 1240	1.10	150	17.25	3.75	0.4744
CAT 379	Mobil 1340	1.10	800	110.00	3.75	0.5672
CAT 398	Mobil 1340	1.10	750	75.00	3.75	0.4125

Finalmente, se presenta el cuadro resumen de los costos horarios por operación de los motores antiguos de la flota para las embarcaciones mencionadas. El costo de operación anual se halló multiplicando las horas al año que se operaron históricamente por la sumatoria del mantenimiento correctivo no programado, más mantenimiento mayor, más el gasto de combustible y el consumo de aceite lubricante.

$$\text{Costo operación anual} = \text{Horas / año} * (\text{MCNP} + \text{MP MAYOR} + \text{COMBUSTIBLE} + \text{ACEITE})$$

Tabla 5.12 Cuadro con los costos de operación anual de los motores antiguos.

Embarcación	Motor Antiguo	Costo de Operación Anual US\$	Horas/año	MCNP+MP menor (US\$/hr)	MP mayor (US\$/hr)	Combustible (US\$/hr)	Aceite Lubr. (US\$/hr)
CHAO 2	CAT 353	135,037.96	2,701	3.6945	3.7215	42.3351	0.2363
RIMAC 4	CAT 353	147,731.27	2,828	5.9473	3.7215	42.3351	0.2363
SANTA 9	CAT 353	146,547.78	2,828	5.5288	3.7215	42.3351	0.2363
NAPO 3	CAT 3412	134,831.25	2,828	2.6940	6.5825	38.0337	0.3683
EL SOL	GM 12V71	127,440.23	2,828	3.0687	2.1975	39.3862	0.4125
PESCO 1	GM 16V71	155,295.08	2,701	4.6152	3.1125	49.2839	0.4744
IKA 1	CAT 353	132,409.36	2,701	2.7215	3.7215	42.3351	0.2363

5.3 COSTOS OPERATIVOS DE MOTORES NUEVOS

Para el caso de los motores modernos se está haciendo consideraciones tales como:

5.3.1 Costos de Mantenimiento Programado Mayor

Se basa en el mantenimiento preventivo recomendado por el fabricante de la marca MTU, el cual considera ya la mano de obra y repuestos a todo costo.

Tabla 5.13 Costos de mantenimiento mayor de motores nuevos

DESCRIPCIÓN	FREC. (HRS)	COSTO (US\$)	COSTO (US\$/HR)
COSTO MANTENIMIENTO MAYOR			4.75
Reparación de inyectores, turbo y enfriadores	4,000	10,000	
Reacondicionamiento Parcial	8,000	21,000	
Reparación de inyectores, turbo y enfriadores	12,000	10,000	
Reacondicionamiento General	16,000	35,000	
TOTAL		76,000	

Se hace un estimado del mantenimiento correctivo menor que no se programa ya que es parte del plan de mantenimiento durante la época de pesca.

Tabla 5.14 Costo mantenimiento correctivo no programado

DESCRIPCIÓN	US\$
COSTO M.C.N.P. (ENTRE OVERHAUL)	10,000
COSTO M.C.N.P. (US \$/HR)	0.6250

5.3.2 Costos De Mantenimiento Basico

Estos costos incluyen el mantenimiento básico cuando se opera la máquina principal.

Tabla 5.15 Costos de mantenimiento básico de motores nuevos

DESCRIPCIÓN	Unidad	P.U. (US\$)	CANT.	FREC. (HRS)	COSTO/HR
COSTO MANTENIMIENTO BÁSICO					1.12
Cambio de filtros de aceite	Pz	17.40	2	1,000	0.0348
Cambio de filtros de petróleo primarios	Pz	24.30	2	250	0.1944
Cambio de filtros de petróleo secundario	Pz	7.80	1	250	0.0312
Cambio de filtros racor	Pz	9.60	2	150	0.1280
Cambio de filtro de aire	Pz	288.00	1	1,000	0.2880
Cambio de aceite sintético	Gln.	14.18	10	1,000	0.1418
Dosis de Power Cool (anticorrosivo)	Gln.	37.60	3	500	0.2256
Otros		20.26	1	250	0.0810

5.3.3 Costos de Combustible

Los siguientes cuadros muestran las horas de operación para motores nuevos cuando están con pesca y sin pesca.

Tabla 5.16 Costos de combustible para motores nuevos

Embarcación	Motor Nuevo	Distancia a Zona de Pesca (millas)	Consumo de Combustible (gal/hr)	Gasto en Combustible (US\$/año)	Horas de Operación/año	SIN PESCA				
						Velocidad mejorada (knot)	Tiempo a Zonas de Pesca - Despues (hr)	Consumo ida (gal)	Cantidad Viajes regreso/año	US\$/año
CHAO 2	DETROIT 6062HK21	80	10.50	27,157.21	2,586.40	10.50	7.62	80.00	161	12,899.68
RIMAC 4	DETROIT 6062HK21	80	10.50	26,960.75	2,567.69	10.50	7.62	80.00	160	12,806.36
SANTA 9	DETROIT 6062HK21	80	10.50	26,960.75	2,567.69	10.50	7.62	80.00	160	12,806.36
IKA 1	DETROIT 6062HK21	80	10.50	27,157.21	2,586.40	10.50	7.62	80.00	161	12,899.68
NAPO 3	DETROIT 6062HK21	80	10.50	25,670.93	2,444.85	11.00	7.27	76.36	160	12,224.25
EL SOL	DETROIT 6062HK21	80	10.50	26,960.75	2,567.69	10.50	7.62	80.00	160	12,806.36
PESCO 1	DETROIT 6062HK21	80	10.50	27,157.21	2,586.40	10.50	7.62	80.00	161	12,899.68

Embarcación	Motor Nuevo	Distancia a Zona de Pesca (millas)	Consumo de Combustible (gal/hr)	Gasto en Combustible (US\$/año)	Horas de Operación/año	CON PESCA				
						Velocidad mejorada (knot)	Tiempo a Puerto - Despues (hr)	Consumo Retorno (gal)	Cantidad Viajes Retorno/año	US\$/año
CHAO 2	DETROIT 6062HK21	80	10.50	27,157.21	2,586.40	9.50	8.42	88.42	161	14,257.54
RIMAC 4	DETROIT 6062HK21	80	10.50	26,960.75	2,567.69	9.50	8.42	88.42	160	14,154.40
SANTA 9	DETROIT 6062HK21	80	10.50	26,960.75	2,567.69	9.50	8.42	88.42	160	14,154.40
IKA 1	DETROIT 6062HK21	80	10.50	27,157.21	2,586.40	9.50	8.42	88.42	161	14,257.54
NAPO 3	DETROIT 6062HK21	80	10.50	25,670.93	2,444.85	10.00	8.00	84.00	160	13,446.68
EL SOL	DETROIT 6062HK21	80	10.50	26,960.75	2,567.69	9.50	8.42	88.42	160	14,154.40
PESCO 1	DETROIT 6062HK21	80	10.50	27,157.21	2,586.40	9.50	8.42	88.42	161	14,257.54

El costo total de operación de los motores nuevos se halla como sigue:

$$\text{COSTO / HORA: COSTO MATTO BASICO + MANTTO MAYOR + MCNP + COMBUSTIBLE}$$

$$\text{COSTO / HORA : 35.34 (US\$/HR)}$$

Teniendo en consideración las horas históricas que han operado las embarcaciones en el pasado se obtiene el siguiente cuadro de costo anual, y se aprecia que el costo operativo anual es mucho menor que los motores antiguos en sus diferentes modelos.

Tabla 5.17 Costos de operación anual de motores nuevos.

Embarcación	Horas Operac. Anual	Costo Anual Mantto., combust. Y lubricant. US\$
CHAO 2	2,242	79,226
RIMAC 4	2,372	83,812
SANTA 9	2,372	83,812
NAPO 3	2,828	99,927
IKA 1	2,242	79,226
EL SOL	1,965	69,447
PESCO 1	2,565	90,621

Los costos operativos del motor mecánico y el motor electrónico se ven proyectados en el siguiente cuadro en donde se puede apreciar un grana ahorro del orden de casi \$ 400000 anuales y solo para siete embarcaciones.

Tabla 5.18 Diferencia de costos operativos de los motores mecánicos y motores electrónicos

Embarcación	Costo Operativo motor electrónico	Costo Operativo motor mecánico	Diferencia de costo operativo
CHAO 2	79,226	135,037.96	55,811.96
RIMAC 4	83,812	147,731.27	63,919.27
SANTA 9	83,812	146,547.78	62,735.78
NAPO 3	99,927	134,831.25	34,904.25
EL SOL	79,226	127,440.23	48,214.23
PESCO 1	69,447	155,295.08	85,848.08
IKA 1	90,621	132,409.36	41,788.36
Total			US\$ 393,221.93

CONCLUSIONES

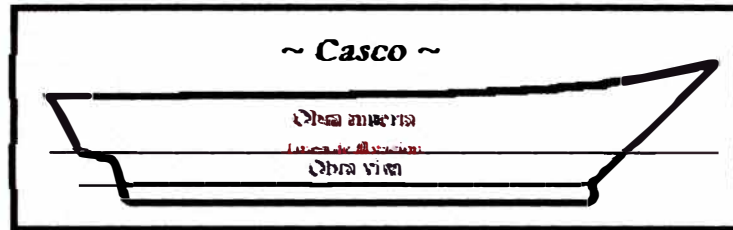
1. El motorista o jefe de máquinas tiene más facilidad para poder desempeñar sus labores operativas porque el motor tiene la capacidad de autodiagnosticarse y, por tanto, puede informar permanentemente del estado de los parámetros de funcionamiento.
2. Las embarcaciones han mejorado su índice de disponibilidad en temporada de pesca porque han presentado fallas salvables, por tanto, el costo del lucro cesante ha disminuido de manera muy significativa.
3. Durante el periodo de operación anual proyectado se puede apreciar que la diferencia de dinero es del orden de US\$400,000, el mayor ahorro que se va a producir es por la reducción del consumo de combustible que es del orden de US\$261,193.42 que representa el 66% del costo operativo anual de las embarcaciones.
4. La emisión de gases al medio ambiente también se reduce considerablemente puesto que el motor está regulado por la computadora e inyecta combustible en las cantidades y tiempos adecuados.
5. La modernización de la flota aumenta la confiabilidad de las máquinas y de esa manera evita el lucro cesante que significaría tener una embarcación parada por un tema de reparación o mantenimiento.
6. El motor electrónico es altamente confiable, ya que no se han tenido problemas serios en operación, pero si existe una dependencia por falta de capacitación con el representante de la marca para reparaciones menores.

BIBLIOGRAFIA

- 1. CURSO GESTION DEL MANTENIMIENTO**
XI Programa de Titulación Profesional – UNI – Facultad de Ingeniería
Mecánica
- 2. MARINE ENGINE MAINTENANCE SCHEDULES FOR MARINE
PROPULSION ENGINES USED IN COMERCIAL APLICATIONS**
Caterpillar basic instruction manual
- 3. DETROIT DIESEL ENGINE REQUIREMENTS**
Detroit diesel Corporation 2004 edition
- 4. TECHNICAL PROJECT GUIDE**
MTU – DETROIT DIESEL Marine application
- 5. APUNTES SOBRE BUQUES PESQUEROS**
Jose Nunez Basanez, Madrid 1984

GLOSARIO DE TERMINOS

Casco : Es el cuerpo del buque sin contar con su arboladura, maquinas ni pertrechos y que esta parcialmente sumergido en agua salada o dulce.



- Proa : Parte delantera del barco
- Popa : Parte trasera del barco
- Babor : Lado izquierdo del barco mirando a proa
- Estribor : Lado derecho del barco mirando a popa
- Eslora : Eslora hace referencia a la longitud de un barco
- Manga : Es la medida transversal en la sección media del barco
- Crujía : Plano central del barco
- Desplazamiento : El peso del agua desplazada por el casco del barco.
- V : Velocidad de la embarcación.
- L : Eslora de la embarcación.

