

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

“Mejoramiento de la Productividad de la Camaronera Zulema II,
por la Implantación de Sistema de Mantenimiento Preventivo y
Correctivo de Grupos de Bombeo”

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO MECANICO

Presentado por:

ANGEL ALBERTO UQUILLAS ALBAN

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2005

AGRADECIMIENTO

A Dios nuestro creador, a mis Padres Angel y Elba por el apoyo y amor incondicional brindado, a todas las personas que de uno u otro modo colaboraron en la realización de este trabajo y especialmente al Ing. Ignacio Wiesner F., Director de Tesis, por su invaluable ayuda.

DEDICATORIA

A la memoria de RENÉ por sus enseñanzas y consejos, a mi esposa JESSICA, y a mis hijos KEVIN Y DIEGO, gracias por compartir los momentos difíciles e importantes de mi vida.

TRIBUNAL DE GRADUACION

Ing. Eduardo Rivadeneira P.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Ignacio Wiesner F.
DIRECTOR DE TESIS

Dr. Alfredo Barriga R.
VOCAL

Ing. Eduardo Orcés P.
VOCAL

RESUMEN

El presente informe técnico se basa en el estudio de la productividad de una empresa dedicada a la siembra, cosecha y comercialización del camarón. Para lo cual se realizan visitas técnicas en sitio donde se encuentran las estaciones de bombeo y se realizan pruebas de conocimiento básico a los operadores, simultáneamente se procede a realizar evaluaciones técnicas a los nueve motores a diesel que bombean las hectáreas sembradas de camarón.

Al obtener los datos de cosecha y venta del producto principal y con relación de los costos que se incurren por el mantenimiento de los motores se obtiene una productividad inicial de 2,84. Cabe mencionar que el costo por hora del mantenimiento de los equipos estaba a USD/hr 7,50.

En el capítulo dos, se empieza a implantar pequeños cambios que al final se transformaran en logros importantes, se capacita al personal como operadores y técnicos de planta, en base a las evaluaciones se procede a realizar e implantar mantenimientos preventivos y correctivos que disminuye el costo por hora de mantenimiento a USD/hr 3,50 de la flota de motores y o más importante que con un mejor control de mantenimiento nuestra productividad es en los actuales momentos de 5,48. Una buena manera de

controlar y evitar que los motores colapsen es el Análisis Programado de Aceite el cual nos permite reparar a tiempo que se traduce en una minimización de costos.

En las evaluaciones de los cambios implantados se ve claramente el éxito obtenido, es importante determinar y mantener el mismo mediante mejoras continuas con procesos y sistemas de calidad confiables que nos ha permitido incrementar nuestra rentabilidad.

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	II
INDICE GENERAL.....	IV
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
INDICE DE FIGURAS.....	VIII
INDICE DE TABLAS.....	IX
INTRODUCCION.....	1

CAPITULO 1

1. DEFINICION DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la empresa.....	4
1.2 Evaluación de Personal encargado de la operación y mantenimiento de los grupos de bombeo.....	5
1.3 Evaluación de los Grupos de Bombeo.....	8
1.4 Productividad de los Grupos de Bombeo.....	10

CAPITULO 2

2. SOLUCION IMPLANTADA.

2.1 Capacitación de operadores de grupos de bombeo.....	18
2.2 Ejecución de los mantenimientos Preventivos y Correctivos, recomendados en las evaluaciones de los grupos de bombeo.....	20
2.3 Monitoreo por Análisis Periódico de aceite.....	33
2.4 Productividad actual de los grupos de bombeo	37

CAPITULO 3

3. EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS REALIZADOS.

3.1	Determinación de índice.....	39
3.2	Con relación a los costos de mantenimiento.....	42
3.3	Con relación a la productividad.....	43

CAPITULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1	Determinación de índice.....	45
4.2	Con relación a los costos de mantenimiento.....	46

APENDICES

BIBLIOGRAFIA

ABREVIATURAS

HP	Caballos de Fuerza
YHV	Cabeza Amarilla
USD	Dólares
USD / h	Dólares por hora
C	Grados Centígrados
F	Grados Farenheigh
ha	Hectáreas
h	Hora
Lb	libra
Lb/Ha	Libra por Hectárea
psi	Libras por pulgada al cuadrado
WSSV	Mancha Blanca
3306	Motor diesel de seis cilindros
IHHNV	Necrosis Hipodermal y Hematopoyética
In Hg	pulgadas de Mercurio
In H2O	pulgadas de agua
P	Productividad
RPM	Revoluciones por minuto
TSV	Síndrome de Taura

SIMBOLOGÍA

,	Coma
\$	Dólares
%	Porcentaje
\bar{X}	Promedio
.	Punto
;	Punto y coma
()	paréntesis
=	igual
/	División

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
FIGURA 1.1.	Condición del encendido anterior de los motores de Grupos de Bombeo.....6
FIGURA 1.2.	Evaluación de los conocimientos de operación a personal encargado de los grupos de bombeo.....7
FIGURA 1.3.	Estación de Bombeo con cuatro motores Camaronera Zulema II.....12
FIGURA 1.4.	Entrada de agua de mar a la camaronera Zulema II .
FIGURA 2.1.	Condición del encendido actual de los motores de Grupos de Bombeo.....19
FIGURA 2.2.	Diagrama de flujo de evaluación de motores a Diesel...22
FIGURA 2.3.	Procedimiento para llevar un eficiente mantenimiento preventivo.....25
FIGURA 2.4	Apertura de orden de trabajo para la reparación de los motores de grupo de bombeo.....26
FIGURA 2.5	Proceso de desarrollote los motores de grupo de Bombeo.....26
FIGURA 2.6	Proceso de lavado de los motores a diesel.....27
FIGURA 2.7	Proceso de evaluación de componentes para su Reutilización.....28
FIGURA 2.8	Elaboración de presupuesto definitivo de reparación de motor.....28
FIGURA 2.9	Iniciar los trabajos de reparación en el motor.....29
FIGURA 2.10	Iniciar los trabajos de reparación en el motor.....30
FIGURA 2.11	Iniciar los trabajos de reparación en el motor.....30
FIGURA 2.12	Pruebas de Denamometro.....31
FIGURA 2.13	Hoja de datos de evaluación del motor.....32
FIGURA 2.14	Área de bodega y pintura.....33
FIGURA 2.15	Procedimiento adecuado en las tomas de muestras de aceite en su motor.....37

ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
TABLA 1	Condiciones actuales de los motores a diesel.....10
TABLA 2	Producción anterior de camarón por hectárea.....11
TABLA 3	Ingreso Anterior por venta de camarón en dólares.....13
TABLA 4	Recopilación de costos de nueve motores.....16
TABLA 5	Costo por hora promedio de los nueve motores17
TABLA 6	Productividad Anterior.....17
TABLA 7	Especificaciones técnicas de motores a diesel de seis cilindros.....24
TABLA 8	Desgastes de elementos de PPM.....33
TABLA 9	Productividad Actual de la Camaronera.....38
TABLA 10	Comparación entre mantenimientos preventivo y correctivos.....41
TABLA 11	Análisis de costo por hora de mantenimiento.....42
TABLA 12	Productividad Final.....44

BIBLIOGRAFIA

- Manual de Operación y Mantenimiento de motores diesel Cat. Año 2004.
- Manual de Diagnóstico de Motores a diesel Cat. Año 2004
- Manual de Reparación y Mantenimiento de Maquinaria Pesada. Autor Herbert L. Nichols Jr. SEGUNDA EDICION Mc Gra Hill.
- Motores Diesel y sistemas de inyección. Alan Asmus / Barry Wellington.
- Información en Internet del Fabricante Caterpillar.

DECLARACION EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Ángel Alberto Uquillas Alban

INTRODUCCION

La acuicultura del camarón en Ecuador es altamente dependiente y vulnerable a las variaciones climáticas, el calentamiento de las aguas favorecería el cultivo del camarón, ya que el aumento de la temperatura disminuye los efectos del virus de la mancha blanca, por lo que se prevé un aumento de la producción del crustáceo en el país si es que las aguas se calientan en esta época invernal.

Hay dos variedades básicas de camarón en el mercado mundial, el de aguas frías y el de aguas tropicales. Los camarones se crían en grandes estanques de por lo menos un metro de profundidad.

Estos son fertilizados artificialmente con urea y superfosfato triple para estimular la producción natural de alimento o bien se añaden directamente concentrados suplementarios, y con frecuencia se utilizan ambas técnicas.

El mantenimiento de una calidad de agua favorable es un aspecto fundamental de la acuicultura del camarón. Los camarones son particularmente sensibles a la concentración de oxígeno disuelto en el agua, por lo tanto los estanques deben ser lavados y desaguados con frecuencia.

La producción súper - intensiva, de expansión demasiado rápida y la auto contaminación del agua (que se produce por el alimento no consumido por los camarones que terminan en el fondo de los estanques, como son las píldoras de harina de pescado, soya u otros sustitutos proteicos) de los estanques han provocado epidemias en la mayoría de los países productores, a veces a niveles imposibles de controlar.

CAPITULO 1

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema.

La Camaronera ZULEMA II, se fundo en 1985 en la ciudad de Guayaquil. Ubicada en la Avenida Francisco de Orellana No. 1523, se encuentra su matriz principal, en base a la expansión y logística aplicable a los negocios que manejan tienen dos sucursales, las cuales se encuentran ubicadas en el Kilómetro 26 vía Machala, en donde ejerce todos sus controles para otras haciendas bananeras.

La Camaronera fue fundada por la fusión de capitales de dos socios visionarios, los cuales realizaron varios estudios y análisis en la ubicación de la misma, las piscinas están ubicadas y funcionando en la isla Puna, así también efectúa extensiones de estudio para el desarrollo de sus programas y prestar servicios a la comunidad.

CAPITULO 2

2. ALTERNATIVAS DE SOLUCION PROPUESTA

2.1 Capacitación de operadores de grupos de bombeo.

Se implanto un programa de capacitación efectivo y constante lo cual en base a trabajo programado va a garantizar que su personal mantenga el motor en condiciones normales de operación. Esto le ayudará a reducir los costos de posesión y de operación, disminuyendo la posibilidad de avería del motor debido a prácticas inadecuadas de mantenimiento. Parte de nuestra existencia es la creación de cartillas de mantenimiento e inspecciones diarias alrededor del equipo.

Juntos hemos elaborado un programa de capacitación a la medida de su trabajo:

- Asegurándonos que su operador conozca los procedimientos correctos de arranque y parada.
- Revisando los procedimientos de mantenimiento para asegurarnos que sus operadores se atengan a las pautas recomendadas para la lubricación y mantenimiento.

CAPITULO 3

3. EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS REALIZADOS

3.1 Determinación de índice

En estos análisis de productividad se define tres índices importantes, los cuales nos van a ayudar a visualizar claramente el o los problemas que debemos reducir sus efectos en el negocio.

Índice financiero.- El cual va relacionando los costos en el tiempo acumulado en la operación y mantenimiento de los motores a diesel.

Índice de tiempo por mantenimiento programado.- Son los cambios de aceite y calibraciones normales.

Tiempo de ejecución: 0.5 días

Índice de tiempo por mantenimiento no programado.- Este resulta de las paralizaciones innecesarias que se generan por malos hábitos

CAPITULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Al aplicar técnicas sencillas de mantenimiento preventivo y correctivo y al convertir las debilidades en fortalezas, se pudo determinar las siguientes conclusiones:

- Se redujo en \$ 4.00 por hora el mantenimiento de los motores.
- Se incremento de 7,000 – 7,500 horas a 12,000 – 13,000 horas de trabajo, es decir hubo un incremento un 60%.
- PRODUCTIVIDAD se incrementó de 2.84 a 5.48, es decir un Incrementó de 93%.
- Se redujo el Índice de tiempo por mantenimiento programado a:
TIEMPO TOTAL: 2.5 DÍAS

Debido a las formas de cultivo, que terminan en altas epidemias, que disminuyen la producción, los principales países productores de hoy no necesariamente serán mañana.

A largo plazo el país puede convertirse en el principal vendedor de camarón a nivel mundial. Con nuevos métodos de siembra se pueden incrementar considerablemente las libras de camarón por hectárea cosechada.

A través del tiempo diversas enfermedades han afectado al sector camaronero, impactando directamente en el nivel de las exportaciones.

Los principales virus que afectan al cultivo de camarones son el síndrome de taura (TSV), la cabeza amarilla (YHV), la mancha blanca (WSSV) y la necrosis infecciosa hipodermal y hematopoyética (IHHNV). Los tres primeros tipos de virus pueden matar al 100% de la población de camarones; mientras que el último puede causar una mortalidad del 90% de la población y el 10% que sobrevive son portadores de la enfermedad.

En la actualidad del total de hectáreas disponibles, apenas el 60% está sembrado. El número de cosechas en el Ecuador oscila entre 2 a 2.8 por año.

El estudio en el sector camaronero determina la necesidad de ser altamente competitivos tanto en los procesos de siembra, cosecha y

exportación del producto para mantener niveles altos de productividad. Sin embargo con procesos claros y confiables se puede incrementar la productividad del negocio transformando nuestras debilidades en fortalezas, lo cual va a permitir seguir cosechando mayor cantidad de hectáreas de camarón en el país.

La visión del Grupo es convertirse en el primer exportador nacional en conquistar y mantenerse en mercados internacionales.

La Misión es sembrar y cosechar productos de alta calidad a precios competitivos en un mundo globalizado, utilizando la tecnología y mano de obra ecuatoriana, manteniendo los lineamientos y la filosofía de la los socios fundadores.

1.2 Evaluación de Personal encargado de la operación y mantenimiento de los grupos de bombeo.

Una buena administración en el mantenimiento de los motores a diesel, va a proporcionar un rendimiento incomparable y una vida útil prolongada, lo que a la larga nos dará mayor productividad y reduce los costos de operación y mantenimiento. Sin embargo, el mantenimiento y las técnicas de operación indebidos pueden incidir negativamente en la vida del motor, en la productividad y en las ganancias de su negocio.

En el momento de inspeccionar los motores a diesel en las estaciones de bombeo, observé que la parte técnica de los operadores no era la adecuada, y con preguntas de básicas de motores a diesel verifiqué y comprobé que es uno de los problemas fundamentales en los grupos de bombeo.

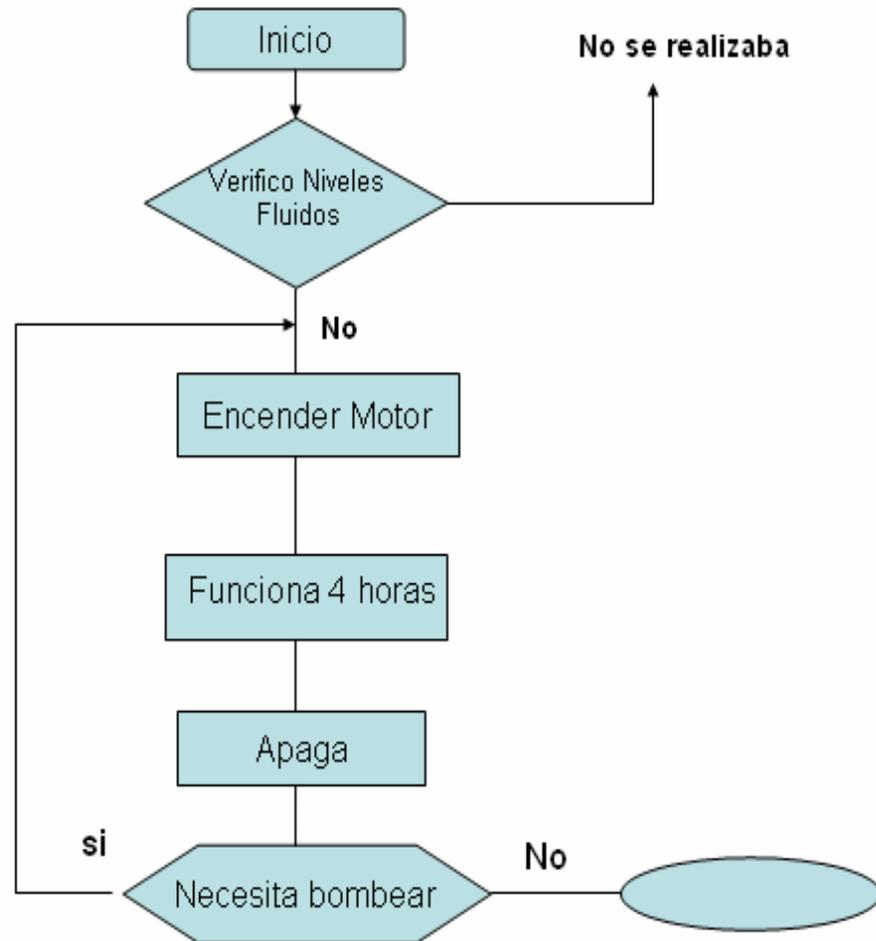


FIGURA 1.1 CONDICION DEL ENCENDIDO ANTERIOR DE LOS MOTORES DE GRUPOS DE BOMBEO

Uno de los principales pilares para lograr la mayor productividad de sus estaciones de bombeo esta en el personal que opera los motores, los mismos que frecuentemente eran reemplazados o movidos de sus puestos de trabajo para realizar otras cosas, o en base a los sueldos muchos de estos trabajadores dejaban sus labores para ir a otras empresas en donde la remuneración era más alta.



FIGURA 1.2 EVALUACION DE CONOCIMIENTOS DE OPERACIÓN A PERSONAL ENCARGADO DE LOS GRUPOS DE BOMBEO

En las estaciones inclusive se pudo comprobar que los operadores dejaban a sus esposas trabajando, para ir a realizar labores de pesca (Cosecha de camarón) se procedió a dejar a los administradores, exámenes que luego fueron entregados a cada uno de los operadores.

Los resultados de los mismos no fueron nada positivos, la mayoría de las respuestas no fueron contestadas de una manera adecuada.

1.3 Evaluación de los Grupos de Bombeo.

El correcto mantenimiento de los motores a diesel para la camaronera depende de una serie de piezas (decisiones y elecciones) como elegir el personal adecuado, establecer intervalos de cambio, realizar análisis de fluidos etc.

Al inspeccionar los motores en sus estaciones recomendamos realizar evaluaciones técnicas que consisten en lo siguiente:

Un técnico ingresa a la camaronera y con cajas de evaluaciones procede a tomar presiones, temperaturas a baja y a altas revoluciones.

Adicional antes de encender el motor procede a realizar inspecciones alrededor del motor para verificar fugas de fluido que pueden existir en los motores.

Entre las herramientas utilizadas encontramos medidores de temperatura, presión de gases de carter, del sistema de enfriamiento, sistema de combustible, sistema de admisión y escape, la cual la encontramos en el anexo A.

La presente herramienta es analógica, la misma consta de seis manómetros de presión cuyos rangos de medición para cada uno de los sistemas del motor.

Adicional se utiliza herramientas de medición de temperatura, la ilustración de la misma la encontramos en el anexo B.

La presente herramienta es la caja de medición de temperaturas, de varios acoples y termómetros los cuales se conectan a los diferentes compartimientos en los cuales se pueden medir temperaturas de presión cada uno de los sistemas del motor, se puede medir en grados centígrados y grados F.

TABLA 1
CONDICIONES ANTES DE LOS MOTORES A DIESEL

DESCRIPCION DE	MOTORES 3306								
	COMPARTIMIENTO	64Z13023	64Z01021	64Z01453	64Z12346	64Z01123	64Z01589	64Z01409	64Z01971
RPM baja en vacío	623	701	769	567	798	614	735	725	659
RPM Alta en vacío	2289	2145	2289	2289	2289	2289	2289	2289	2289
Presión de Turbo	35	25	25	24	21	23	26	23	20
Restricción Aire	25	26	28	23	25	29	21	22	28
Presión de Combustible	28	25	27	29	30	23	23	25	21
Presión de Aceite	55	60	84	30	32	35	32	67	70
Presión Bomba Agua	16	12	10	11	10	13	12	15	17
Presión Gases Carter	2	1.5	0	4	3	3.5	4	1	0

1.4 Productividad de los Grupos de Bombeo

La productividad de los grupos de bombeo esta relacionada con rentabilidad de la empresa y la vamos a medir de la siguiente manera:

PRODUCTIVIDAD = Ingreso por Venta camarón / Gastos Mantenimiento

Para obtener la venta total de camarón se considera la siguiente información suministrada por el Gerente de Operaciones:

TABLA 2
PRODUCCIÓN ANTERIOR DE CAMARÓN POR HECTÁREA.

Hectáreas	Cosecha Has/lb	Producción Ideal lb
420	600	252,000

Esta producción es la que se debe de alcanzar normalmente si los grupos de bombeo trabajan, cabe indicar que se tiene en producción 600 hectáreas y cada una de ellas se llega a cosechar hasta 420 libras de camarón promedio.

Esto se produce en virtud de que las piscinas deben de reemplazar cada quince días del 40 al 50% de sus aguas, si existe una disminución en la cantidad de agua bombeada esto incide directamente en la oxigenación de las mismas y por consiguiente en el crecimiento del camarón.

Al no tener la adecuada preparación del personal y operativo los motores nuestra producción se ve afectada directamente en virtud de que baja a 420 libras por hectárea, lo cual incide drásticamente en mi productividad.



**FIGURA 1.3 ESTACIÓN DE BOMBEO CON CUATRO MOTORES
CAMARONERA ZULEMA II.**



**FIGURA 1.4 ENTRADA DE AGUA DE MAR A LA CAMARONERA ZULEMA
II.**

Venta de Producción Camarón / Gastos Generados por Mantenimiento.

En el presente informe técnico se pudo obtener que por cada hectárea de camarón hay una producción de 600 libras, cuando los motores están en total operación.

Cuando esto no ocurre y los motores están fuera de operación por encontrarse en mantenimiento preventivo y/o correctivo la producción cae en un 30% mínimo, lo cual incide en la productividad en este negocio.

TABLA 3
INGRESO ANTERIOR POR VENTA DE CAMARÓN EN DÓLARES.

Cosecha lb	Precio x libra \$	Ventas \$
252,000	5.75	1,449,000

Los motores en condiciones aceptables de operación son eficientes en el uso del combustible y aumentan la productividad disminuyendo al mismo tiempo los costos de operación. La estación del operador debe

ser cómoda, lo cual permitirá que disfrute de una jornada de trabajo lo más segura posible.

Al momento de iniciar el análisis y las respectivas evaluaciones los motores a diesel se encontraban trabajando a 1300 RPM, lo cual genera desgaste acelerados por la baja carga que al trabajar tiene el equipo.

Aún cuando se tenga un buen cuidado en el mantenimiento que se pueda tener en el motor; el desgaste natural llega a ocasionar como mínimo desajustes que requieren la intervención de mano de obra y de repuestos. Mucho más necesario se va a tener si nuestro cuidado en el mantenimiento de los motores a diesel no es el más adecuado.

Normalmente se realizan mantenimientos preventivos y correctivos a ciertas horas de funcionamiento, y dichos costos vamos a definirlos y asignarlos como índices de productividad para realizar los análisis respectivos, los cuales detallo a continuación:

- **Costo de Operación y Evaluación**

Este se obtiene en virtud del costo en sueldos que el camaronero invierte al pagarle sueldo a los siguientes empleados: un bombero, dos mecánicos diesel que deben de estar pendiente del mantenimiento preventivo y/o problemas que se presenten en el grupo de bombeo y el costo que se debe de invertir para realizar

mínimo dos diagnósticos al año con los técnicos del distribuidor del motor.

- **Costo de combustible.-**

Es el acumulado de los galones consumidos de combustible en la vida útil del motor, estos valores se pueden determinar en base a la carga que el equipo este funcionando.

- **Costo de Mantenimiento Preventivo**

Valores que se deben de invertir para realizar los correctivos adecuados a tiempos en las cuales el componente se puede reutilizar la mayor parte de los repuestos que normalmente no debemos reemplazar por una buena práctica de mantenimiento.

- **Costo de Reparación Completa**

Es el valor que el camaronero invierte en un motor antes de colapsar, es un rubro total en el cual se toman en cuenta todos los valores que se deben de considerar en una reparación total.

- **Costo de Componentes de Intercambio**

Son componentes completos, los cuales se deben adquirir en virtud de que los del motor en estudio, una vez desarmado no están en parámetros de poder reutilizar, ejemplos cabezotes armados, $\frac{3}{4}$ de motor, $\frac{7}{8}$ de motor, motor completo, motor de arranque, turbo,

- **Costo \$ / Hora**

Este es la sumatoria de todos los costos definidos anteriormente y divididos para las horas de servicio del motor.

En el momento de realizar los análisis de los motores se pudo obtener la siguiente información:

TABLA 4
RECOPIACIÓN DE COSTOS DE NUEVE MOTORES.

COSTOS	No1	No2	No3	No4	No5	No6	No7	No8	No9
Operación	20,280	20,280	20,280	20,280	20,280	20,280	20,280	20,280	20,280
Combustible	15,008	15,008	15,008	15,008	15,008	15,008	15,008	15,008	15,008
Preventivo	4,710	4,710	4,710	4,710	4,710	4,710	4,710	4,710	4,710
Overhaul	13,500	11,520	13,541	14,020	0	13,520	12,000	0	15,500
Intercambio	2500	2,500	2500	2500	16,500	2500	2500	16,500	8,000
Total \$	55,998	54,018	56,039	56,518	56,498	56,018	54,498	56,498	63,498

El promedio de vida útil de estos motores esta en un rango de 7,000 a 7,500 horas en los actuales momentos.

TABLA 5
COSTO POR HORA PROMEDIO DE LOS NUEVE MOTORES.

TOTAL	NUEVE MOTORES \$	PROMEDIO \$	VIDA UTIL hr	COSTO/HORA \$/hr
COSTO	509,583.00	56,620.33	7,500.00	7.50

El costo por hora total promedio de los nueve motores es de \$/ hr **7.50**.

Cabe mencionar que el estado de los cableados eléctricos y paradas automáticas al no tenerlas funcionando, influyen directamente en el costo final, en virtud de que no poder paralizar al motor este colapsa y los costos por reemplazo son relativamente altos, sin cuantificar las horas de paralización que se tiene por disponibilidad de partes o componentes completos que no deberían dañarse y que se tendría que importar directamente de los USA.

TABLA 6
PRODUCTIVIDAD ANTERIOR.

Producción de camarón	Ventas \$ de camarón	Costo/mantenimiento	Productividad
252,000	1,449,000	509,583.00	2.84

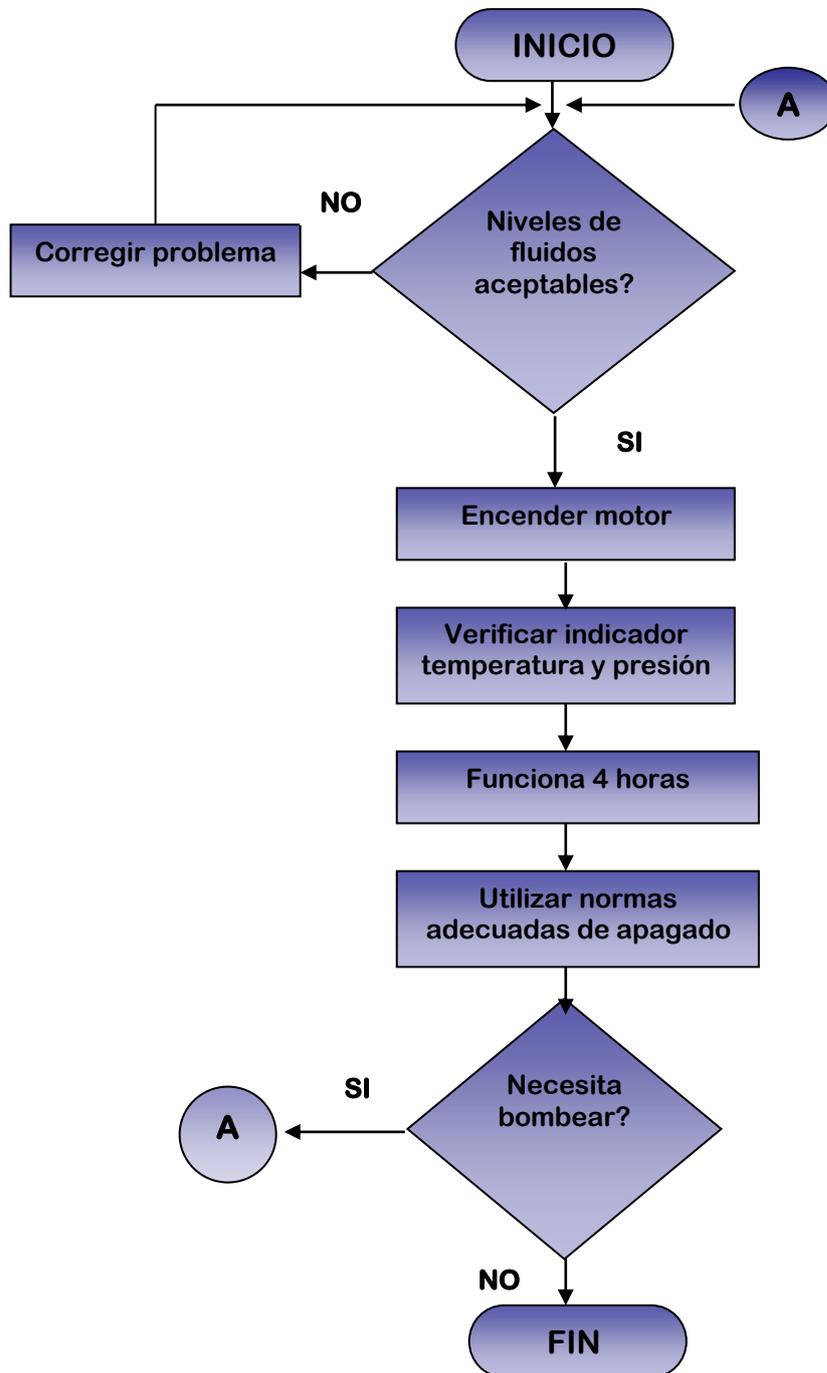


FIGURA 2.1 CONDICION DEL ENCENDIDO ACTUAL DE LOS MOTORES DE GRUPOS DE BOMBEO

Enseñando a sus operadores a analizar y actuar conforme a los indicadores de reparación.

- Demostrando el método adecuado y correcto para la toma de muestras de aceite y refrigerante.
- Explicando los procedimientos correctos para el cambio de aceite, filtros y refrigerante.
- Haciendo hincapié en las inspecciones diarias.

Todos los operadores asistieron a cursos básicos de operación y mantenimiento los cuales fueron dictados entre los meses de Julio y Septiembre.

Adjunto encontrarán el cuestionario de preguntas básicas que fueron realizadas para obtener el grado de conocimiento de los operadores de los grupos de bombeo.

2.2 Ejecución de los Mantenimientos Preventivos y Correctivos, recomendados en las evaluaciones de los grupos de bombeo.

Un buen programa de mantenimiento preventivo representa mucho más que cambiar el aceite y los filtros. Requiere la atención regular de los sistemas de lubricación, enfriamiento, admisión de aire y escape, de combustible y la parte eléctrica. Podemos ayudarle a establecer un buen programa de control y mantenimiento.

Es importante realizar los mantenimientos a las horas adecuadas, esto nos ayudará a evitar y prevenir los desgastes acelerados de los componentes que no deben de averiarse rápidamente.

PROCEDIMIENTO PARA EVALUAR MOTORES

Para evaluar motores debemos considerar los siguientes pasos importantes:

- El motor debe estar apagado y frío, para proceder a conectar los equipos.
- Se debe conectar la caja 1U5780 de medición de presión y la caja de temperaturas 2T5034
- Sistema de Combustible se debe de conectar en la base del filtro de combustible.
- Sistema de Lubricación, se puede conectar al block del motor.
- Sistema de admisión y escape, aquí se debe de conectar en el turbo.
- Sistema de Enfriamiento se debe de conectar en tres posiciones; la primera en la bomba de agua, la segunda en el tanque superior y por último en el tanque inferior del radiador.
- Se verifican el correcto funcionamiento de los indicadores y del sistema eléctrico.
- Adicional se debe de tomar temperaturas del cuarto de máquinas.

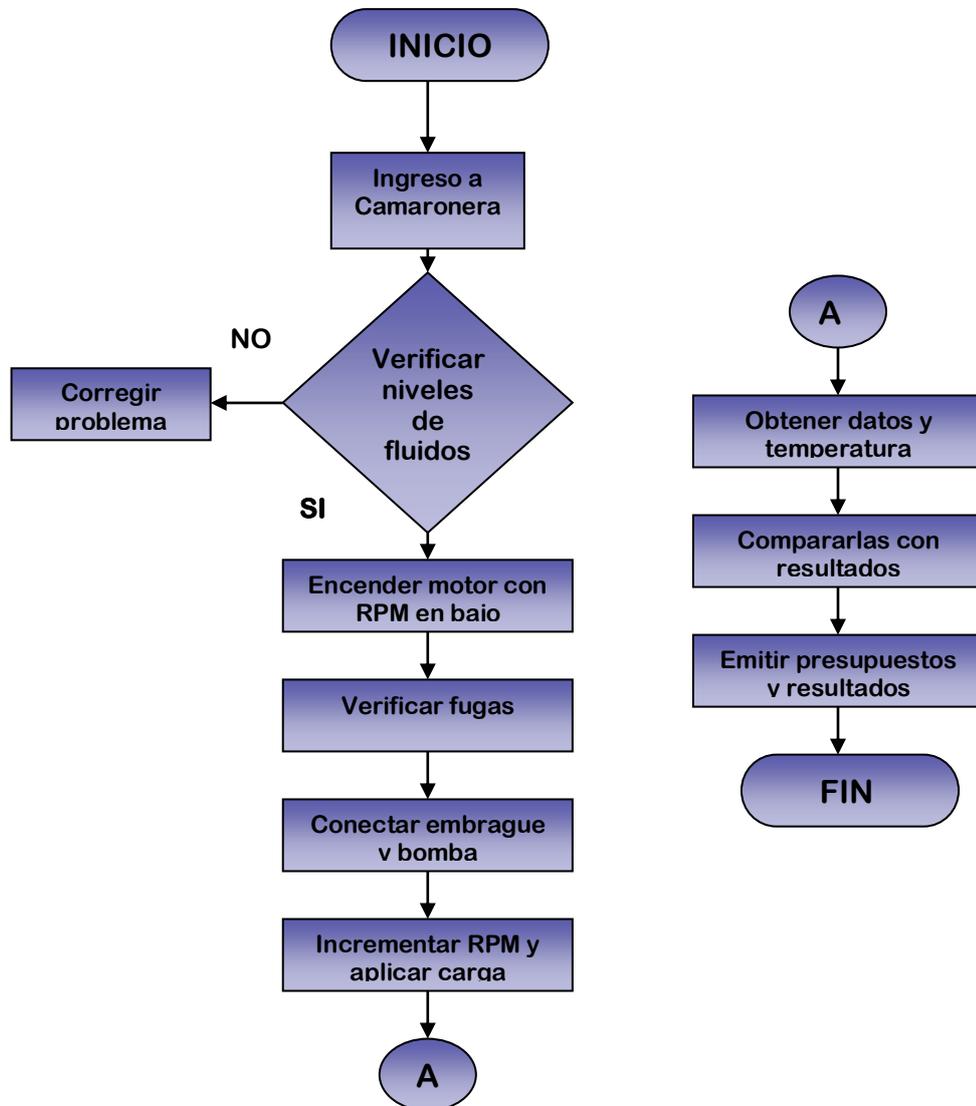


FIGURA 2.2 DIAGRAMA DE FLUJO DE EVALUACION DE MOTORES A DIESEL

Una vez evaluado el equipo, los datos obtenidos son comparados con los que indica el fabricante y en base a esto se procede a realizar las recomendaciones de mantenimiento preventivo y/o correctivo que se puedan encontrar, lo cual ayudará a incrementar la vida útil del motor.

Normalmente se recomienda realizar dos evaluaciones al año, siempre y cuando el motor trabaje en rangos de 6 a 10 horas diarias o que su funcionamiento anual supere las 2,500 horas.

Las flotas de motores envejecen, incluso con el mejor mantenimiento posible, y es inevitable tener que tomar una decisión sobre si hay que reparar o reemplazar una pieza del equipo o inclusive cambiar la unidad.

Una vez evaluado los motores a diesel se realizó un programa de mantenimiento, el cual tuvo tres fases de ejecución, los cuales detallo a continuación:

- Mantenimiento Preventivo, la cual significa que se realicen cambios de aceite y filtros. Fecha Cumplimiento: 30 de Agosto

- Mantenimiento Eléctrico, se habilito todo los cableados, alternador, motor de arranque, sensores y paradas automáticas. Fecha Cumplimiento: 30 de Agosto.

TABLA 7
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MOTORES A DIESEL DE SEIS CILINDROS

DESCRIPCION	ESPECIFICACION FABRICANTE
RPM baja en vacío	700 +/- 30 RPM
RPM Alta en vacío	2374 +/- 70RPM
Presión de Turbo	33 +/- 6 in Hg
Restricción Aire	30 in H2O
Presión de Combustible	30 +/- 5 PSI
Presión de Aceite	29 a 87 PSI
Presión Bomba Agua	15+/- 5PSI
Presión Gases Carter	1a 4 inH2O

- Mantenimiento correctivo de componentes: turbo, bomba de agua, cabezote, inyectores, etc. Finalizados el 15/12/04.



FIGURA 2.3 PROCEDIMIENTO PARA LLEVAR UN EFICIENTE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Una vez realizado los mantenimientos preventivos y correctivos se procede a monitorear y laborar cartillas de mantenimiento, el registro de datos consiste en la documentación completa del historial del motor, vida de los componentes e información de los costos.

Esto nos ayudará a identificar áreas de alto costo o problemáticas, llevar cuanto dura una reparación, controlar los costos e incrementar el valor de la reventa del equipo.

Una vez que se determina el mantenimiento o reparación del motor, se traslada el mismo a los talleres autorizados. Una vez allí se procede a abrir una orden de trabajo para que procedan a desarmar, evaluar al motor.



FIGURA 2.4 APERTURA DE ORDEN DE TRABAJO PARA LA REPARACIÓN DE LOS MOTORES DE GRUPO DE BOMBEO



FIGURA 2.5 PROCESO DE DESARMADO DE LOS MOTORES DE GRUPO DE BOMBEO

Cuando que el motor ha ingresado, se procede a desarmarlo completamente para su posterior evaluación de componentes para su reutilización.

Al desarmar el motor, las partes son introducidas en la lavadora automática, la cual procede a eliminar por contacto a altas velocidades impurezas y pintura el motor.

Las partes del motor son medidas y examinadas de tal manera que nos permita una reparación efectiva, muchos de los componentes son comparados con guías de reutilización y vueltas a usar para minimizar los costos en las reparaciones.



FIGURA 2.6 PROCESO DE LAVADO DE LOS MOTORES A DIESEL



FIGURA 2.7 PROCESO DE EVALUACION DE COMPONENTES PARA SU REUTILIZACION

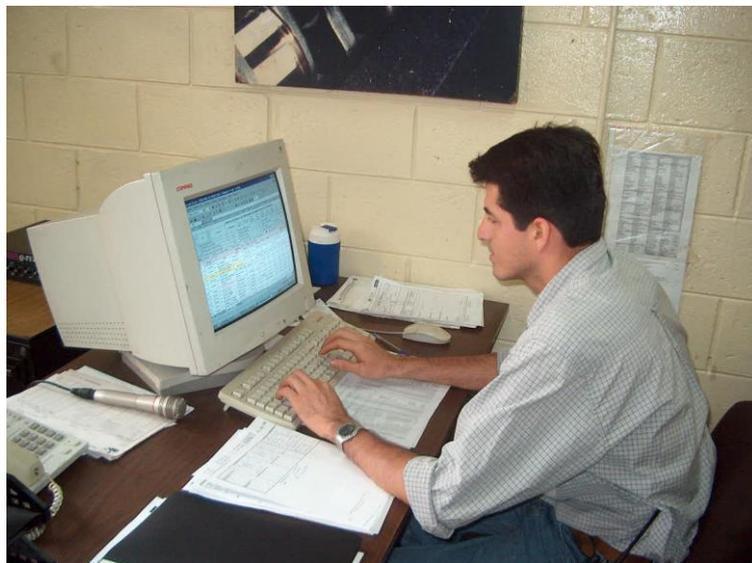


FIGURA2.8 ELABORACION DE PRESUPUESTO DEFINITIVO DE REPARACION MOTOR

Al terminar de evaluar los componentes del motor, se procede a elaborar el presupuesto definitivo el mismo que antes de ser entregado al cliente, es revisado por el especialista de motores del departamento de comercialización.

Al ser aprobado el presupuesto definitivo, los componentes como cabezote se procede a realizar la reparación



FIGURA 2.9 INICIAR LOS TRABAJOS DE REPARACION EN EL
MOTOR



FIGURA 2.10 INICIAR LOS TRABAJOS DE REPARACION EN EL MOTOR

Con el presupuesto definitivo, la bomba de inyección es reacondicionada y se la prueba en el banco de inyección computarizado.



FIGURA 2.11 INICIAR LOS TRABAJOS DE REPARACION EN EL MOTOR

Al terminar de reacondicionar los componentes del motor se procede a armar el $\frac{3}{4}$ de motor y una vez terminado se arma completamente el motor



FIGURA 2.12 PRUEBAS EN EL DINAMOMETRO

Al terminar la reparación completa del motor, este es llevado al dinamómetro el cual simula la operación con carga y se miden los parámetros de funcionamiento tanto en presiones como en temperatura de los principales compartimientos.

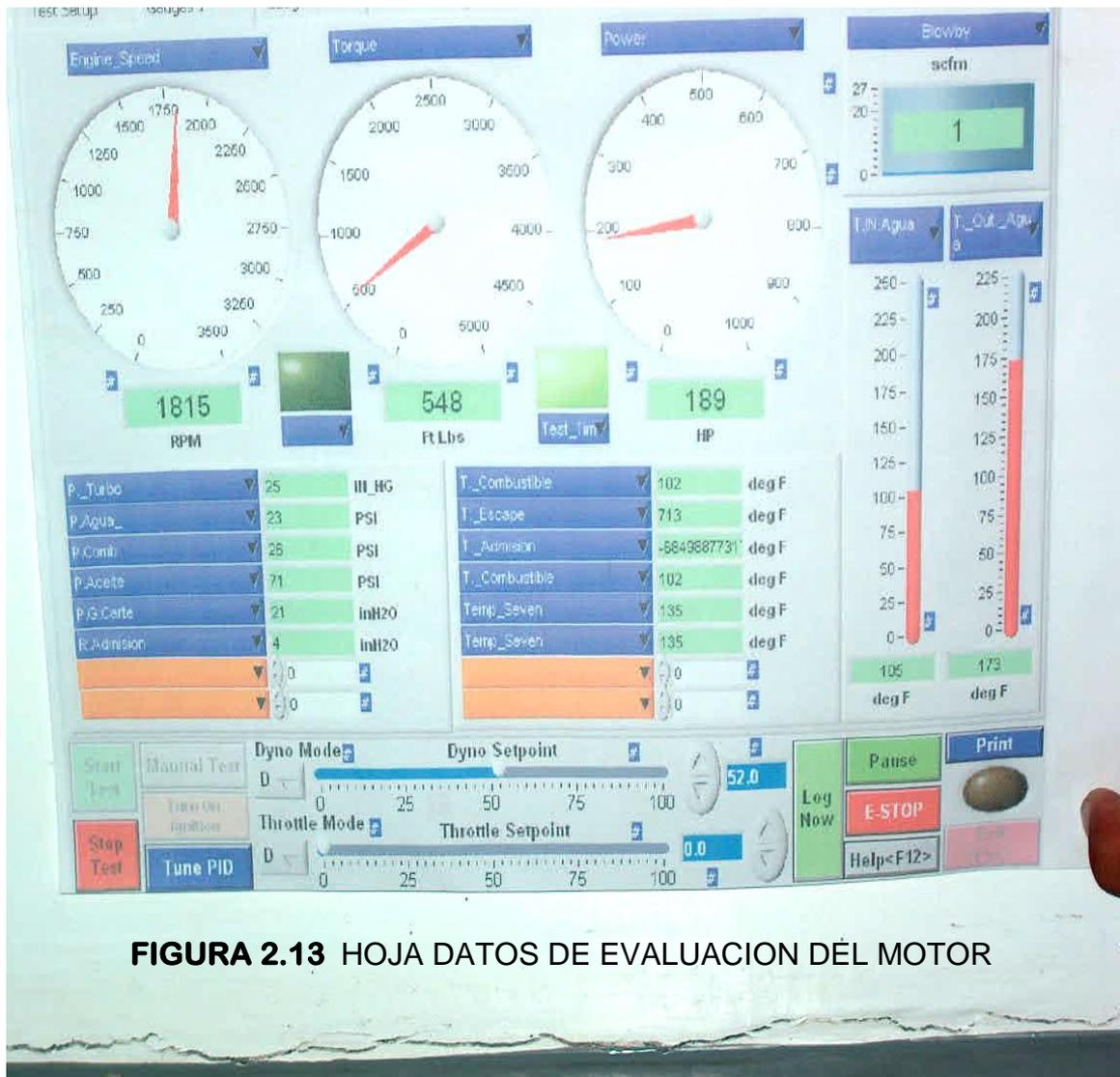


FIGURA 2.13 HOJA DATOS DE EVALUACION DEL MOTOR

Cartilla de datos, los cuales son productos de los parámetros obtenidos en el Dinamómetro.



FIGURA 2.14 AREA DE BODEGA Y PINTURA

Una vez que ha pasado la prueba en el Dinamómetro el motor es llevado a la bahía de pintura, una vez ya completamente terminado se lo emplástica.

2.3 Monitoreo por Análisis Periódico de aceite.

El mantenimiento es en todas las etapas de administración de equipos, es el que tiene mayor efecto sobre las utilidades de su negocio durante la vida útil de sus motores.

**TABLA 8
DESGASTES DE ELEMENTOS / PPM**

Número Muestra	CU	FE	CR	PB	AL	SI	SULFATACION
# 3	7	197	8	35	28	7	45
# 2	10	205	9	40	33	10	46
# 1	4	54	1	3	2	5	39
Muestra Actual	3	68	3	12	5	6	87

En la muestra número tres, tomada el 09/08/04 el análisis de aceite determino lo siguiente:

- El Hierro, Cromo Plomo y Aluminio están altos.
- Posible desgaste de camisas, rines y chapas.
- El hollín alto puede incrementar el desgaste.

Recomendaciones emitidas por el especialista del Análisis Periódico de Aceite son:

- Revise el sistema de admisión de admisión y de inyección.
- Revisar la presión de aceite del motor.
- Tomar una muestra en el próximo cambio de aceite.

La muestra número dos, tomada el 13/09/054 el análisis de aceite determino lo siguiente:

- Los valores y el desgaste se han incrementado en el motor .

Recomendaciones emitidas por el especialista del Análisis Periódico de Aceite son:

- Realizar una evaluación técnica de inmediato.
- Reparar antes de que su motor falle.

Cabe mencionar que una vez emitido el presente Análisis Periódico de Aceite el motor ingresó al Taller para su respectiva reparación, se demoró quince días en el mismo para su completa readecuación. Una vez realizado el mantenimiento se procede a realizar muestreos periódicos los cuales permitirán que el equipo se paralice antes de que colapse.

Para lo cual se procede a realizar la toma de muestras de aceite mensualmente, esto nos proporciona calidad y confianza en las reparaciones; dichos resultados fueron los siguientes:

En la muestra anterior número uno, tomada el 17/10/04 el análisis de aceite determinó lo siguiente:

- Desgaste normal en período de asentamiento.
- Porcentaje de hollín, oxidación y sulfatación están en los rangos permitidos.
- No existe presencia de agua ni de combustible.

Recomendaciones emitidas por el especialista del Análisis Periódico de Aceite son:

- Tomar una muestra en el próximo cambio de aceite.

En la muestra actual, tomada el 18/01/05 el análisis de aceite determino lo siguiente:

- Desgaste normal en este período.
- La sulfatación en el aceite esta alta.
- No existe presencia de agua ni de combustible.

Recomendaciones emitidas por el especialista del Análisis Periódico de Aceite son:

- El motor se encuentra trabajando aliviado, corregir el problema.
- Tomar una muestra en el próximo cambio de aceite.

El análisis programado de aceite le permite enterarse de lo que esta sucediendo en el interior de su motor. La toma de muestras de manera regular en todos los compartimientos de fluidos sea este aceite o refrigerante puede detectar insuficiencias en sus procedimientos actuales de mantenimiento e inclusive nos sirve a pronosticar, prevenir problemas relacionados con nuestra programación y ejecución del mantenimiento preventivo y correctivo.

Con un buen monitoreo programado podremos en equipo planificar adecuadamente sus reparaciones antes de que fallen, en vez de

ejecutarlas como una emergencia, pagando más y elevando las horas no productivas que esto llevaría.



FIGURA 2.14 PROCEDIMIENTO ADECUADO EN LAS TOMAS DE MUESTRAS DE ACEITE EN SU MOTOR

2.4 Productividad actual de los grupos de bombeo.

Los motores diesel pueden fabricarse en muchas configuraciones, pero para la mayoría, los componentes y las condiciones de operación son los mismos: altas temperaturas, cargas y esfuerzos pesados y largas horas de servicio esperadas.

Los motores a diesel de 200Hp que trabajan a 1800 RPM, tienen presiones y temperaturas adecuadas las cuales en base a la expansión de los sistemas producen alta eficiencia en la productividad de las camaroneras, si por algún motivo los grupos de bombeo llegasen a fallar esto produce innumerables problemas y pérdida de dinero considerable por los costos elevados y los ingresos bajos que se producen por la baja eficiencia en la producción.

El factor de la productividad para el presente informe técnico es de 2,84 al inicio del proyecto.

TABLA 9
PRODUCTIVIDAD ACTUAL DE LA CAMARONERA.

LIBRAS DE CAMARÓN	VENTAS \$ DE CAMARÓN	COSTO/MANTENIMIENTO	PRODUCTIVIDAD
360,000	2.070,000	378,000	5,48

Como se puede observar en la tabla adjunta, la mortandad incide negativamente en el ingreso de la empresa y los cambios realizados hacen que los ingresos se eleven en \$ 621,000 dólares.

de mantenimiento preventivo, los cuales no han sido realizados adecuadamente o a horas adecuadas.

Actualmente este índice tiene valores superiores a los normales, y es de 20 días.

Es importante definir el porque de estos valores y he realizado una definición clara del problema:

a) Una vez paralizado el motor, el operador se demora entre dos horas informar al encargado de mantenimiento.

b) Jefe de sector al enterarse de lo sucedido, procede a inspeccionar el equipo con el técnico encargado de la camaronera, el tiempo de ejecución es de tres a cinco horas en virtud de que el mecánico esta muchas de las veces en otro sector o realizando otros mantenimientos ya programados.

c) Una vez que se ha determinado el daño, se procede a ubicar por celular o radio al jefe de mantenimiento de la camaronera. Y este a su vez procede a contratar a personal para realizar la evaluación respectiva del motor. Tiempo: dos días en realizar la inspección.

TABLA 10

**COMPARACION ENTRE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y
CORRECTIVO**

Trabajos	Mantenimiento	Mantenimiento
Tiempo	Preventivo	Correctivo
Anterior	5.0 días	20 días
Actual	2.5 días	10 días

d) Una vez que fue inspeccionado se procede a realizar presupuesto de reparación. Tiempo: cinco días calendario.

e) En la aprobación definitiva del mantenimiento es de cuatro días.

f) Para terminar y dejar operativo el equipo es de ocho días laborables, en virtud de que muchas de las ocasiones se tiene que importar repuestos, o la persona contratada solicita el 50% de lo que cuesta el mantenimiento.

Total días paralizados:

El total de días es de veinte días.

En los actuales momentos se tiene programado realizar ya dos reparaciones completas a dos motores 3306 y se ha puesto como fecha de entrega máximo diez días calendario.

Para el mantenimiento preventivo se esta programando el mismo realizarlo en día y medio.

Todo esto esta basado en las cartillas de mantenimiento y registro que se esta llevando para maximizar el costo por hora.

3.2 Con relación a los costos de mantenimiento

Una reparación total de un motor el fabricante se lo recomienda a 12,000 horas y cuyo costo por hora en mantenimiento total es de \$ 3.5 en toda la vida útil los gastos según el fabricante no deben sobrepasar el rango \$ 42,000 y \$ 47,000.

TABLA 11
ANALISIS DE COSTO POR HORA DE MANTENIMIENTO

TOTAL	NUEVE MOTORES \$	PROMEDIO \$	VIDA UTIL hr	COSTO/HORA \$/hr
COSTO	509,583.00	56,620.33	7,500.00	7.5
	423,000.00	47000	13250	3.55

Sin embargo las condiciones en la isla y la salinidad propia del medio ambiente va a incrementar en un 10% al 15% el valor indicado por el fabricante, claro esta que este rubro sería para reemplazar los componentes eléctricos que se pueden averiar.

Antes de implementar el sistema de mantenimiento fue de **\$/h.r. 7.50** con las mejoras implantadas se ha logrado reducir en cuatro dólares el costo total de mantenimiento.

Es importante recalcar que los costos fijos son; los sueldos del operador, el mecánico, el diesel que el motor consume en toda su vida útil, etc.

Los costos variables son los que se incurren en le mantenimiento preventivo y correctivo que el motor debe de usar a medida que las horas de trabajo que se van incrementado.

3.3 Con relación a la productividad

La productividad como en su inicio lo indicamos se basa en la cantidad de producción de camarón por hectárea con relación a los gastos generados por mantenimiento.

Sin embargo es importante resaltar que si los equipos no están 100% operativos esto incide en un 30% de la producción del camarón debido a la mortandad que ocurre cuando no se bombea las piscinas.

Al realizar las mejoras en los procesos y la implantación del sistema de mantenimiento preventivo y correctivo se logra un incremento de 2,84 a 5.48 es decir un 93% en la productividad del negocio

En la presente evaluación de los datos obtenidos son importantes para llevar a unas conclusiones adecuadas que permitan realizar mejoras continuas por lo que considero indispensable y necesario realizar auditorias periódicas con evaluaciones a los equipos los cuales permitirán determinar el estado real de los equipos.

Y en relación a los operadores podemos decir que se debe de continuar con la preparación de cursos constantes con sus respectivas evaluaciones para determinar el conocimiento de cada uno de ellos.

TABLA 12
PRODUCTIVIDAD FINAL

Producción de camarón	Ventas \$ de camarón	Costo/mantenimiento	Productividad
360,000	2,070,000	378,000.00	5.48

- Se redujo el Índice de tiempo por mantenimiento no programado a:
TIEMPO TOTAL: 15 DÍAS

4.2 Recomendaciones

- a) Mantener como herramienta de trabajo, el entrenamiento continuo de los operadores de los grupos de bombeo.
- b) Realizar análisis periódico de aceite, lo cual nos permitirá pronosticar los mantenimientos preventivos y correctivos con menor tiempo de paralizaciones no programadas.
- c) Llevar control del mantenimiento mediante programas computacionales, los cuales nos permitirá maximizar el costo por hora de trabajo.

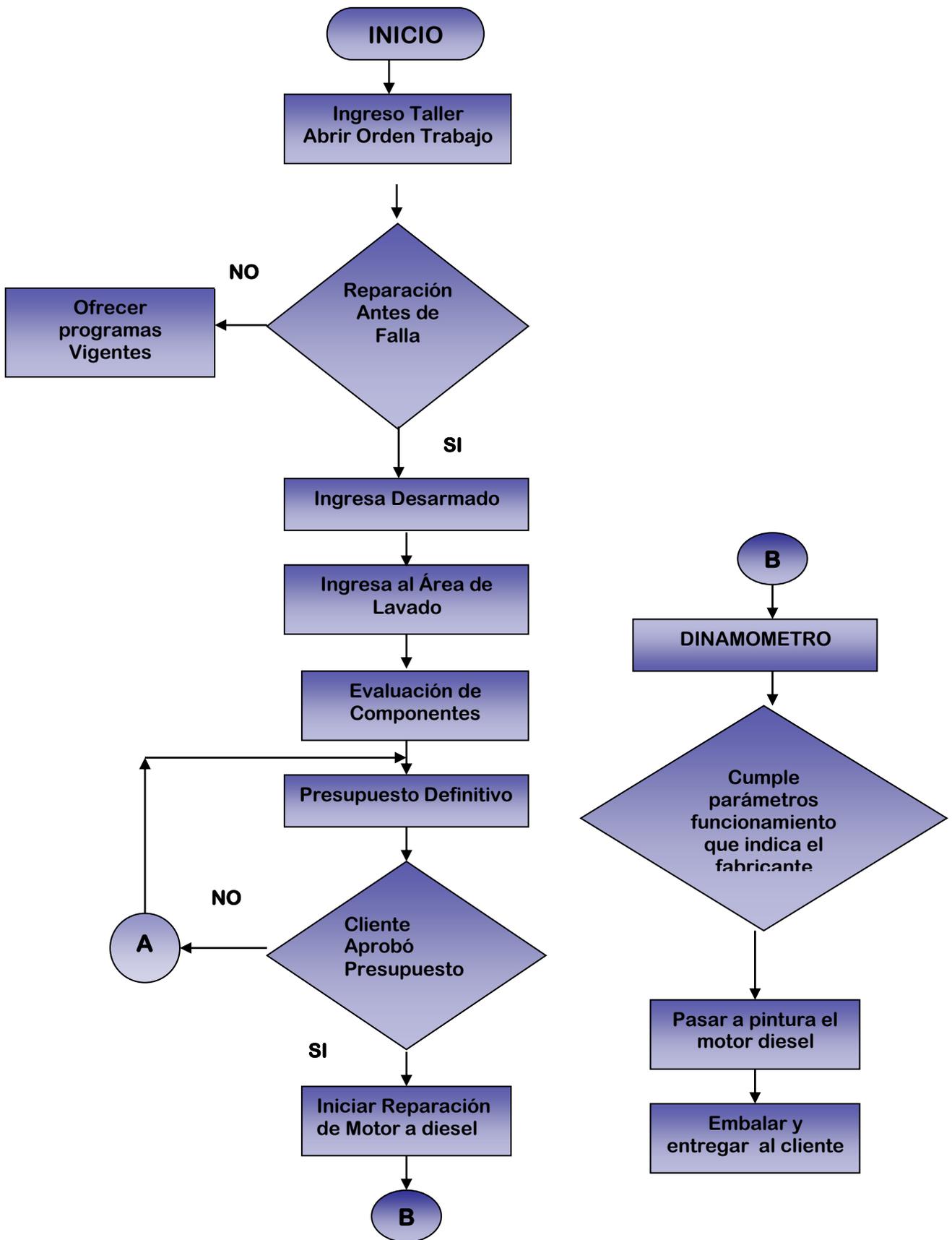


Diagrama proceso de reparación de los motores de grupo de bombeo

**APENDICE A: DIAGRAMA DE REPACI3N DE MOTORES
DE GRUPO DE BOMBEO**

**APENDICE B: UBICACIÓN DE CAMARONERA EN LA
ISLA PUNA**

APENDICE C: ORGANIGRAMA GENERAL



Organigrama General

