



U
N
E
X
P
O

Universidad Nacional Experimental Politécnica

"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"

Vice - Rectorado Puerto Ordaz

Departamento de Ingeniería Industrial

Trabajo de Grado



OPTIMIZACIÓN DE LAS OPERACIONES DE MANTENIMIENTO DE LOS
MOTORES DETROIT DIESEL DE LAS UNIDADES MÚLTIPLES DE LA
EMPRESA I.N.C. GERENCIA CANAL DEL ORINOCO.

U
N
E
X
P
O

Autor: Rengifo A. Víctor D.

C.I: V-15.221.656

Ciudad Guayana, Enero de 2007

**OPTIMIZACIÓN DE LAS OPERACIONES DE MANTENIMIENTO DE LOS
MOTORES DETROIT DIESEL DE LAS UNIDADES MÚLTIPLES DE LA
EMPRESA I.N.C GERENCIA CANAL DEL ORINOCO.**



U
N
E
X
P
O

Universidad Nacional Experimental Politécnica

"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"

Vice - Rectorado Puerto Ordaz

Departamento de Ingeniería Industrial

Trabajo de Grado



ACTA DE APROBACIÓN

Nosotros Miembros del Jurado Designado para la Evaluación del Trabajo de Grado, Titulado:

**OPTIMIZACIÓN DE LAS OPERACIONES DE MANTENIMIENTO DE LOS
MOTORES DETROIT DIESEL DE LAS UNIDADES MÚLTIPLES DE LA
EMPRESA I.N.C GERENCIA CANAL DEL ORINOCO.**

Presentado por el **Br. Víctor D. Rengifo A.**, Portador de la Cédula de Identidad N° V-15.221.656, para optar al Título de **Ingeniero Industrial**. Consideramos que dicho Trabajo de Grado cumple con los requisitos exigidos para tal efecto y por lo tanto lo declaramos:

APROBADO

En fe de lo cual confirmamos:

Cap/Alt. Juan I. Pino C.

Tutor Industrial.

Ing. Iván J. Turmero A. MSc.

Tutor Académico.

Ing. Natasha Alarcón.

Jurado Evaluador.

Ing. Jorge Cristancho MSc.

Jurado Evaluador.

Ciudad Guayana, Enero de 2.007



U
N
E
X
P
O

Universidad Nacional Experimental Politécnica
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"
Vice - Rectorado Puerto Ordaz
Departamento de Ingeniería Industrial
Trabajo de Grado




Víctor D. Rengifo A.

**OPTIMIZACIÓN DE LAS OPERACIONES DE MANTENIMIENTO DE LOS
MOTORES DETROIT DIESEL DE LAS UNIDADES MÚLTIPLES DE LA
EMPRESA I.N.C GERENCIA CANAL DEL ORINOCO.**

Trabajo de Grado que se presenta ante el Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Experimental Politécnica "*Antonio José de Sucre*" Vice - Rectorado Puerto Ordaz, como Requisito para Optar por el Título de Ingeniero Industrial.

Cap/Alt. Juan I. Pino C.
Tutor Industrial



Ing. Iván J. Turmero A. MSc.
Tutor Académico

Ciudad Guayana, Enero de 2.007

Rengifo Arvelález Víctor Daniel.

Optimización de las Operaciones Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel de las Unidades Múltiples de la Empresa I.N.C Gerencia Canal del Orinoco.

Pág. 129

Trabajo de Grado.

**Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”
Vice Rectorado Puerto Ordaz. Departamento de Ingeniería Industrial.**

Tutor Académico: Ing. Iván J. Turmero A. MSc

Tutor Industrial: Cap/Alt. Juan I. Pino C.

Referencias Bibliográficas. Pág. 115

Anexos. Pág. 119

Capítulos: I.- El Problema, II.- Generalidades de la Empresa, III.- Marco Teórico, IV.- Marco Metodológico, V.- Situación Actual, VI.- Análisis y Resultados, VI.- Situación Propuesta, Conclusiones, Recomendaciones, Bibliografía y Anexos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios creador del universo, que me dio y me seguirá dando fortaleza para seguir adelante todos los días.

Agradezco a mi familia, especialmente a mi padre Víctor Raúl Rengifo, y a mi madre Omaira Isabel Arvelález, que me han guiado, educado y a quienes debo todo lo que soy hoy en día, a mis hermanos Raúl Eduardo, Rosalyn Yinezka y Rafael Enrique. A ellos mi mayor gratitud.

A la Universidad Nacional Experimental Politécnica “*Antonio José de Sucre*” Vice - Rectorado Puerto Ordaz por realizarme como Profesional.

Al Instituto Nacional de Canalizaciones Gerencia Canal del Orinoco, por permitirme realizar este importante Investigación.

A mi Tutor Industrial **Cap/Alt.** Juan Pino y mi Tutor Académico **Ing.** Iván Turmero, por brindarme su colaboración y compartir conocimientos indispensables para el desarrollo de esta Investigación.

A todos aquellos que se sientan orgullosos por mis metas alcanzadas.

A Yaneth Rivas, fuente constante de motivación.

Eternamente Agradecido.

Víctor D. Rengifo A.

DEDICATORIA

Esto fue posible primero que nadie con la ayuda de Dios, gracias por otorgarme la sabiduría y la salud para lograrlo.

Dedico este Trabajo a mi familia y amistades las cuales me ayudaron con su apoyo incondicional a ampliar mis conocimientos y estar más cerca de mis metas profesionales.

A mis Padres, porque ellos sembraron la semilla y fertilizaron mi inquietud de conocer.

Víctor D. Rengifo A.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
EL PROBLEMA	3
1.1 Antecedentes.	3
1.2 Planteamiento del Problema.....	5
1.3 Alcance.....	6
1.4 Limitaciones.....	6
1.5 Justificación.....	7
1.6 Importancia.	8
1.7 Objetivos.	8
1.7.1 <i>Objetivo General.</i>	8
1.7.2 <i>Objetivos Específicos.</i>	9
CAPÍTULO II	10
GENERALIDADES DE LA EMPRESA	10
2.1 Instituto Nacional de Canalizaciones.....	10
2.1.1 Misión del Instituto Nacional de Canalizaciones.....	11
2.1.2 Visión del Instituto Nacional de Canalizaciones.	11
2.1.3 Objetivos del Instituto Nacional de Canalizaciones.....	11
2.1.4 Actividades que Realiza del Instituto Nacional de Canalizaciones.	12
2.1.4.1 Dragado.	12
2.1.4.2 Hidrografía.	12
2.1.4.3 Balizamiento.	13

2.2 Gerencia Canal del Orinoco.....	13
2.2.1 Misión de la Gerencia Canal del Orinoco.....	14
2.2.2 Visión de la Gerencia Canal del Orinoco.....	14
2.2.3 Función de la Gerencia Canal del Orinoco.....	15
2.2.4 Estructura Organizacional de la Gerencia Canal del Orinoco.....	16
CAPÍTULO III.....	19
MARCO TEÓRICO	19
3.1 Ingeniería de Métodos.....	19
3.2 Estudio de Métodos.....	20
3.2.1 Objetivos de un Estudio de Métodos.....	20
3.3 Medición del Trabajo.....	20
3.3.1 Importancia de la Medición del Trabajo.....	21
3.3.2 Metodología Empleada en la Medición del Trabajo.....	21
3.4 Seguimiento del Trabajo.....	22
3.5 Estudio de Tiempos.....	22
3.5.1 Objetivo del Estudio de Tiempos.....	23
3.5.1.1 Corolarios Aplicables a los Objetivos del Estudio de Tiempos.....	23
3.5.2 Elementos del Estudio de Tiempos.....	23
3.5.2.1 Seleccionar el Operador.....	24
3.5.2.2 Análisis de Materiales y Métodos.....	24
3.5.2.3 Registro de Información Significativa.....	24
3.5.2.4 Número de Ciclo a Estudiar.....	24
3.5.2.5 Asignación de Márgenes de Tolerancia o Suplementos.....	26
3.5.3 Material Utilizado en un Estudio de Tiempos.....	26
3.5.4 Técnicas de Cronometrado para el Estudio de Tiempos.....	27
3.5.4.1 Método de Observación Continua.....	27
3.5.4.2 Método de Observación de Vuelta a Cero.....	27
3.5.5 Tipos de Elementos del Estudio de tiempos.....	28
3.5.6 Técnicas Utilizadas para el Establecimiento de un Estándar.....	29
3.5.7 Registro de Información Significativa.....	29

3.5.8 Tiempo Promedio Seleccionado.	30
3.5.9 Tiempo Normal.	30
3.5.10 Tiempo Estándar.	31
3.6 Coeficiente de la Velocidad del Operario.	32
3.6.1 Buen Juicio.	32
3.7 Métodos de Calificación de la Velocidad del Operario.	33
3.7.1 Método Westinghouse.	33
3.7.1.1 Habilidad o Destreza.	33
3.7.1.2 Esfuerzo o Empeño.	34
3.7.1.3 Condiciones de Trabajo.	34
3.7.1.4 Consistencia.	35
3.7.2 Método Subjetivo.	36
3.8 Tolerancias o Márgenes.	36
3.8.1 Causas de la Aplicación de Tolerancias en un Estudio de Tiempos.	37
3.8.2 Retrasos Personales.	38
3.8.3 Fatiga.	38
3.9 Método Sistemático para Asignar Tolerancias por Fatiga.	39
3.9.1 Condiciones de Trabajo.	39
3.9.2 Repetitividad de la Operación.	39
3.9.3 Esfuerzo.	39
3.9.4 Posición.	39
3.10 Mantenimiento.	40
3.10.1 Evolución del Mantenimiento.	40
3.10.1.1 Primera Generación (Hasta la Década de 1950).	40
3.10.1.2 Segunda Generación (Desde 1950 Hasta 1970).	40
3.10.1.3 Tercera Generación (Desde 1970 Hasta la Fecha).	41
3.10.2 Objetivos del Mantenimiento.	41
3.10.3 Tipos de Mantenimiento.	42
3.10.3.1 Mantenimiento Rutinario.	42
3.10.3.2 Mantenimiento Programado.	43

3.10.3.3 Mantenimiento por Recuperación.....	43
3.10.3.4 Mantenimiento Correctivo.....	43
3.10.3.5 Mantenimiento Circunstancial.....	43
3.10.3.6 Mantenimiento Predictivo.....	44
3.10.3.7 Mantenimiento Preventivo.....	44
3.10.3.8 Mantenimiento Óptimo.....	44
3.10.3.9 Mantenimiento Operacional.....	44
3.10.3.10 Mantenimiento Mayor.....	44
3.10.3.11 Mantenimiento Autónomo.....	45
3.10.3.12 Mantenimiento Proactivo.....	47
3.10.3.13 Mantenimiento por Averías.....	47
3.10.3.14 Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.).....	47
3.11 Diagrama Causa - Efecto.....	48
3.12 Diagrama de Pareto.....	49
3.13 Demoras.....	49
3.13.1 Demoras Inevitables.....	49
3.13.2 Demoras Evitables.....	50
3.14 Fuerza Laboral.....	50
3.15 Requerimiento.....	50
CAPÍTULO IV.....	51
MARCO METODOLÓGICO.....	51
4.1 Tipo de Investigación.....	51
4.2 Población y Muestra.....	52
4.3 Instrumentos, Recursos y Equipos Utilizados.....	52
4.3.1 Instrumentos de Recolección de Datos.....	52
4.3.2 Equipos y Recursos Utilizados.....	55
4.3.3 Procedimiento de Recolección de Datos.....	56
CAPÍTULO V.....	58
SITUACIÓN ACTUAL.....	58
5.1 Descripción de la Situación Actual.....	58

5.1.1 Características Generales de las Unidades Múltiples y Especificaciones Técnicas de los Motores Detroit Diesel.	59
5.1.2 Generalidades del Área de Estudio.	61
5.1.3 Descripción de la Fuerza Laboral Actual.	61
5.1.4 Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel.	62
5.1.5 Análisis de las Causas de la Situación Actual.	63
5.1.6 Factores que Intervienen en las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel de las Unidades Múltiples.	67
5.1.7 Tiempo Estándar de las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel.	69
5.1.8 Demoras en las Operaciones de los Motores Detroit Diesel.	70
CAPÍTULO VI	71
ANÁLISIS Y RESULTADOS	71
6.1 Estandarización de las Actividades que Conforman las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel de las Unidades Múltiples.	71
6.1.1 Estudio de Tiempo de las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel de las Unidades Múltiples.	72
6.1.1.1 Desmontaje de los Motores Detroit Diesel de las Salas de Máquinas de las Unidades Múltiples.	73
6.1.1.2 Realizar el Mantenimiento a los Motores Detroit Diesel.	77
6.1.1.3 Montaje de los Motores Detroit Diesel en las Salas de Máquinas de las Unidades Múltiples.	85
6.2 Evaluar los Tiempos Utilizados por el Personal, Tiempo Efectivo y Tiempo de Ocio durante la Ejecución de las Operaciones de Mantenimiento.	89
6.2.1 Jornada de Trabajo.	89
6.2.2 Cálculo del Tiempo Efectivo.	90
6.2.2.1 Demoras Inevitables.	90
6.2.2.2 Demoras Evitables.	92
6.2.3 Cálculo del Tiempo de Ocio.	94

6.2.4 Análisis de las Demoras en las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel.....	94
6.3 Recursos Materiales Utilizados y Faltantes en las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel.....	97
6.4 Determinar las Horas-Hombres Requeridas y la Fuerza Laboral Necesaria para las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel.....	100
6.4.1 Cálculo de las Horas-Hombres Requeridas.....	100
6.4.2 Cálculo de la Fuerza Laboral.....	102
6.5 Resultados Obtenidos en la Optimización de las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel de las Unidades Múltiples.....	104
CAPÍTULO VII.....	105
SITUACIÓN PROPUESTA.....	105
7.1 Mejora de la Efectividad de las Operaciones de Mantenimiento.....	105
7.1.1 Planificación de las Operaciones de Mantenimiento.....	105
7.1.2 Control de las Operaciones de Mantenimiento.....	106
7.1.3 Recursos.....	107
7.2 Adquisición de Nuevos Motores Detroit Diesel.....	109
7.2.1 Actividades Realizadas a las Unidades Múltiples.....	109
7.2.2 Tiempo Promedio de Duración de las Actividades.....	109
7.2.3 Frecuencia de las Actividades Realizadas a los Motores Detroit Diesel.....	110
7.2.4 Demoras Inevitables e Evitables Observadas en los Motores Detroit Diesel de las Unidades Múltiples.....	110
7.2.4.1 Demoras Inevitables.....	110
7.2.4.2 Demoras Evitables.....	111
7.2.5 Requerimientos de los Motores Detroit Diesel.....	111
CONCLUSIONES.....	113
RECOMENDACIONES.....	114
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	115
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	117
ANEXOS.....	119

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 3.1: General Electric	26
Tabla N° 3.2: Calificación por Actuación: Habilidad y Destreza.	33
Tabla N° 3.3: Calificación por Actuación: Esfuerzo y Desempeño.....	34
Tabla N° 3.4: Calificación por Actuación: Condiciones de Trabajo.....	35
Tabla N° 3.5: Calificación por Actuación: Consistencia.	35
Tabla N° 5.1: Características Generales de las Unidades Múltiples.....	59
Tabla N° 5.2: Especificaciones Técnicas de los Motores Detroit Diesel.....	60
Tabla N° 5.3: Motores Detroit Diesel Operativos e Inoperativos	60
Tabla N° 5.4: Descripción de Personal Actual.....	61
Tabla N° 6.1: Tiempos Promedio Seleccionados en el Desmontaje de los Motores Detroit Diesel de las Salas de Máquinas.	74
Tabla N° 6.2: Coeficiente de Velocidad del Proceso de Desmontaje de los Motores Detroit Diesel.	75
Tabla N° 6.3: Tiempo Normal del Proceso de Desmontaje de los Motores Detroit Diesel.....	75
Tabla N° 6.4: Tiempos Promedio Seleccionados en el Mantenimiento de Motor Detroit Diesel Serie L-92.	80
Tabla N° 6.5: Tiempos Promedio Seleccionados en el Mantenimiento de Motor Detroit Diesel Serie V-92.....	81
Tabla N° 6.6: Coeficiente de Velocidad en el Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel Serie L-92 y V-92.	83
Tabla N° 6.7: Tiempo Normal del Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel Serie L-92.....	83
Tabla N° 6.8: Tiempo Normal del Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel Serie V-92	84
Tabla N° 6.9: Tiempos Promedio Seleccionados en el Montaje de los Motores en las Salas de Máquinas de las Unidades Múltiples	86

Tabla N° 6.10: Coeficiente de Velocidad del Proceso de Montaje de los Motores Detyroit Diesel.....	87
Tabla N° 6.11: Tiempo Normal del Proceso de Traslado de los Motores Detroit Diesel a las Unidades Múltiples.....	88
Tabla N° 6.12: Tiempo Estándar de las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel.....	89
Tabla N° 6.13: Demoras Inevitables en las Operaciones de Mantenimiento.....	91
Tabla N° 6.14: Tiempo Estándar Total de las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel.....	92
Tabla N° 6.15: Demoras Evitables en las Operaciones de Mantenimiento	93
Tabla N° 6.16: Demoras que Afectan las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel.....	95
Tabla N° 6.17: Recursos Materiales Utilizados y Faltantes en las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel	98
Tabla N° 6.18: Horas Hombres al Año de las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Serie L-92.	101
Tabla N° 6.19: Horas Hombres al Año de las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Serie V-92.....	101
Tabla N° 6.20: Comparación de la Fuerza Laboral Actual con la Requerida.....	103
Tabla N° 6.21: Tiempo Estándar Total de las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel.....	104
Tabla N° 6.22: Fuerza Laboral Requerida para la Ejecución de las Operaciones de Mantenimiento.	104
Tabla N° 7.1: Tiempo Promedio de las Actividades de Mantenimiento.....	109
Tabla N° 7.2: Demoras Inevitables en las Operaciones de Mantenimiento.....	110
Tabla N° 7.3: Demoras Evitables en las Operaciones de Mantenimiento	111
Tabla N° 7.4: Tiempo Total de Trabajo y Atención..	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 2.1: Ubicación Geográfica del I.N.C. Gerencia Canal del Orinoco.....	14
Figura N° 2.2: Estructura Organizacional del I.N.C. Gerencia Canal del Orinoco. ..	18
Figura N° 3.1: Evolución del Mantenimiento.....	41
Figura N° 3.2: Técnicas de Mantenimiento Autónomo.	46
Figura N° 3.3: Elementos de un Diagrama de Causa-Efecto.	48
Figura N° 5.1: Diagrama Causa - Efecto de los Factores que Afectan las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel.	66

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 6.1: Comportamiento de los Tiempos Promedio Seleccionados en el Desmontaje de los Motores Detroit Diesel.	74
Gráfico N° 6.2: Comportamiento de los Tiempo Promedio Seleccionado en el Mantenimiento de los Motores Serie L-92.....	81
Gráfico N° 6.3: Comportamiento de los Tiempos Promedio Seleccionados en el Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel Serie V-92.....	82
Gráfico N° 6.4: Comportamiento de los Tiempos Promedio Seleccionados para el Montaje de los Motores en las Salas de Máquinas.	87
Gráfico N° 6.5: Demoras Presentes en las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel.....	95



Universidad Nacional Experimental Politécnica
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"
Vicerrectorado Puerto Ordaz
Departamento de Ingeniería Industrial
Trabajo de Grado

**OPTIMIZACIÓN DE LAS OPERACIONES DE MANTENIMIENTO DE LOS
MOTORES DETROIT DIESEL DE LAS UNIDADES MÚLTIPLES DE LA
EMPRESA I.N.C GERENCIA CANAL DEL ORINOCO.**

Autor: Rengifo A. Víctor D.
Tutor Industrial: Cap/Alt. Juan Pino.
Tutor Académico: Ing. Iván Turmero.

La importancia del I.N.C. está dada por el buen desempeño en el desarrollo, administración y mantenimiento de las principales vías fluviales del país. El presente trabajo se desarrolló en el Taller Central de la División de Mantenimiento del Instituto Nacional de Canalizaciones Gerencia Canal del Orinoco, el cual estuvo orientado a Optimizar las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel de las Unidades Múltiples; para llevar a cabo este estudio se empleó como herramientas el estudio de métodos y tiempo, por medio del cual se realizó el seguimiento y se determinó el tiempo estándar de ejecución de las actividades de mantenimiento, la fuerza laboral y se analizaron las demoras con mayor incidencia durante el estudio. La metodología empleada es del tipo descriptiva - evaluativo y toda la información se obtuvo a través de las técnicas de observaciones en el área. Los resultados obtenidos permitirán obtener oportunidades de mejoras continuas que permitan asegurar el buen funcionamiento y disponibilidad de las unidades en las mejores condiciones de calidad, tiempo y costo.

Palabras Claves: Optimizar, Mantenimiento, Operatividad, Estudio de Tiempo, Fuerza Laboral.

INTRODUCCIÓN

El Instituto Nacional de Canalizaciones (I.N.C), es un Instituto Autónomo adscrito al Ministerio de Infraestructura, cuya función es la de velar por la administración, financiamiento, mantenimiento, estudio, construcción, mejoras e inspección de todos los canales de navegación marítimos, lacustres y fluviales, existentes en Venezuela.

La Gerencia Canal del Orinoco, se encarga de garantizar la administración y mantenimiento eficiente del Canal de Navegación del Río Orinoco, optimizando la utilización de los recursos humanos, técnicos, equipos y financieros mediante la ejecución de programas de dragado continuo, mantenimiento y conservación del sistema de señalamiento y balizamiento, actividades hidrográficas y de ingeniería, suministro de información permanente a los usuarios del Canal de Navegación, con el fin de contribuir con el desarrollo de la región.

El mantenimiento no solo debe ser realizado por el departamento encargado de esto. El trabajador debe ser concientizado a mantener en buenas condiciones los equipos, herramientas, maquinarias, esto permitirá mayor responsabilidad del trabajador y prevención de accidentes.

La División de Mantenimiento es una unidad de servicio, que tiene como objetivo principal planificar, programar, ejecutar y controlar los mantenimientos que se realizan a los equipos de las unidades flotantes, terrestres y equipos auxiliares para mantenerlas en óptimas condiciones de operatividad, a fin de obtener la mayor capacidad de producción en el mantenimiento del Canal de Navegación del Río Orinoco.

En los actuales momentos la División se encuentra en proceso de mejoramiento de todos sus procesos y programas, como lo son: mantenimiento a sus unidades flotantes, terrestres y equipos auxiliares. Razón por la cual, la División de Mantenimiento busca el mejoramiento con la Optimización de las Actividades de

Mantenimiento en el Taller Central, con la finalidad de lograr la máxima eficiencia, productividad, calidad y mejores condiciones de trabajo de las Unidades.

En este estudio se presenta la Optimización de las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel de las Unidades de Servicio, Sondeo, Hidrografía y Transporte de Personal y Material de la Empresa I.N.C. Gerencia Canal del Orinoco.

La optimización de las actividades de mantenimiento, constituye una de las herramientas fundamentales para el desarrollo de todos los procesos que permiten detectar y corregir todas aquellas deficiencias presentes en la ejecución de las tareas y con ello minimizar los costos de mano de obra, herramientas, materiales, etc.

La presente investigación se encuentra estructurada de la siguiente manera:

- ✚ **Capítulo I**, se desarrolla El Problema, que dio origen al estudio.
- ✚ **Capítulo II**, se describen las Generalidades de la Empresa.
- ✚ **Capítulo III**, se presenta el Marco Teórico, que sirve como base para la Investigación.
- ✚ **Capítulo IV**, se establece el Diseño Metodológico.
- ✚ **Capítulo V**, se realiza el Análisis de la Situación Actual.
- ✚ **Capítulo VI**, se ve reflejado los Resultados y los Análisis del Estudio.
- ✚ **Capítulo VII**, se establece la Situación Propuesta a la Investigación.

Finalmente se presentan las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Antecedentes.

- ✚ Zapata, Carlos. (2.004). Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre” Vice - Rectorado Puerto Ordaz. **Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo para las Bombas Auxiliares de la Draga Río Orinoco.**

Esta investigación se basó en el Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo para las Bombas Auxiliares de la Draga Río Orinoco, llevado a cabo en el I.N.C, evaluando los aspectos más relevantes en la ejecución de las tareas del mantenimiento y la distribución de los trabajos de mantenimiento preventivo, todo esto con el propósito de formular los parámetros reales de la situación presentada en la ejecución del mantenimiento en la Empresa I.N.C y de proponer las recomendaciones que pueda optimizar la utilización de las mismas.

- ✚ Medrano, Nercy. (2.005). UCAB. **Manual de Normas y Procedimientos para realizar el Mantenimiento Correctivo de los Motores Detroit Diesel ubicados en las Salas de Máquinas de las Unidades Múltiples de la I.N.C Gerencia Canal del Orinoco.**

Esta trabajo de investigación se fundamentó en el Diseño de un Manual de Normas y Procedimientos para realizar Mantenimiento Correctivo de los Motores Detroit Diesel, llevado a cabo en la G.C.O, evaluando las herramientas más notables en la ejecución de las tareas del mantenimiento, así como también, las condiciones bajo las cuales se deben de llevar a cabo, todo esto con el propósito

de aclarar los parámetros reales de la situación presentada en el diseño del manual de procedimientos y así proponer las recomendaciones que pueda mejorar el mismo.

- ✚ Verde, Wolfgang. (2.006). Instituto Universitario de Tecnología del Mar. Fundación La Salle de Ciencias Naturales. **Mantenimiento Correctivo del Motor Generador Jhon Deere de 4L Localizado en la Sala de Maquinas de la Lancha de Servicios, Sondeo, Hidrografía y Transporte de Personal y Material LM-01.**

Esta investigación se basó en el mantenimiento correctivo del motor generador Jhon Deere de 4L localizado en la sala de maquinas de la lancha LM-01, llevado a cabo en el I.N.C Gerencia Canal del Orinoco, evaluando el escenario bajo las cuales se llevan a cabo, todo esto con la intención de formular las medidas existentes de la situación presentada en la ejecución del mantenimiento y de plantear las recomendaciones que pueda mejorar el funcionamiento del motor generador.

- ✚ Rengifo, Víctor. (2.006). Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre” Vice - Rectorado Puerto Ordaz. **Elaboración y Ejecución de un Programa de Mantenimiento para la Recuperación de la Lancha de Servicios, Sondeo, Hidrografía y Transporte de Personal y Material LM - 02, ubicada sobre la Gabarra Cangrejito en Base Marina del I.N.C Gerencia Canal del Orinoco Puerto Ordaz Estado Bolívar.**

Esta investigación se fundamentó en la elaboración de un plan de mantenimiento para la recuperación de la unidad múltiple LM - 02, llevado a cabo en el I.N.C Gerencia Canal del Orinoco, todo esto con la intención de que garantice un mejor desempeño, un período de vida útil más largo, un mejor y óptimo aprovechamiento de los equipos y así poner en practica las medidas existentes en la ejecución del programa que pueda mejorar el funcionamiento de la unidad.

1.2 Planteamiento del Problema.

La importancia del Instituto Nacional de Canalizaciones (I.N.C) está dada por el buen desempeño en el desarrollo, administración y mantenimiento de las principales vías fluviales del país. Esta Empresa está constituida por tres (3) Gerencias Operativas: Gerencia Canal de Maracaibo, Gerencia Canal del Orinoco y finalmente Gerencia de Trabajos Comerciales.

Actualmente la Gerencia Canal del Orinoco cuenta con una flota de unidades medianas y menores que facilitan la realización de actividades orientadas a prestar apoyo logístico en el mantenimiento de las señales de navegación, así como también actividades hidrográficas y de ingeniería.

Hoy por hoy estas unidades presentan demoras en las operaciones de mantenimiento de los motores Detroit Diesel, ya que estos son equipos muy viejos, cuya vida útil está por cumplirse y actualmente no se consiguen los repuestos en el mercado nacional, siendo necesario ubicarlos y adquirirlos en el exterior, lo cual es una limitante si se toma desde el punto de vista de las demoras que implica la aplicación de tramites y procedimientos administrativos estipulados por las leyes venezolanas y que de corregirlos permitirán garantizar su funcionamiento para así cumplir con las actividades programadas para el mantenimiento y conservación del Canal de Navegación del Río Orinoco a la cadena productiva y en consecuencia mayor calidad a sus servicios.

La División de Mantenimiento en busca de la mejora de sus actividades y continuando sus políticas, se ha visto en la necesidad de realizar un estudio de métodos y tiempo con la finalidad de determinar los tiempos reales de las operaciones de mantenimiento de los motores, mediante una metodología más técnica y completa que permita analizar y establecer herramientas para la toma de decisiones; todo ello con el fin de optimizar los mismos para así obtener el máximo rendimiento de los equipos y además evaluar entre varias la mejor alternativa para optimizar los costos

operacionales, mejorando la calidad, efectividad y eficiencia del personal, materiales, equipos y herramientas.

El presente estudio es de gran relevancia para el mejoramiento continuo del Canal de Navegación, puesto que permite corregir todas aquellas actividades que no se estén ejecutando de una manera correcta y así reducir los costos involucrados en las contrataciones de otras empresas para que realicen las actividades de mantenimiento y conservación del Canal de Navegación del Río Orinoco, con la finalidad de garantizar la productividad y rentabilidad de la Empresa.

1.3 Alcance.

La investigación abarca la Optimización de las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel de las Unidades Múltiples de la Empresa I.N.C Gerencia Canal del Orinoco, con la finalidad de mejorar las operaciones de mantenimiento de los motores aplicando medidas y/o herramientas que permitan una constante evaluación de las actividades que se realizan, estableciendo bases cuantitativas para el análisis que permitirá la definición y optimización de los distintos servicios que presta esta Empresa, así como también detectar las fallas existentes y en virtud de esto proponer alternativas que permitan mejorar y con esto optimizar el proceso estudiado.

1.4 Limitaciones.

El trabajo de investigación se vió afectado por limitaciones de tiempo para la ejecución de la totalidad de las actividades que implica la realización de este estudio, ya que este requiere de información correcta y precisa, por lo que se hace difícil la búsqueda de esta y el libre desenvolvimiento de las actividades de investigación. Además, generalmente el personal que labora en el Taller Central no tiene el tiempo disponible, ya que se encuentran realizando labores de mantenimiento rutinario en el

Canal de Navegación del Río Orinoco, para así facilitar toda la información necesaria.

1.5 Justificación.

La Gerencia Canal del Orinoco, ente encargado de mantener y controlar el Canal de Navegación del Río Orinoco, debe garantizar la operatividad de las embarcaciones de una manera óptima, para ello se debe realizar una serie de actividades tales como: mantenimiento preventivo y correctivo a las unidades flotantes, todo esto con la intención de que garantice un mejor desempeño, un período de vida útil más largo, un mejor y óptimo aprovechamiento de los equipos y así poner en práctica las medidas existentes en la ejecución del programa que pueda mejorar el funcionamiento de la unidad, para así mantener y garantizar las condiciones de diseño del Canal de Navegación del Río Orinoco.

La Gerencia Canal del Orinoco debe mantenerse funcionando de una manera óptima, para ello debe detectar las oportunidades de mejoras y asegurar que el servicio que presta esté dentro de los límites de especificaciones, esto traerá como consecuencia mejores resultados en los informes de las evaluaciones que presenta a la Presidencia del Instituto Nacional de Canalizaciones y por ende al Ministerio de Infraestructura por cada uno de los servicios que presta la institución.

Con la realización de esta investigación, la División de Mantenimiento, espera mejorar el desarrollo de las actividades de mantenimiento de los motores garantizando que las embarcaciones estén en óptimas condiciones de operatividad, a fin de obtener la mayor capacidad de producción en el mantenimiento del Canal de Navegación del Río Orinoco.

1.6 Importancia.

Entre las funciones que tiene la Gerencia Canal del Orinoco a través de la División de Mantenimiento, se encuentran aquellas relacionadas con programar, ejecutar y supervisar el mantenimiento correctivo y preventivo de las unidades flotantes y terrestres, por lo que es tarea prioritaria tomar acciones para tener la flota 100% operativa, ya que contribuye con el apoyo logístico en la realización de las actividades inherentes al mantenimiento del Canal de Navegación del Río Orinoco, tales como reposición de bollas, equipos eléctricos de las señales de navegación, actividades hidrográficas y de ingeniería, batimetría entre otros.

La realización de este estudio permitió obtener beneficios que se medirían en grandes términos en cuanto a la mejora de la calidad de los motores y el flujo de trabajo de operaciones además del establecimiento de estándares de trabajo para de esta manera garantizar la navegación de buques con grandes volúmenes de carga para satisfacer la demanda del mercado nacional e internacional, ya que con un Canal de Navegación seguro y confiable, la Gerencia Canal del Orinoco contribuye al crecimiento de la economía del país, tomando en cuenta que por esta importante vía fluvial salen grandes cantidades de minerales.

1.7 Objetivos.

1.7.1 Objetivo General.

Optimizar las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel de las Unidades Múltiples de la Empresa I.N.C Gerencia Canal del Orinoco.

1.7.2 Objetivos Específicos.

1. Describir y evaluar las actividades que se realizan en las operaciones de mantenimiento de los motores Detroit Diesel de las unidades múltiples.
2. Evaluar los tiempos utilizados por el personal, tiempo efectivo y tiempo de ocio durante la ejecución de las operaciones de mantenimiento.
3. Identificar la cantidad de recursos materiales utilizados y faltantes en las operaciones de mantenimiento de los motores Detroit Diesel.
4. Realizar un estudio de tiempo para determinar el tiempo estándar del proceso.
5. Determinar las horas hombres requeridas y la fuerza laboral necesaria para las operaciones mantenimiento de los motores Detroit Diesel de las unidades múltiples.
6. Analizar las operaciones de mantenimiento de los motores para detectar defectos y/o fallas que ocasionan retardos en el mantenimiento de los mismos.
7. Formular recomendaciones que permitan optimizar las horas - hombres utilizadas por el personal para la ejecución de las actividades.
8. Plantear y/o diseñar alternativas, tales como: adquisición de equipos nuevos, maquinarias, herramientas o repuestos; planes de mejora del proceso de reparación, entre otras, que permitan evaluar y comparar los resultados para determinar cual es la mejor opción.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1 Instituto Nacional de Canalizaciones.

El Instituto Nacional de Canalizaciones (I.N.C), es un instituto público autónomo, tanto funcional como financieramente, que se encuentra adscrito al Ministerio de Infraestructura. Fue creado el 27 de junio de 1952, abriendo rutas de desarrollo para el país, su finalidad básica es la de velar por la administración, financiamiento, mantenimiento, estudio, construcción, mejoras e inspección de todos los canales de navegación marítimos, lacustres y fluviales, existentes en Venezuela.

Su foco de atención se basa fundamentalmente, tanto en el canal del Lago de Maracaibo, vías de entrada y salida de más del 80% de la producción petrolera venezolana, como en el del Río Orinoco, canal que permite la salida del material que es producido y exportado por las empresas básicas que conforman a la Corporación Venezolana de Guayana. Contribuyendo de esta manera a la fluidez del intercambio comercial, en el ámbito tanto nacional como internacional.

Esto puede ser ejecutado por el I.N.C, a través de sus tres gerencias operativas:

- ✚ Gerencia Canal de Maracaibo.
- ✚ Gerencia Canal del Orinoco.
- ✚ Gerencia de Trabajos Comerciales.

2.1.1 Misión del Instituto Nacional de Canalizaciones.

Administrar, mantener, mejorar, desarrollar y asegurar los canales marítimos, fluviales y lacustres, a través del estudio, financiamiento, construcción, conservación, inspección de las vías de navegación para conjuntamente con otros entes, su integridad y seguridad, a fin de contribuir al desarrollo del país, para que Venezuela pueda competir en el ámbito de la economía globalizada, promoviendo a nivel nacional e internacional sus servicios integrales, capacidad técnica y profesional a través de una administración eficiente y procurando la preservación del ambiente.

2.1.2 Visión del Instituto Nacional de Canalizaciones.

Hacer del I.N.C. una institución moderna, dinámica, tecnológicamente avanzada, autónoma operacionalmente, altamente competitiva, líder en planificación, con un enfoque global de los niveles de productividad, centrada en la filosofía de la excelencia y el servicio al cliente; conformada por un equipo humano identificado y comprometido con la organización, bien capacitado y actualizado, interesada en la protección del medio ambiente y de los recursos naturales, orientada hacia la investigación, el desarrollo del país, la promoción, conservación y seguridad de las vías navegables y con proyección internacional.

2.1.3 Objetivos del Instituto Nacional de Canalizaciones.

- ✚ Mantener y administrar de manera eficiente las vías navegables, a fin de garantizar el intercambio comercial Nacional e Internacional.
- ✚ Desarrollar nuevas vías de comunicación, como contribución al progreso socioeconómico regional y el ordenamiento del territorio.
- ✚ Optimizar los niveles de eficacia y eficiencia en las áreas de apoyo administrativo, operacional, logístico y de control que posibilite el fortalecimiento Institucional.

- ✚ Fomentar y administrar el desarrollo integral del recurso humano, para posibilitar su total identificación, compromiso y máximo aporte a la Organización.
- ✚ Optimizar la actividad comercial del I.N.C, orientada a la consolidación de las fuentes de financiamiento.
- ✚ Fortalecer el carácter estratégico del I.N.C, a nivel nacional, como contribución a la seguridad y soberanía del País.

2.1.4 Actividades que Realiza del Instituto Nacional de Canalizaciones.

El I.N.C. como una organización dedicada al dragado desarrolla sus actividades enmarcadas en tres tareas básicas: Dragado, Hidrografía y Balizamiento.

2.1.4.1 Dragado.

- ✚ Labores de mantenimiento rutinario en el Canal de Navegación del Río Orinoco en los sectores: Puerto Ayacucho - El Jobal - Matanzas; Matanzas - Boca Grande y en el Canal de Navegación de Maracaibo.
- ✚ Dragado Comercial: conformación de playas, dársenas y muelles.
- ✚ Terraplenes, diques, rellenos hidráulicos.
- ✚ Construcción de paseos, canales e islas.

2.1.4.2 Hidrografía.

- ✚ Estudios y trabajos hidrométricos.
- ✚ Levantamientos batimétricos.
- ✚ Estudios de comportamiento de costas y mediciones varias.

2.1.4.3 Balizamiento.

- ✚ Canales de Navegación, acceso a canales secundarios y áreas de maniobras, así como zonas de baja profundidad.
- ✚ Áreas de fondo.
- ✚ Zona de carga y descarga.
- ✚ Obstáculos y naufragios en los canales.

2.2 Gerencia Canal del Orinoco.

La Gerencia del Canal del Orinoco (G.C.O), se origina en año 1954, dada la explotación del mineral de hierro de las empresas transnacionales Orinoco Mining Company y La Iron Mines Company para construir y mantener el Canal de Navegación del Orinoco.

Actualmente mantiene una vía fluvial desde el Jobal hasta Boca Grande en la desembocadura del Atlántico con la longitud de 1004 kilómetros, donde existen más de setecientas (700) señales de ayuda de navegación.

Entre las actividades prioritarias destaca el mejoramiento de las condiciones de navegación del jefe fluvial Orinoco-Apure que esta conformado por cuatro tramos:

1. Canal Río Orinoco.
2. Canal de Bajo Calado.
3. Canal Puerto Ayacucho.
4. Canal Río Apure.

La Gerencia Canal de Orinoco, está ubicada en la Zona Industrial de CVG Ferrominera Orinoco, Puerto Ordaz Estado Bolívar. (Ver Figura N° 2.1).

Figura N° 2.1: Ubicación Geográfica del I.N.C. Gerencia Canal del Orinoco.



Fuente: I.N.C. Gerencia Canal del Orinoco, 2.000.

2.2.1 Misión de la Gerencia Canal del Orinoco.

Garantizar la administración y mantenimiento eficiente del Canal de Navegación del Río Orinoco, optimizando la utilización de los recursos humanos, técnicos, equipos y financieros mediante la ejecución de programas de dragado continuo, mantenimiento y conservación del sistema de señalamiento y balizamiento, actividades hidrográficas y de ingeniería, suministro de información permanente a los usuarios del canal de navegación, con el fin de contribuir con el desarrollo de la región.

2.2.2 Visión de la Gerencia Canal del Orinoco.

Ser una organización moderna, dinámica, tecnológicamente avanzada, autónoma operacionalmente y con un equipo altamente capacitado, identificado y comprometido con la institución; con excelencia con la prestación integral de sus servicios, desarrollo y conservación del Canal de Navegación del Río Orinoco, interesado en la preservación del ambiente y de los recursos naturales, orientado hacia la investigación y con proyección internacional.

2.2.3 Función de la Gerencia Canal del Orinoco.

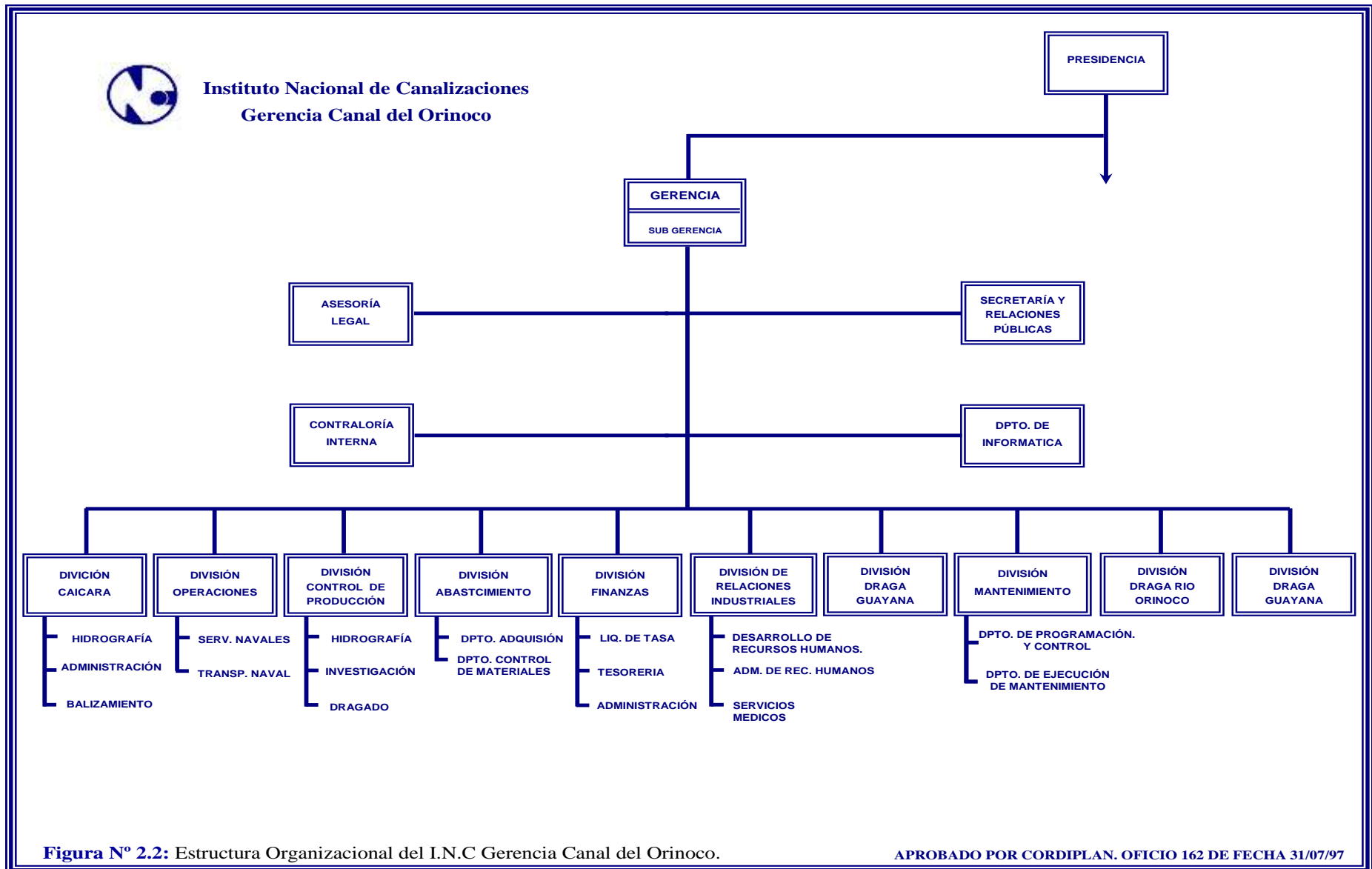
- ✚ Mantener, administrar y controlar el Canal de Navegación del Río Orinoco.
- ✚ Mantener y conservar el sistema de señalización y balizamiento del Canal de Navegación del Río Orinoco.
- ✚ Programar, ejecutar y supervisar el mantenimiento correctivo y preventivo de las unidades flotantes y terrestres de la Gerencia Canal del Orinoco.
- ✚ Administrar las convenciones colectivas y aplicar las normas legales y administrar al recurso humano de la Gerencia Canal del Orinoco.
- ✚ Ejecutar actividades hidrográficas y de ingeniería para mantener las condiciones de diseño del Canal de Navegación del Río Orinoco.
- ✚ Programar y controlar la ejecución presupuestaria de la Gerencia Canal del Orinoco.
- ✚ Liquidar y recaudar los recursos financieros provenientes de las tareas causadas por el uso del Canal de Navegación.
- ✚ Coordinar y supervisar el mantenimiento preventivo y correctivo de las dragas autopropulsadas de la Gerencia Canal del Orinoco.
- ✚ Mantener relaciones funcionales y administrativas con la direcciones de la Coordinación Central del Instituto Nacional de Canalizaciones.
- ✚ Mantener relaciones de información y coordinación de los usuarios del Canal de Navegación.

2.2.4 Estructura Organizacional de la Gerencia Canal del Orinoco.

A continuación se muestra la Estructura Organizativa de la Gerencia Canal del Orinoco. (Ver Figura N° 2.2).

- ✚ **Gerencia:** Mantener y administrar el Canal de Navegación del Orinoco mediante la ejecución de programas de dragado continuo, de mantenimiento y conservación del sistema de señalización y balizamiento, y la realización de obras de ingeniería que le permitan cumplir con las actividades de los procesos que los requieran.
- ✚ **Contraloría Delegada:** Mantener relaciones de coordinación con la Contraloría Interna, para efectuar las auditorias de procedimientos administrativos y técnicos, con el fin de evaluar el control interno de la Gerencia.
- ✚ **Asesoría Legal:** Asesorar y representar a la Gerencia Canal del Orinoco en todos los asuntos que tengan que ver con la interpretación y aplicación de las normativas legales vigentes aplicable al Instituto Nacional de Canalizaciones.
- ✚ **Informática:** Planificar y organizar la plataforma operativa de hardware, software y sistema de información en general, mediante la supervisión y control del desarrollo de aplicaciones y estandarización de la documentación de los procesos y procedimientos para facilitar la labor de mantenimiento y administración del Canal de Navegación del Río Orinoco.
- ✚ **Relaciones Industriales:** Coordinar, dirigir y controlar programas socio-económicos que van en pro de la institución y en el recurso humano, a fin de obtener un cliente satisfecho, creativo e identificados con los objetivos de la empresa.
- ✚ **Finanzas:** Recaudar y administrar los recursos financieros de la Gerencia, velando por la ejecución de los sistemas y procedimientos a través de los Departamentos Administración, Tesorería y Liquidación de Tasas.

- ✚ **Servicios Generales:** Planificar, coordinar y controlar las actividades relacionadas con el mantenimiento de las instalaciones, equipos, vehículos y áreas verdes, mediante la supervisión directa de los trabajos ejecutados, para conservar el buen estado y aspecto de los bienes de la Gerencia Canal del Orinoco.
- ✚ **División Base Caicara:** Mantener y controlar el Canal de Navegación del Río Orinoco en su tramo El Jobal-Matanzas, a través de las actividades desarrolladas por las áreas de hidrografía y balizamiento, para ofrecer a los usuarios una vía fluvial confiable y segura.
- ✚ **División Control de Producción:** Planificar, programar y controlar el mantenimiento del Canal de Navegación del Río Orinoco, en la procura de calados óptimos de acuerdo con las condiciones de diseño del canal.
- ✚ **División de Abastecimiento:** Satisfacer los requerimientos de los usuarios a través de la adquisición de los bienes y servicio a fin de abastecer y apoyar el desarrollo de las operaciones de la Gerencia Canal del Orinoco.
- ✚ **División de Operaciones:** Cumplir con los programas de hidrografía, balizamiento y dragado, a fin de garantizar la navegabilidad en condiciones seguras por el Canal de Navegación del Río Orinoco.
- ✚ **Draga Guayana y Draga Río Orinoco:** Ejecutar las órdenes de trabajo relacionadas con el mantenimiento del Canal de Navegación del Orinoco.
- ✚ **División de Mantenimiento:** Planificar, programar, ejecutar y controlar los mantenimientos que se realizan a los equipos de las unidades flotantes y equipos auxiliares para mantenerlas en óptimas condiciones de operatividad, a fin de obtener la mayor capacidad de producción en el mantenimiento del Canal de Navegación del Río Orinoco.



CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

Desde la antigüedad, los seres humanos hemos tratado de buscar mejores maneras para realizar el trabajo, aprovechando los talentos y contrarrestando los defectos, una de las herramientas de ingeniería que ha contribuido a mejorar los procesos industriales es el Estudio de Métodos y Tiempo o Medición del Trabajo. Entre otras técnicas, el estudio de tiempo ha sido de gran importancia para el desarrollo de nuevas tecnologías ya que permite identificar cada una de las variables que afectan o intervienen en los métodos de trabajo de tal manera que se puedan controlar fácilmente en búsqueda de adecuar los procesos productivos hacia un modelo cada vez más eficiente y productivo.

3.1 Ingeniería de Métodos.

La Ingeniería de Métodos es una de las metodologías que se aplican con propiedad en la solución de problemas en el área de la Ingeniería Industrial. Es definida por Niebel (2.001) como:

“Un conjunto de procedimientos sistemáticos para someter todas las operaciones de trabajo directo o indirecto a un concienzudo escrutinio, con vistas a introducir mejoras que faciliten más la realización del trabajo y que permitan que esté hecho en el menor tiempo posible y con una menor inversión”. (Pág. 5).

La Ingeniería de Métodos es un conjunto de conocimientos técnicos y humanos que se aplican sistemáticamente a cualquier actividad para diseñarla, implantarla, medirla y/o mejorarla, a fin de lograr su ejecución en forma optimizada y con calidad.

3.2 Estudio de Métodos.

La mayoría de las mejoras resultantes de la medición del trabajo radica en los estudios fundamentales de métodos, que proceden a los estudios de tiempo en sí. No obstante que los estándares de tiempo se utilizan para propósitos de control administrativo, los estándares por si solos no mejoraran la eficiencia. Una gran cantidad de mejora productiva durante el siglo XX se ha debido a la aplicación de métodos, por lo tanto el objetivo final del estudio de métodos es el incremento en las utilidades de la empresa.

3.2.1 Objetivos de un Estudio de Métodos.

- ✚ Mejorar procesos y procedimientos de trabajo.
- ✚ Mejorar la disposición de la empresa y del lugar de trabajo.
- ✚ Racionalizar el uso y la aplicación de los recursos con los que se realiza el trabajo.
- ✚ Simplificar el trabajo por medio de métodos más eficaces.
- ✚ Mejorar y reducir tiempos de ocio.

3.3 Medición del Trabajo.

La medición de trabajo es la técnica que se usa con más frecuencia en la industria y los negocios hoy en día, pues permite determinar el tiempo que se requiere para realizar una operación con un método específico, bajo unas consideraciones específicas del lugar de trabajo. La estrategia general de la medición de trabajo, es dividir una operación en elementos distintos y bien definidos, y después asignar a cada uno un valor de tiempo.

La medición del trabajo es la parte cuantitativa del estudio del trabajo que indica el resultado del esfuerzo físico desarrollado en función del tiempo permitido a un operario para terminar una tarea específica, siguiendo a un ritmo normal un método predeterminado.

De la definición anterior se observa que el objetivo inmediato de la medición del trabajo es la determinación del tiempo estándar, es decir, el medir la cantidad de trabajo humano necesario para producir un artículo en términos de un tipo o patrón que es el tiempo.

3.3.1 Importancia de la Medición del Trabajo.

La importancia de la medición, radica en la información que se pueda obtener de ella, con el fin de mejorar la productividad a través de comprobar la eficacia de varios métodos, en igualdad de condiciones, el mejor método será el que requiera menos tiempo.

Una vez que se hayan fijado los tiempos estándares se pueden utilizar para:

- ✚ Fijar normas para el rendimiento de la mano de obra a ser utilizada para cualquiera de los fines de primas de producción.
- ✚ Facilitar la información del programa de producción, incluyendo las necesidades del equipo y mano de obra para llevar a cabo el plan de trabajo.
- ✚ Mejorar los métodos, simplificar el trabajo y conducir el análisis de las operaciones para minimizar los costos de la empresa.

3.3.2 Metodología Empleada en la Medición del Trabajo.

Los pasos generales a seguir en el estudio de tiempo son los siguientes:

1. Seleccionar el trabajo objeto del estudio.
2. Registrar la información sobre el trabajo: Método operativo, elementos constituyentes de la actividad, disposición del sitio de trabajo, condiciones de trabajo.
3. Cronometrar el tiempo de cada elemento, durante un número suficiente de ciclos.

4. Analizar los datos obtenidos y examinar críticamente los elementos de tiempo a fin de separar los que sean directamente atribuibles al operador, así como los elementos productivos de los improductivos.
5. Examinar los tiempos registrados para cada elemento y determinar el tiempo activo de cada uno de ellos.
6. Asignar un tiempo para la operación, el cual ofrezca una norma de rendimiento factible, en la que se incluya márgenes de tiempos o concesiones adecuadas por fatiga, necesidades personales, retrasos o características del proceso u otro.
7. Definir el método estandarizado en forma precisa y fijar el tiempo estándar correspondiente.

3.4 Seguimiento del Trabajo.

Para llevar a cabo la técnica de seguimiento del trabajo se debe determinar observando las operaciones y se debe diseñar un formato en el cual se indique las actividades observadas con sus respectivos tiempos de duración. Los resultados del seguimiento del trabajo sirven para determinar tolerancias o márgenes aplicables al trabajo para evaluar la utilización de los equipos.

3.5 Estudio de Tiempos.

Es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondiente a los elementos de una tarea definida, efectuadas en condiciones determinadas, para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según la norma de ejecución preestablecida, con la debida consideración de la fatiga, las demoras personales y los retrasos inevitables.

Por otro lado se puede decir, que el estudio de tiempo es el procedimiento utilizado para medir el tiempo requerido por un trabajador calificado, quien trabajando a un nivel normal de desempeño realiza una tarea dada conforme a un método

especificado; el Ingeniero Industrial tiene que observar los métodos mientras hace el estudio de tiempos y medir la duración de las actividades.

3.5.1 Objetivo del Estudio de Tiempos.

Los principales objetivos del estudio de tiempos son los siguientes:

- + Reducir costos.
- + Determinar y controlar con exactitud los costos de mano de obra.
- + Establecer salarios con incentivos.
- + Planificar.
- + Comparar los métodos.
- + Proporcionar un producto que es cada vez más confiable y de alta calidad.
- + Eliminar o reducir los movimientos ineficientes y acelerar los eficientes.

3.5.1.1 Corolarios Aplicables a los Objetivos del Estudio de Tiempos.

- + Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de los trabajos.
- + Mejorar continuamente la calidad y la confiabilidad de los productos y servicios.
- + Conservar los recursos y minimizar los costos especificando los materiales directos e indirectos más apropiados para la producción de bienes y servicios.
- + Maximizar la seguridad, la salud y el bienestar de todos los trabajadores o empleados.
- + Realizar la producción considerando cada vez más la protección necesaria de las condiciones ambientales.
- + Aplicar un programa de administración según un alto nivel humano que origine interés y satisfacción para cada trabajador.

3.5.2 Elementos del Estudio de Tiempos.

En la actualidad el estudio de tiempos es un arte y una ciencia. A fin de asegurarse el éxito en este campo, el analista debe haber desarrollado el arte de ser capaz de

inspirar confianza, ejercitar su juicio y desarrollar un trato afable con toda persona con quien se pone en contacto. Además, es esencial que su experiencia y adiestramiento hayan sido tales que entiende cabalmente, y sea capaz de llevar a cabo las funciones relacionadas con cada etapa del estudio.

Estos elementos comprenden la selección del operario, el análisis de materiales y métodos, el registro de la información significativa, el número de ciclos a estudiar y la asignación de márgenes de tolerancia o suplementos apropiados.

3.5.2.1 Seleccionar el Operador.

Es el primer paso consistente en escoger al operador promedio que realice el trabajo en forma consistente, a un ritmo normal que facilite la aplicación del factor de actuación o velocidad. Debe conocer el método, estar familiarizado con los procedimientos y tener confianza.

3.5.2.2 Análisis de Materiales y Métodos.

Se deben garantizar el análisis y registros suficientes para comenzar el estudio, a través de croquis, diagramas o escalas, localización de herramientas, elementos básicos, tipos de materiales a usar entre otros, el método debe ser el correcto antes de tomar lecturas.

3.5.2.3 Registro de Información Significativa.

Debe analizarse la información referente con las herramientas, maquinas, planillas, operarios, condiciones de trabajo ejecutados, las cuales constituyen una fuente valiosa para el establecimiento de estándares y desarrollo de formulas.

3.5.2.4 Número de Ciclo a Estudiar.

Es necesario determinar el número de ciclos a estudiar. Antes de comenzar el estudio de tiempos es necesario tener la información siguiente:

- ✚ Estudiar que se va hacer.
- ✚ Producto al cual se le va a realizar el estudio.
- ✚ Proceso, método, instalación, máquina.
- ✚ Operario a estudiar.
- ✚ Duración del estudio, de donde a donde va a abarcar.

El número de ciclos que deben observarse para obtener un tiempo medio representativo de una operación determinada depende de las siguientes normas:

1. El número de ciclos dependerá del grado de exactitud que se desee.
2. El estudio debe hacerse por un número de ciclos que permita observar varias veces los elementos pocos frecuentes.
3. Cuando trabaje más de un operario en la misma tarea mejor hacer un estudio breve (10 ciclos) de varios operarios separadamente, con preferencia a hacer un estudio largo a un solo operario.

El estudio deberá hacerse por un número de ciclos que el analista considere necesario para obtener una visión representativa del proceso.

Existen varios métodos que permiten el número de observaciones a realizar para obtener una muestra representativa en el cálculo del Tiempo Estándar. El método utilizado es el que aplica la compañía General Electric (Ver Tabla 3.1), el cual determina el número de observaciones necesarias, dependiendo de la duración del ciclo.

Tabla N° 3.1: General Electric.

Tiempo de Ciclo en Minutos	Número de Ciclos Recomendados
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	20
2,00 - 5,00	15
5,00 - 10,00	10
10,00 - 20,00	8
20,00 - 40,00	5
40,00 o más	3

3.5.2.5 Asignación de Márgenes de Tolerancia o Suplementos.

Consiste en el establecimiento del tiempo necesario para que el operario realice ciertas actividades necesarias estando en su turno de trabajo.

3.5.3 Material Utilizado en un Estudio de Tiempos.

El equipo mínimo necesario para efectuar un estudio de tiempo es el siguiente:

- ✚ Cronómetro.
- ✚ Tablero o paleta para el estudio de tiempo.
- ✚ Formas impresas para el estudio de tiempo.
- ✚ Calculadora de bolsillo.

Actualmente existen varios tipos de cronómetros entre los que se encuentran: los que toman decimales de minuto, los que toman decimales de hora y los electrónicos; normalmente se utilizan los electrónicos que permiten estudios acumulativos, regreso rápido a cero y lecturas digitales.

3.5.4 Técnicas de Cronometrado para el Estudio de Tiempos.

Existen dos técnicas de cronometrado de una operación en un estudio de tiempos:

3.5.4.1 Método de Observación Continua.

Consiste en dejar marchar el cronómetro durante el estudio completo. El reloj se lee en los puntos terminales de cada elemento, mientras la aguja se mueve. En caso de tener un cronómetro electrónico, se puede proporcionar un valor numérico inmóvil.

3.5.4.2 Método de Observación de Vuelta a Cero.

En el método de regresos a cero el cronómetro se lee a la terminación de cada elemento, y luego se regresa a cero de inmediato. Al iniciarse el siguiente elemento el cronómetro parte de cero. El tiempo transcurrido se lee directamente en el cronómetro al finalizar este elemento y se regresa a cero otra vez, y así sucesivamente durante todo el estudio.

Según Gómez (1.991), establece que el método de observación de vuelta cero

“Consiste en leer el cronómetro a la terminación de cada elemento y luego las manecillas se regresan a cero de inmediato; así al iniciar el siguiente elemento las manecillas parten de cero” (Pág. 114).

❖ **Ventajas.**

- ✚ Los valores se leen directamente, por tanto no hay que perder tiempo posteriormente haciendo sustracciones.
- ✚ Los elementos que son realizados sin seguir el orden establecido pueden registrarse fácilmente sin requerir notación especial, no es necesario registrar las demoras.
- ✚ El especialista puede comprobar la estabilidad o inestabilidad del operario en la ejecución de su trabajo.

❖ **Desventajas.**

- ✚ Se introduce cierto error acumulativo en el estudio; como consecuencia de la pérdida de tiempo que se produce entre la reacción mental y el movimiento de los dedos al pulsar el botón que vuelve a cero las manecillas.
- ✚ El observador puede anticipar los valores de los elementos y los elementos muy cortos son difíciles de medir.
- ✚ No se tiene un registro del método completo, por cuanto las demoras y elementos extraños pueden bien no ser registrados y por consiguiente no se hace más nada por eliminarlos.

3.5.5 Tipos de Elementos del Estudio de tiempos.

- ✚ **Repetitivos:** Están presentes en todos los ciclos de trabajo.
- ✚ **Causales:** Son esporádicos y aparecen en el ciclo de forma regular e irregular.
- ✚ **Constantes:** El tiempo de ejecución es fijo en todos los ciclos.
- ✚ **Variables:** El tiempo de ejecución no es fijo en todos los ciclos, depende de ciertas características del proceso, procedimiento o equipo.
- ✚ **Manuales:** Ejecutados por el operador.
- ✚ **Mecánicos:** Realizados automáticamente por la máquina.
- ✚ **Dominantes:** Su tiempo de duración es mayor que cualquier otro tiempo de los elementos realizados simultáneamente.
- ✚ **Extraños:** No forman parte del trabajo, no tiene relación con el ciclo de acción.

3.5.6 Técnicas Utilizadas para el Establecimiento de un Estándar.

Existen varios tipos de técnicas que se utilizan para establecer un estándar, cada una acomodada para diferentes usos y cada uso con diferentes exactitudes y costos. Algunos de los métodos de medición de trabajo son:

- ✚ El estudio de tiempos.
- ✚ Recopilación computarizada de datos.
- ✚ Datos estándares.
- ✚ Muestreo de trabajo.
- ✚ Estimación basada en datos históricos.

Cada una de estas técnicas tiene una aplicación en ciertas condiciones. El Analista de Tiempos debe saber cuando es mejor utilizar una cierta técnica y llevar a cabo su utilización correctamente. Para cerciorarse de que el método que se prescribe es el mejor, el ingeniero especialista en estudio de tiempos con frecuencia asume el papel de un ingeniero de métodos.

En industrias pequeñas estas dos actividades suele desempeñarlas la misma persona. El establecer valores de tiempos es un paso en el procedimiento sistemático de desarrollar nuevos centros de trabajo y mejorar los métodos existentes en los centros de trabajos actuales.

3.5.7 Registro de Información Significativa.

Debe anotarse toda información acerca de máquinas, herramientas de mano, plantillas o dispositivos, condiciones de trabajo, materiales en uso, operación que se ejecuta, nombre del operador y número de tarjeta del operario, departamento, fecha del estudio y nombre del tomador de tiempos. Tal vez todos estos detalles parezcan de escasa importancia a un principiante, pero la experiencia le mostrará que cuanto más información pertinente se tenga, tanto más útil resultará el estudio en los años venideros.

Hay varias razones para tomar nota sobre las condiciones de trabajo. En primer lugar, las condiciones existentes tienen una relación definida con el ‘margen’ o ‘tolerancia’ que se agrega al tiempo normal. Si las condiciones se mejoraran en el futuro, puede disminuir el margen por tiempo personal, así como el de fatiga. Si por alguna razón llegara a ser necesario alterar las condiciones de trabajo, de manera que fueran peores, es lógico que el factor de tolerancia debiera aumentarse.

Si las condiciones de trabajo que existían durante el estudio fueran diferentes de las condiciones normales que existen en el mismo, tendrían un efecto determinado en la actuación normal del operario.

3.5.8 Tiempo Promedio Seleccionado.

Es la relación entre el total de lecturas de tiempo tomadas y el número de ciclos, en otras palabras va a ser la media aritmética del tiempo que dura cada elemento por el total de ciclos. Se puede calcular mediante la siguiente ecuación:

$$TPS = \frac{\sum \text{tiempos}}{n}$$

Donde: n = Números de Lecturas Seleccionadas.

Ec. 3.1

3.5.9 Tiempo Normal.

Es el tiempo requerido por el operario normal para realizar la operación cuando trabaja con velocidad estándar o a un ritmo normal, es decir, sin ninguna demora por razones o circunstancia inevitables.

Según la OIT (1.990), el tiempo normal

“es el tiempo requerido por el operario normal para realizar la operación cuando trabaja con velocidad estándar, sin ninguna demora por razones personales o circunstancias inevitables”.

Se puede obtener con la ecuación siguiente:

$$T_N = TPS \times C_V$$

Ec. 3.2

Donde: **TPS:** Tiempo Promedio Seleccionado.

Cv: Coeficiente de Velocidad.

3.5.10 Tiempo Estándar.

Es el tiempo necesario para que un operador de calificación promedio realice una actividad determinada, es decir, es una estimación del tiempo para operaciones individuales y de maquinas a partir de las cuales se pueden deducir el tiempo total de manufactura. Este concepto considera el factor de calificación del operador (Cv) y las tolerancias o márgenes por conceptos de fatiga relacionadas con el trabajo.

Según Niebel (2.001), define el tiempo estándar para una operación

“como el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, calificado, adiestrado y trabajando a un ritmo normal lleve a cabo una operación” (Pág. 345).

El tiempo asignado para la ejecución de un trabajo y el cual puede ser mantenido por el operador durante la jornada sin llegar al cansancio, se puede asignar como tiempo estándar, en tal sentido.

Se puede calcular mediante la siguiente expresión:

$$T_E = T_N + (T_N \times \%Tolerancias)$$

Ec. 3.3

Donde: **T_N** = Tiempo Normal.

%Tolerancias = Porcentaje de las Tolerancias.

Los tiempos estándar se derivan ya sea de datos de cronómetros o de datos predeterminados de tiempo. El uso de los tiempos estándar es bastante popular para la medición de la mano de obra directa. Esto se debe a que se puede derivar un gran número de estándares de un conjunto pequeño de datos estándar.

Los sistemas de tiempos estándar son útiles cuando existe un gran número de operaciones repetitivas que son bastante similares, también tienen algunas de las mismas ventajas que los datos predeterminados de tiempo. No requieren de un cronómetro; los datos se pueden utilizar para estudiar nuevas operaciones; y la exactitud se puede asegurar mediante el uso continuo y el refinamiento de los datos.

3.6 Coeficiente de la Velocidad del Operario.

Cuando se realiza un estudio de tiempos, es necesario efectuarlo con trabajadores calificados, ya que por medio de estos los tiempos obtenidos serán confiables y consistentes. El trabajador calificado es aquel que reconoce que tiene las actitudes físicas necesarias, que posee la requerida e instrucción y que ha adquirido la destreza y conocimientos necesarios, para efectuar el trabajo en curso según normas satisfactorias de seguridad cantidad y calidad

No existe ningún método universal para calificar las actuaciones aun cuando la mayoría de las técnicas se basen en el criterio del analista de tiempo, por esta razón el analista debe poseer los requisitos personales mencionados anteriormente. La fórmula utilizada para el cálculo de la calificación de la actuación es la siguiente:

$$C_v = 1 \pm C$$

Ec. 3.4

Donde: **C** = Coeficiente de Velocidad del operador, se obtiene a través del Método Westinghouse o Método Subjetivo.

3.6.1 Buen Juicio.

El buen juicio es el criterio para la determinación del factor de Calificación de Velocidad, sin importar que este factor se base en la celeridad de la ejecución o en la actuación del operario.

3.7 Métodos de Calificación de la Velocidad del Operario.

3.7.1 Método Westinghouse.

Es Sistema Westinghouse es uno de los más utilizados para la determinación de la Calificación de la Velocidad y fue desarrollado por la Westinghouse Electric Corporation. En este método se consideran cuatro factores al evaluar las actuaciones del operario que son habilidad y destreza, esfuerzo o empeño, condiciones y consistencia.

3.7.1.1 Habilidad o Destreza.

Es la pericia que tiene el operario en seguir un método dado, esta relacionada con la actividad artesanal, revelada por la apropiada coordinación de la mente y las manos. Se determina por la experiencia y aptitudes inherentes, como coordinación natural y ritmo de trabajo; aumenta con el tiempo, puede variar de un trabajo a otro. Existen seis (6) grados de habilidad que son: deficiencias, aceptables, regular, buena, excelente y extrema (Ver Tabla 3.2).

Tabla N° 3.2: Calificación por Actuación: Habilidad y Destreza.

Habilidad o Destreza		
Superior	A1	0,15
Superior	A2	0,13
Excelente	B1	0,11
Excelente	B2	0,08
Bueno	C1	0,06
Bueno	C2	0,03
Promedio	C	0,00
Regular	E1	- 0,05
Regular	E2	- 0,10
Regular	F1	- 0,16
Regular	F2	- 0,22

3.7.1.2 Esfuerzo o Empeño.

Es la demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia. Es representativo de la rapidez con la que se aplica la habilidad, puede ser controlado altamente por el operario. Existen seis (6) clases de rapidez aceptables: deficiente, aceptable, regular, bueno, excelente y excesivo (Ver Tabla 3.3).

Tabla N° 3.3: Calificación por Actuación: Esfuerzo y Desempeño.

Esfuerzo o Empeño		
Excesivo	A1	0,13
Excesivo	A2	0,12
Excelente	B1	0,10
Excelente	B2	0,08
Bueno	C1	0,05
Bueno	C2	0,02
Promedio	C	0,00
Regular	E1	- 0,04
Regular	E2	- 0,08
Malo	F1	- 0,12
Malo	F2	- 0,17

3.7.1.3 Condiciones de Trabajo.

Son aquellas que afectan al operario y no a la operación. Los elementos que afectan las condiciones de trabajo son: temperatura, ventilación, luz y ruido. Las condiciones que afectan la operación como herramientas y materiales en malas condiciones de trabajo el factor de actuación. Se distinguen seis (6) clases de condiciones: deficientes, aceptables, regulares, buenas, excelentes e ideales (Ver Tabla 3.4).

Tabla N° 3.4: Calificación por Actuación: Condiciones de Trabajo.

Condiciones de Trabajo		
Ideal	A	0,06
Excelente	B	0,04
Bueno	C	0,02
Promedio	D	0,00
Regular	E	- 0,03
Malo	F	- 0,07

3.7.1.4 Consistencia.

Es la ausencia de variación perceptible o significativa en datos numéricos o de comportamiento. Los valores elementales de tiempo que se repiten constantemente indican una consistencia perfecta, tal situación ocurre muy rara vez. Los grados de consistencia son: deficiente, aceptable, regular, buena, excelente y perfecta. Una vez que se han asignado la habilidad, el esfuerzo, las condiciones y la consistencia de la operación, y se han establecido sus valores numéricos equivalentes, el factor de actuación se determina combinando algebraicamente los cuatro (4) valores y agregando su suma a la unidad (Ver Tabla 3.5).

Tabla N° 3.5: Calificación por Actuación: Consistencia.

Consistencia		
Perfecta	A	0,04
Excelente	B	0,03
Bueno	C	0,01
Promedio	D	0,00
Regular	E	- 0,02
Malo	F	- 0,04

El factor de actuación sólo se aplica a los elementos de esfuerzos ejecutados manualmente. Todos los elementos controlados por máquinas se califican con 1.00.

Según Krick, E. (1997). La Actuación Normal...

“es la actuación esperada de un operario con adiestramiento medio cuando sigue el método prescrito y trabaja a un ritmo normal o medio.”(Pág. 425).

3.7.2 Método Subjetivo.

El calificador juzga el incremento de trabajo del operario, su ritmo y velocidad de movimientos. En contraste con otros métodos, el analista juzga “Cuán rápido” el operario realiza los movimientos respectivos y no cuales movimientos utiliza.

3.8 Tolerancias o Márgenes.

Las tolerancias o márgenes son los tiempos que se agregan al tiempo normal para compensar retrasos o demoras personales, inevitables y por fatiga. La tolerancia se aplica a tres (3) categorías del estudio que son: tolerancias aplicables al tiempo total del ciclo, tolerancias aplicables sólo al tiempo de empleo de la máquina y tolerancias aplicables al tiempo de esfuerzo.

Las tolerancias aplicables al tiempo total del ciclo se expresan usualmente como porcentaje del tiempo de ciclo re incluye necesidades personales, limpieza de estación de trabajo, mantenimiento de la máquina. Las tolerancias de tiempo de maquinado incluyen tiempo para mantener las herramientas y variación de potencia, mientras que las tolerancias aplicables al tiempo de esfuerzo comprenden fatigas y demoras inevitables.

Existen dos (02) métodos comúnmente usados para determinar el porcentaje de tolerancias a aplicar. Uno es el *Estudio de producción*, el cual requiere que un

observador estudie dos (02) o quizás tres (03) operaciones durante un período largo de tiempo perdido y luego de establecer una muestra representativa determina el porcentaje de tolerancia aplicable para cada característica. La segunda técnica para establecer tolerancias es mediante el *Muestreo del Trabajo*, mediante el método antes descrito.

3.8.1 Causas de la Aplicación de Tolerancias en un Estudio de Tiempos.

- ✚ **Factores Relacionados con el Individuo:** Si todos los trabajadores relacionados en una zona de trabajo se estudian individualmente, el trabajador delgado, activo, ágil y el apogeo de sus facultades físicas para recuperarse de la fatiga necesita un suplemento menor que el de su colega obeso e inepto. Cada trabajador posee su propia curva de aprendizaje, que puede condicionar la forma en que ejecuta su tarea.
- ✚ **Factores Relacionados con la Naturaleza del Trabajo:** Cada situación de trabajo tiene características propias que influyen en el grado de fatiga del trabajador o que pueden retrasar inevitablemente la ejecución de su tarea.
- ✚ **Factores Relacionados con el Medio Ambiente:** Los suplementos deben fijarse en relación con los diversos factores ambientales como: temperatura, humedad, ruido, ventilación, iluminación, limpieza, etc.

Los suplementos por descanso se calculan de manera que permitan al trabajador reponer su fatiga. Los suplementos por descanso pueden traducirse en verdaderas pausas. Si bien no hay reglas fijas sobre estas pausas, es corriente que se haga cesar el trabajo durante 10 ó 15 minutos a media mañana y a media tarde, a menudo dando la posibilidad de tomar alguna bebida o refrigerio, y que se deje al trabajador que utilice como le parezca el resto del tiempo de descanso previsto. Es recomendable analizar si es prudente establecer pausas o si se debe dejar que suceden fortuitamente.

3.8.2 Retrasos Personales.

Los retrasos personales son todas aquellas interrupciones de la actividad laboral que no ocurren en el ciclo típico de trabajo, necesarias para la comodidad o bienestar del trabajador. Comprende las idas a tomar agua y a los sanitarios. En estos influye las condiciones generales de trabajo, la clase de persona y la forma de trabajo que se desempeña. Estudios detallados han demostrado que generalmente se requiere de un margen o tolerancia del 5% por retrasos personales.

3.8.3 Fatiga.

La fatiga es la disminución en la capacidad o voluntad de trabajar, esta estrechamente ligada a la tolerancia por retrasos personales, no es homogéneo en ningún aspecto, va desde el cansancio puramente físico hasta el puramente psicológico e incluye una combinación de ambas. Algunos de los factores que afectan a la fatiga son:

- ✚ **Condiciones de Trabajo:** Luz, temperatura, humedad, frescura del aire, color del local y sus alrededores, ruido.
- ✚ **Repetitividad del Trabajo:** concentración necesaria para ejecutar la tarea, monotonía de movimientos corporales semejantes, la posición que debe asumir el trabajador o empleado para ejecutar la operación, el cansancio muscular debido a la distensión de músculos.
- ✚ **Estado General de Salud del Trabajador, Físico y Mental:** Estatura, dieta, descanso, estabilidad emotiva y condiciones domésticas.

La fatiga puede reducirse pero nunca eliminarse, es siempre una cantidad constante y se aplica para compensar la energía consumida en la ejecución de un trabajo y para aliviar la monotonía. Frecuentemente se fija en un 4% del tiempo básico, cifra que se considera suficiente para un trabajador que cumpla su labor sentado, que efectúa un trabajo ligero en buenas condiciones materiales.

3.9 Método Sistemático para Asignar Tolerancias por Fatiga.

El método sistemático asigna puntos del 5 al 80 a factores involucrados en la ejecución de la actividad, su finalidad es hacer más objetiva la asignación de las tolerancias por fatiga. Los puntos asignados para factores de fatiga se evalúan en cuatro (04) niveles, estos factores son:

3.9.1 Condiciones de Trabajo.

- + Temperatura.
- + Ventilación.
- + Iluminación.
- + Ruido.
- + Humedad.

3.9.2 Repetitividad de la Operación.

- + Concentración necesaria para ejecutar la tarea.
- + Monotonía de movimientos corporales semejantes.
- + Posición que debe asumir el trabajador o empleado para ejecutar la operación.
- + Incluye la duración de la actividad y repetición del ciclo.

3.9.3 Esfuerzo.

- + Comprende el esfuerzo físico y mental necesario para la realización de la actividad.

3.9.4 Posición.

- + Puede ser de pie, sentado, moverse y a una altura determinada.

Después de asignado el nivel de cada factor se procede a realizar la sumatoria de los valores correspondientes para ubicarlo dentro de uno de los rangos de clase con lo cual se obtiene la concesión (%) por clase y el tiempo en minutos asignados a las tolerancias por fatiga.

3.10 Mantenimiento.

Es el conjunto de acciones que permite conservar o restablecer un sistema productivo o equipo a un estado específico, para que pueda cumplir un servicio determinado. Dentro de los sistemas productivos se pueden encontrar dispositivos, equipos, instalaciones y/o edificaciones.

3.10.1 Evolución del Mantenimiento.

Históricamente el mantenimiento ha evolucionado a través del tiempo, Moubray (1.997), explica en su texto que desde el punto de vista práctico del mantenimiento, se diferencian enfoques de mejores prácticas aplicadas cada una en épocas determinadas. Para una mejor comprensión de la evolución y desarrollo del mantenimiento desde sus inicios y hasta nuestros días, Moubray distingue tres generaciones a saber (Ver Figura 3.1).

3.10.1.1 Primera Generación (Hasta la Década de 1950).

Cubre el período hasta el final de La Segunda Guerra Mundial, en ésta época las industrias tenían pocas máquinas, eran muy simples, fáciles de reparar y normalmente sobredimensionadas. Los volúmenes de producción eran bajos, por lo que los tiempos de parada no eran importantes. La prevención de fallas en los equipos no era de alta prioridad gerencial, y solo se aplicaba el mantenimiento reactivo o de reparación.

3.10.1.2 Segunda Generación (Desde 1950 Hasta 1970).

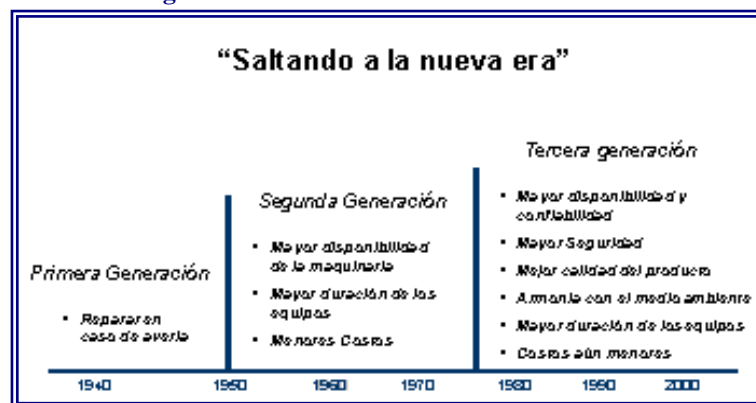
Nació como consecuencia de la guerra, se incorporaron maquinarias más complejas, y el tiempo improductivo comenzó a preocupar ya que se dejaban de percibir ganancias

por efectos de demanda, de allí la idea de que los fallos de la maquinaria se podían y debían prevenir, idea que tomaría el nombre de mantenimiento preventivo. Además se comenzaron a implementar sistemas de control y planificación del mantenimiento, o sea las revisiones a intervalos fijos.

3.10.1.3 Tercera Generación (Desde 1970 Hasta la Fecha).

Se inicia a mediados de la década de los setenta donde los cambios, a raíz del avance tecnológico y de nuevas investigaciones, se aceleran. Aumenta la mecanización y la automatización en la industria, se opera con volúmenes de producción más altos, se le da importancia a los tiempos de parada debido a los costos por pérdidas de producción, alcanzan mayor complejidad las maquinarias y aumenta nuestra dependencia de ellas, se exigen productos y servicios de calidad, considerando aspectos de seguridad y medio ambiente y se consolida el desarrollo de mantenimiento preventivo.

Figura N° 3.1: Evolución del Mantenimiento.



Fuente: Moubray, 1.997.

3.10.2 Objetivos del Mantenimiento.

El diseño e implementación de cualquier sistema organizativo y su posterior informatización debe siempre tener presente que está al servicio de unos determinados objetivos. Cualquier sofisticación del sistema debe ser contemplada con

gran prudencia en evitar, precisamente, de que se enmascaren dichos objetivos o se dificulte su consecución. Entre los objetivos del mantenimiento tenemos:

- ✚ Evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas sobre los bienes precitados.
- ✚ Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.
- ✚ Evitar detenciones inútiles o para de máquinas y evitar accidentes.
- ✚ Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- ✚ Balancear el costo de mantenimiento con el correspondiente al lucro cesante.
- ✚ Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.
- ✚ Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
- ✚ Disminución de los costos de mantenimiento.
- ✚ Optimización de los recursos humanos.
- ✚ Maximización de la vida de la máquina.

3.10.3 Tipos de Mantenimiento.

3.10.3.1 Mantenimiento Rutinario.

Es el que comprende actividades tales como lubricación, limpieza, protección, ajustes, calibración u otras, su frecuencia de ejecución es hasta periodos semanales, generalmente es ejecutado por los mismos operarios de los equipos y su objetivo es mantener y alargar la vida útil de dichos equipos evitando su desgaste.

3.10.3.2 Mantenimiento Programado.

Toma como basamento las instrucciones técnicas recomendadas por los fabricantes, constructores, diseñadores, usuarios y experiencias conocidas, para obtener ciclos de revisión y/o sustituciones para los elementos más importantes de un sistema productivo o equipo a objeto de determinar la carga de trabajo que es necesario programar.

3.10.3.3 Mantenimiento por Recuperación.

Se define como la atención a un sistema productivo o equipo cuando aparece una falla. Su objeto es mantener en servicio adecuadamente dichos sistemas, minimizando sus tiempos de parada. La atención a las fallas debe ser inmediata y por tanto no da tiempo a ser programada, pues implica el aumento de costos y de paradas innecesarias de personal y equipos.

3.10.3.4 Mantenimiento Correctivo.

Es aquel que se ocupa de la reparación una vez se ha producido la falla y el paro súbito de la máquina o instalación.

3.10.3.5 Mantenimiento Circunstancial.

Este tipo de mantenimiento es una mezcla entre rutinario, programado, avería y correctivo, ya que por su intermedio se ejecutan acciones de rutina pero no tienen un punto fijo en el tiempo para iniciar su ejecución, porque los sistemas atendidos funcionan de manera alterna; se ejecutan acciones que están programadas en un calendario anual pero tampoco tienen un punto fijo de inicio por la razón anterior, se atienden averías cuando el sistema se detiene, existiendo por supuesto otro sistema que cumpla su función; y el estudio de la falla permite la programación de su corrección eliminando dicha avería a mediano plazo.

3.10.3.6 Mantenimiento Predictivo.

Este tipo de mantenimiento se basa en predecir la falla antes de que esta se produzca. Se trata de adelantarse a la falla o al momento en que el equipo o elemento deja de trabajar en sus condiciones óptimas. Para conseguir esto se utilizan herramientas y técnicas de monitores de parámetros físicos.

3.10.3.7 Mantenimiento Preventivo.

Este tipo de mantenimiento surge de la necesidad de rebajar el correctivo y todo lo que representa. Pretende reducir la reparación mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos dañados, si la segunda y tercera no se realizan, la tercera es inevitable. Es el que utiliza todos los medios disponibles, incluso los estadísticos, para determinar la frecuencia de las inspecciones, revisiones, sustituciones de piezas claves, probabilidad de aparición de averías, vida útil u otras. Su objetivo es adelantarse a la aparición o predecir la presencia de fallas.

3.10.3.8 Mantenimiento Óptimo.

Es una metodología usada para obtener mejoras en el rendimiento de cualquier organización, y esta basada en diferentes principios que se deben cumplir para obtener costos totales, mínimos o instalaciones de operación y servicios operando en buenas condiciones, durante un porcentaje de tiempo mínimo.

3.10.3.9 Mantenimiento Operacional.

Se define como la acción de mantenimiento aplicada a un equipo o sistema a fin de mantener su continuidad operacional, el mismo es ejecutado en la mayoría de los casos con el activo en servicio sin afectar su operación natural.

3.10.3.10 Mantenimiento Mayor.

Es el mantenimiento aplicado a un equipo o instalación donde su alcance en cuanto a la cantidad de trabajos incluidos, el tiempo de ejecución, nivel de inversión o costo

del mantenimiento y requerimientos de planificación y programación son de elevada magnitud, dado que la razón de este tipo de mantenimiento reside en la restitución general de las condiciones de servicio del activo, bien desde el punto de vista de diseño o para satisfacer un periodo de tiempo considerable con la mínima probabilidad de falla o interrupción del servicio y dentro de los niveles de desempeño o eficiencia requeridos.

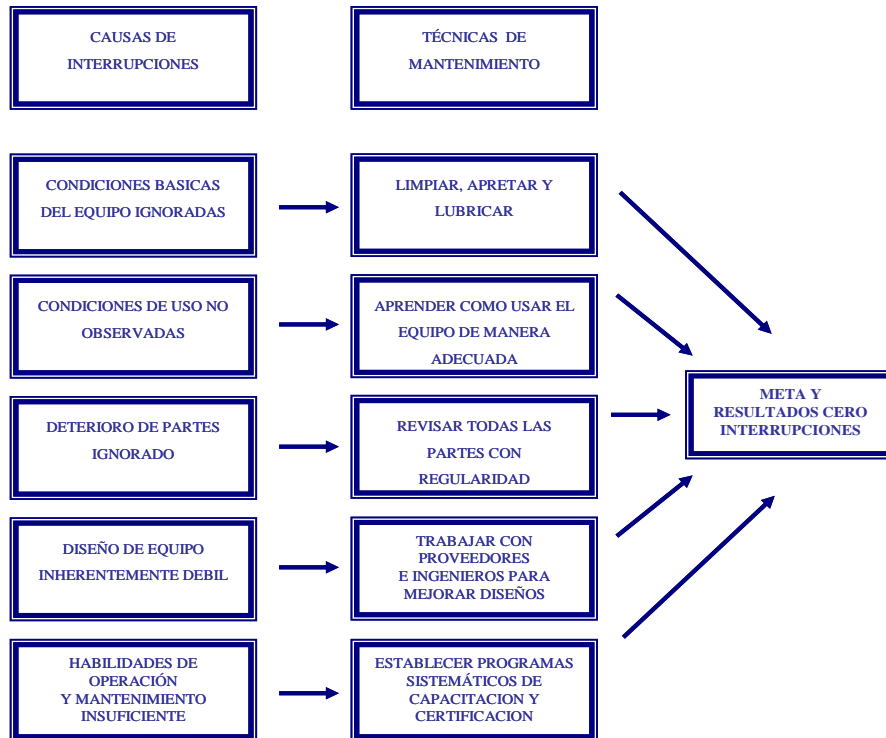
3.10.3.11 Mantenimiento Autónomo.

Es básicamente prevención del deterioro de los equipos y componentes de los mismos. El mantenimiento llevado a cabo por los operadores y preparadores del equipo, puede y debe contribuir significativamente a la eficacia del equipo (Ver Figura 3.2). Este Mantenimiento Autónomo Incluye:

- a) **Limpieza Inicial:** Completamente remueva polvo y contaminantes del equipo.
- b) **Eliminar Fuentes de Contaminación y Áreas Inaccesibles:** Elimine la fuente de polvo y tierra, mejore la accesibilidad de áreas que son difícil de limpiar y lubricar, reduzca el tiempo para limpieza y lubricación.
- c) **Estándares de Limpieza y Lubricación:** Seleccione los estándares para limpieza, lubricación y fijación que serán fácilmente mantenidos en intervalos cortos, el tiempo requerido para el trabajo diario/periódico debe ser claramente especificado.
- d) **Inspección General:** Conduzca el entrenamiento sobre las destrezas de acuerdo con los manuales de inspección, encuentre y corrija defectos menores en inspecciones generales, modifique el equipo para facilitar la inspección.
- e) **Inspección Autónoma:** Desarrolle y use la lista de verificación para mantenimiento autónomo (estandarice limpieza, lubricación e inspección para fácil aplicación).

- f) **Organización y Mantenimiento del Lugar de Trabajo:** Estandarice varios elementos del lugar de trabajo, para mejorar la eficacia del trabajo, calidad del producto y la seguridad del ambiente: reduzca los tiempos de preparación y ajuste, elimine el trabajo en proceso. Estandarice el manejo de materiales en el taller. Colecte y registre datos para la estandarización. Controle los estándares y procedimientos para materias primas, trabajo en proceso, productos, partes de repuesto, dados, plantilla, y herramientas.
- g) **Implemente el Programa de Mantenimiento Autónomo Completamente:** Desarrolle metas para la compañía, comprometa en actividades de mejora continua, mejore el equipo basado en el registro del análisis de MTBF (Mean Time Between Failures).

Figura N° 3.2: Técnicas de Mantenimiento Autónomo.



Fuente: Moubray, 1.997.

3.10.3.12 Mantenimiento Proactivo.

Es aquel que engloba un conjunto de tareas de mantenimiento preventivo y predictivo que tienen por objeto lograr que los activos cumplan con las funciones requeridas dentro del contexto operacional donde se ubican, disminuir las acciones de mantenimiento correctivo, alargar sus ciclos de funcionamiento, obtener mejoras operacionales y aumentar la eficiencia de los procesos.

3.10.3.13 Mantenimiento por Averías.

Es el conjunto de acciones necesarias para devolver a un sistema y/o equipo las condiciones normales operativas, luego de la aparición de una falla. Generalmente no se planifica ni se programa, debido a que la falla ocurre de manera imprevista.

3.10.3.14 Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.).

Mantenimiento productivo total es la traducción de TPM (Total Productive Maintenance). El TPM es el sistema Japonés de mantenimiento industrial la letra M representa acciones de MANAGEMENT y Mantenimiento.

Según Moubray, (1.997), define el Mantenimiento Productivo Total como:

Un sistema de organización donde la responsabilidad no recae sólo en el departamento de mantenimiento sino en toda la estructura de la empresa.

"El buen funcionamiento de las máquinas o instalaciones depende y es responsabilidad de todos".

Es un enfoque de realizar actividades de dirección y transformación de empresa. La letra P está vinculada a la palabra "Productivo" o "Productividad" de equipos pero hemos considerado que se puede asociar a un término con una visión más amplia como "Perfeccionamiento" la letra T de la palabra "Total" se interpreta como "Todas las actividades que realizan todas las personas que trabajan en la empresa".

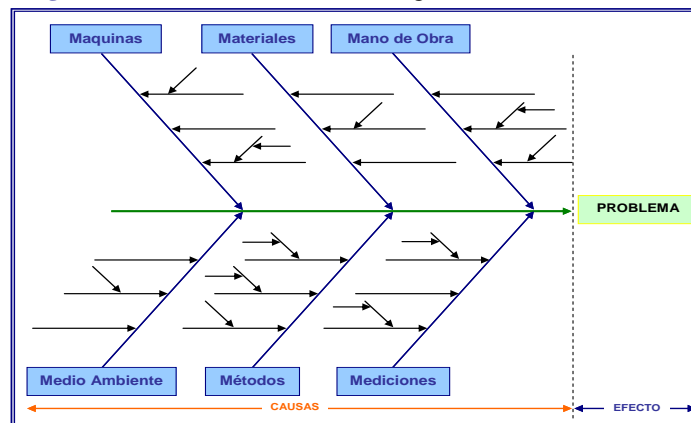
3.11 Diagrama Causa - Efecto.

Es un método útil para clarificar las causas de un problema. Clasifica las diversas causas que se piensa afectan los resultados del trabajo, señalando con flechas la relación causa-efecto entre ellas. Entre los principales objetivos del diagrama de causas y efectos se tienen:

- ✚ Identificar potenciales causas de un problema.
- ✚ Organizar las posibles causas en categorías que faciliten su análisis.
- ✚ Ser utilizado conjuntamente con el Diagrama de Pareto para identificar los principales factores sobre los que se debe comenzar a trabajar.
- ✚ Ampliar la visión sobre las probables causas del problema.
- ✚ Agrupar todas las ideas en un sólo esquema de fácil lectura.

En la Figura N° 3.4 se muestran los elementos que conforman un Diagrama de Ishikawa, mejor conocido como diagrama causa-efecto. Se puede observar que en el lado derecho se presenta el efecto y en el lado izquierdo las causas. El primero debe representarse como una característica de calidad particular o un problema de trabajo, En el lado de las causas se ubican los factores que influyen los efectos establecidos o características.

Figura N° 3.3: Elementos de un Diagrama de Causa-Efecto.



Las dificultades incluyen, como se aprecia en el diagrama: mano de obra, materiales, métodos de trabajo, medio ambiente, máquinas, sistemas de medición, etc. El

diagrama se completa agregando flechas que indican la relación entre el efecto y los factores causales, generando de este modo, la agrupación de causas de categorías mayores y menores o familias y sub-familias, lo cual profundiza el análisis del problema y mejora la posterior selección de alternativas de solución.

3.12 Diagrama de Pareto.

Es un diagrama de barras que suele emplearse para mostrar la importancia relativa de diversos hechos (productos defectuosos, reparaciones, causas de un problema, etc.), presentando la información organizada en forma decreciente y complementándose con una curva que muestra el valor acumulado de los distintos elementos representados por dicho diagrama de barras. Tiene como objetivo primordial dramatizar el impacto diferencial de las distintas causas que participan en el problema bajo estudio. También puede utilizarse para priorizar y seleccionar problemas según su impacto en el costo de la no calidad.

3.13 Demoras.

Se entiende como una demora la suspensión de la actividad normal que no ocurre en el ciclo de trabajo. Las demoras se pueden clasificar en dos tipos: Demoras Inevitables y Demoras Evitables.

3.13.1 Demoras Inevitables.

Es un suceso completamente ajeno a la voluntad y control del trabajador, el cual le impide realizar su trabajo de manera productiva; entre ellos se pueden mencionar: la hora del almuerzo de los operarios, necesidades personales, instrucciones de jefe, etc. Las demoras inevitables incluyen interrupciones hechas por el Supervisor, analista de tiempos y otros, irregularidades en los materiales, dificultad de mantener tolerancias, entre otras.

$$\%D_I = \frac{\sum DI}{T.T.T} \times 100$$

Ec. 3.5

D_I = Demoras Inevitables.

T.T.T = Tiempo Total de Trabajo

3.13.2 Demoras Evitables.

Estas demoras pueden ser tomadas en cuenta por el operario a costa de su rendimiento o productividad, pero no se proporciona ninguna tolerancia por estas interrupciones del trabajo en la elaboración estándar. Es cualquier tiempo asignado a una tarea, que está bajo el control del trabajador y que ha sido gastado inactivamente o para ejecutar operaciones innecesarias para la realización del trabajo. Entre las que se puede mencionar: mala operación, ocio, etc.

$$\%D_E = \frac{\sum DE}{T.T.T} \times 100$$

Ec. 3.6

Donde:

D_E = Demoras Evitables.

$T.T.T$ = Tiempo Total de Trabajo.

3.14 Fuerza Laboral.

La fuerza laboral viene expresada por el cociente de las horas hombres totales requeridas durante un periodo dado y las horas disponibles, excluyendo de esta última el tiempo imputable a la legislación laboral venezolana (Vacaciones, Feriados No Laborables, Día de Descano). Se puede determinar mediante la siguiente fórmula:

$$F_L = \frac{H - H_{Requeridas}}{H - H_{Disponibles}}$$

Ec. 3.7

3.15 Requerimiento.

Es la cantidad de equipos y/o personas necesarias y suficientes para realizar eficientemente las labores inherentes a las funciones en un área determinada. Se puede determinar mediante la siguiente fórmula:

$$R = \frac{T.T.T.A}{T_D}$$

Ec. 3.8

$$T_D = T.T.T - D_I$$

Ec. 3.9

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1 Tipo de Investigación.

Para llegar al propósito de la investigación, es decir, la Optimización de las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel; se realizó una serie de procedimientos con el objeto de obtener una solución adecuada, y para ello se utilizaron los tipos de investigación por muestras con diseño no experimental, tales como:

- ✦ **Según el Lugar donde se Realiza la Investigación:** Es *De Campo*, ya que gran parte de la información se recopiló en forma directa en el área donde se desarrolla las actividades de mantenimiento y a través del contacto directo con el personal que labora en dicha área, con el objetivo de optimizar, estandarizar y determinar la fuerza laboral, para así tener un mayor conocimiento que justifique el estudio y garantice la información, es decir, se realizó observando los hechos en su ambiente natural, el Taller Central de la División de Mantenimiento.
- ✦ **Según la Evolución del Objeto en Estudio:** Es *Evaluativa*, ya que se trató de valorar el diseño, ejecución, efectos e impacto del logro de los objetivos; a fin de corregir las deficiencias e introducir los reajustes necesarios para la optimización de las operaciones de mantenimiento de los motores Detroit Diesel, así como también, medir los efectos del estudio por comparación de metas, o objetivos a fin de contribuir en la toma de decisiones acerca del estudio, buscando el mejoramiento u optimización en su actuación futura.

- ✦ **Según el Nivel de Profundidad y Amplitud de las Variables Estudiadas:** Es *Exploratoria - Descriptiva*, ya que se describió y se registró la naturaleza actual del área en estudio, a fin de identificar, analizar e interpretar las condiciones y problemas existentes, así como también averiguar que está pasando y cuales factores estaban afectando al desarrollo de las actividades de mantenimiento de los motores Detroit Diesel de las Unidades Múltiples.
- ✦ **Según la Fuente y Naturaleza de la Fuente:** Es *Primaria*, puesto que la información fue recogida por el investigador y cuyos datos se caracterizan por ser de naturaleza objetiva.

4.2 Población y Muestra.

Para la elaboración del estudio, la población y la muestra está dada por todas las operaciones y actividades de mantenimiento realizadas a los Motores Detroit Diesel de las Unidades Múltiples llevadas a cabo en el turno laboral, es decir, el turno comprendido de 8:00 a.m. a 12:00 p.m. y 1:00 p.m. a 4:00 p.m. en el Taller Central de la División de Mantenimiento de la Empresa I.N.C Gerencia Canal del Orinoco.

4.3 Instrumentos, Recursos y Equipos Utilizados.

4.3.1 Instrumentos de Recolección de Datos.

Para poder recopilar la información que después fue analizada para resolver el problema de investigación en función de los objetivos, se requirió definir en primer lugar los instrumentos o herramientas que se utilizaran para tal efecto y la forma o técnicas como se van a utilizar dichos instrumentos.

El instrumento a utilizar consiste en la herramienta o formulario diseñado para registrar la información que se obtiene durante el proceso de recolección de la

información, ya que la técnica es el conjunto organizado de procedimientos que se utilizan durante el proceso de recolección de datos.

La obtención de información es la etapa más importante del proceso de investigación, ya que en él se fundamenta la definición del problema, la elaboración del marco teórico y el informe de resultados, entre otros.

Entre los instrumentos de recolección de datos e información que se utilizaron figuran:

✚ **Las Entrevistas:** Éstas fueron diseñadas y orientadas a buscar opiniones por medio de una guía de preguntas estructuradas y previamente elaboradas, para aclarar un determinado tema o asunto. El método que se utilizó para la realización de estas entrevistas fue con la ayuda de lápiz y papel y estas estuvieron dirigidas al personal encargado de la ejecución de las actividades de mantenimiento de los motores Detroit Diesel de las unidades múltiples.

Según Hernández (1.991), define la entrevista como:

“técnica de recolección de dato que consiste básicamente en un entendimiento directo de información entre el entrevistado y el entrevistador”. (p. 63).

Se efectuaron entrevistas para recolectar la información de carácter técnico de las actividades de mantenimiento del área en estudio. Estas entrevistas se realizaron a todo el personal que labora en la División de Mantenimiento, con el propósito de obtener información y conocimientos acerca de los métodos de trabajo, desempeño laboral, funcionamiento de las unidades, etc.

Por otra parte, se realizaron entrevistas a los mecánicos del Taller Central, con la finalidad de obtener mayor información por parte del personal que realiza la actividad, y de esta forma valorar y determinar los procesos reales de trabajo. Estas

fueron aplicadas en el tiempo libre del trabajador y permitieron tener conocimiento acerca de la manera en que percibe el sistema actual de mantenimiento, destacando las diferencias que se presentan.

- ✚ **La Observación Directa:** Esta metodología es fundamental en este tipo de investigaciones, ya que permitió constatar la veracidad de la información recopilada. Sin embargo si la observación se hace de manera intencional, planificada, controlada y dirigida a un aspecto en particular, pues la observación que haremos de manera cotidiana no es científica por carecer justamente de los criterios anteriores.

La Observación Directa, según Hernández (1.991), la define como:

"el uso sistemático de nuestros sentidos en la búsqueda de los datos que se necesitan para resolver un problema de investigación". (p. 35).

- ✚ **Apuntes:** A través de estos, se pudo tener notas por escrito de los aspectos consultados en un momento dado.
- ✚ **Revisión Bibliográfica:** Se consultaron diversas bibliografías relacionadas con el tema de estudio, con el propósito de adquirir conocimientos de gran importancia que sirvieron de base para el desarrollo del trabajo de investigación. Las consultas bibliográficas estaban relacionadas sobre:
 - ✓ Estudio de Métodos.
 - ✓ Estudio de Tiempo.
 - ✓ Folletos, manuales, revistas, artículos, libros y tesis de grado, relacionados con el tema de estudio y con la empresa.

4.3.2 Equipos y Recursos Utilizados.

Recursos Humanos:

- ✓ Personal del área del Taller Central.
- ✓ Jefe del Departamento de Ejecución de Mantenimiento.
- ✓ Jefe del Departamento de Programación y Control.
- ✓ Tutor Industrial.
- ✓ Tutor Académico.

Equipos de Protección Personal:

- ✓ Botas de Seguridad.
- ✓ Lentes de Seguridad.
- ✓ Casco.
- ✓ Protector Respiratorio.
- ✓ Braga.

Materiales:

- ✓ Informes Técnicos.
- ✓ Calculadora.
- ✓ Computadora / Impresora.
- ✓ Cronómetro.
- ✓ Fotocopiadora.
- ✓ Pendrive y Cd.
- ✓ Borradores.
- ✓ Hoja de Seguimiento.
- ✓ Papel Bond.
- ✓ Lápices y Bolígrafos.

4.3.3 Procedimiento de Recolección de Datos.

El procedimiento que se siguió para la realización de esta investigación se presenta a continuación:

- ✚ Se realizó una recolección de datos acerca de temas de interés, seleccionándose al personal encargado de la ejecución de las actividades de mantenimiento de los Motores Detroit Diesel de las Unidades Múltiples, en la División de Mantenimiento del I.N.C Gerencia Canal del Orinoco, por ser estos los que pueden aportar la información necesaria y valiosa para la realización de esta investigación.
- ✚ Se llevó a cabo una visita al área en estudio realizando un recorrido específicamente donde se efectúan las actividades de mantenimiento, con el fin de conocer el sitio de trabajo y el personal.
- ✚ Se analizaron todos los defectos y/o fallas que presenta el sistema, que retrasan el las operaciones de mantenimiento.
- ✚ Se realizó el estudio de métodos (seguimiento y medición de las actividades) para realizar los posteriores cálculos y determinar la frecuencia y los tiempos para realizar las actividades.
- ✚ Se determinó todas las tareas involucradas en el área de estudio, para luego establecer el número de actividades de mantenimiento. Para cumplir con lo anteriormente mencionado se realizó lo siguiente:
 - ✓ Se llevó a cabo una revisión de la programación respectiva de los planes de mantenimiento de los motores Detroit Diesel existente en la Empresa.
 - ✓ Se seleccionó las actividades de mantenimiento más frecuentes.

- ✓ Se realizó una lista de los equipos, componentes, materiales, herramientas y recurso humano, material utilizado y faltante en la ejecución de las actividades de mantenimiento de los motores que serán objeto de estudio.
- ✚ Se observaron las operaciones y la ejecución de los mantenimientos mediante la observación directa en cada una de las distintas actividades de mantenimiento de los motores Detroit Diesel y se desarrolló el estudio de tiempo para la estandarización, el cálculo de la fuerza laboral, entre otros.
- ✚ Se llevó a cabo el cronometraje del tiempo de duración de las actividades realizadas por el personal de mantenimiento. Se registró y analizó los tiempos. Para el registro y análisis de dichos tiempos se realizó lo siguiente:
 - ✓ Se desarrolló la estandarización del tiempo promedio seleccionado de cada actividad.
 - ✓ Se determinó la carga laboral, las horas hombres y los pasos a seguir para la ejecución de las actividades.
 - ✓ Se determinó la fuerza laboral o mano de obra requerida para la ejecución de las actividades de mantenimientos de los motores.
- ✚ Se procedió a calcular el tiempo estándar para la ejecución de las actividades de mantenimiento de los motores Detroit Diesel de las Unidades Múltiples.
- ✚ Se elaboró un estudio de Optimización de las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel de las Unidades Múltiples que permitió de una u otra manera un desarrollo armónico de las actividades de reparación aumentando la disponibilidad de las unidades.
- ✚ Finalmente y en función de los resultados se formularon las conclusiones y recomendaciones que permitieron mejorar, aumentar y optimizar la capacidad del Taller Central en el mantenimiento de los motores.

CAPÍTULO V

SITUACIÓN ACTUAL

Este Capítulo tiene como fin primordial ofrecer toda la información actual respecto a los estados recientes que se analizaron. Esto es un diagnóstico global de la situación y factores que influyen en las operaciones de mantenimiento de los Motores Detroit Diesel de las Unidades Múltiples en el Taller Central de la División de Mantenimiento, abarcando uno de los aspectos más importante como lo es el nivel de retrasos de las actividades de reparación de los motores Detroit Diesel.

5.1 Descripción de la Situación Actual.

Las actividades de mantenimiento preventivo y/o correctivo de los distintos equipos de las unidades flotantes, es un tema que se ha descuidado lo suficiente como para actualmente encontrar condiciones realmente alarmantes de falta de orden en las áreas de trabajo y de sus alrededores. Los motores Detroit Diesel son herramientas primordiales e imprescindibles en el funcionamiento de las unidades, ya que estas contribuyen con el apoyo logístico en el proceso de mantenimiento y conservación del Canal de Navegación del Río Orinoco.

Actualmente, estos motores se encuentran en un total deterioro progresivo (Ver Anexo A), ya que son equipos muy viejos, cuya vida útil está por cumplirse y actualmente no se consiguen los repuestos en el mercado nacional.

Hoy por hoy, la División de Mantenimiento muestra su gran preocupación por la existencia de dicha problemática que tiene bajo su responsabilidad, y tal preocupación no es debida únicamente a las condiciones de deterioro existentes, sino

que también aunado a esta problemática se agudiza aún más con la mano de obra para la realización de las Operaciones de Mantenimiento en toda el área del Taller Central, ya que estas no satisfacen las expectativas de la Gerencia.

En virtud de lo anteriormente expuesto la División de Mantenimiento se encuentra en un proceso de análisis y evaluación de las operaciones de mantenimiento de los motores principales de las unidades múltiples, para mantenerlas en óptimas condiciones de operatividad, a fin de obtener la mayor capacidad de producción en el mantenimiento del Canal de Navegación del Río Orinoco.

5.1.1 Características Generales de las Unidades Múltiples y Especificaciones Técnicas de los Motores Detroit Diesel.

A continuación se muestra en la Tabla N° 5.1 las características generales de las unidades múltiples pertenecientes al I.N.C Gerencia Canal del Orinoco.

Tabla N° 5.1: Características Generales de las Unidades Múltiples.

Unidades Múltiples	Características
Bandera	Venezolana
Fabricadas En	Breaux 'S Bay Craft Inc, Loreauville, Louisiana - EE.UU.
Año de Construcción	1.988
Tipo	Servicios, Sondeo, Hidrografía, Transporte de Personal y Material.
Material/Casco	Aluminio con Mamparos/Estancos para Separar Compartimientos.
Eslora Total	18,00 m.
Manga	4,90 m.
Puntal	2,35 m.
Toneladas Brutas	42,20
Toneladas Netas	18,99

Fuente: Suministrado por la División de Mantenimiento.

Dentro de estas unidades se utilizan varios modelos de motores y estos se pueden diferenciar mediante la Serie en la que fue fabricado. A continuación se muestra en la Tabla N° 5.2 los distintos motores según su Serie y algunas de sus especificaciones.

Tabla N° 5.2: Especificaciones Técnicas de los Motores Detroit Diesel.

Motores Detroit Diesel	Serie	Configuración	Dislocación	Alesaje	Movimiento	Peso
Dos (2) Tiempos	L-92	En línea 6 cilindros	12.0 litros	98 mm adentro	146 mm adentro	1115 Kg.
Cuatro (4) Tiempos	V-92	En V 8 cilindros	14.0 litros	106 mm adentro	168 mm adentro	1273 Kg.

Fuente: Suministrado por la División de Mantenimiento.

Actualmente la cantidad de motores Detroit Diesel existentes son de 12, pertenecientes a las unidades múltiples. Cabe destacar que cada unidad utiliza dos motores (Babor y Estribor). Estos se encuentran clasificados en operativos e inoperativos, se puede observar en las Tabla N° 5.3 que se muestran a continuación:

Tabla N°. 5.3: Motores Detroit Diesel Operativos e Inoperativos.

Unidades Múltiples	Serie	Inoperativos	Operativos	Total
LM-01	V-92	01	01	02
LM-02	V-92	02	-	02
LS-01	L-92	01	01	02
LS-02	L-92	02	-	02
LS-03	L-92	02	-	02
LS-04	L-92	01	01	02
TOTAL		09	03	12

Fuente: Suministrado por la División de Mantenimiento.

Tal como se observa en la Tabla N° 5.3 la cantidad total de motores pertenecientes a las unidades múltiples está constituida por tres (03) motores operativos que representan el 25% y nueve (09) motores inoperativos, cuyo porcentaje representa el 75%. Estos motores inoperativos nombrados anteriormente representan la muestra a

la cual se le efectuará seguimiento, para posteriormente realizar determinados cálculos.

5.1.2 Generalidades del Área de Estudio.

El estudio para la optimización de las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel se llevó a cabo en el Taller Central de la División de Mantenimiento en un área de aproximadamente de 738 m² de construcción que incluye 2 talleres: Taller Eléctrico y Taller Mecánico.

5.1.3 Descripción de la Fuerza Laboral Actual.

Actualmente la fuerza laboral con que cuenta el Taller Central de la División de Mantenimiento para llevar a cabo todas las operaciones de mantenimiento es de siete (7) personas. Estos cumplen una jornada laboral de ocho (08) horas diarias de lunes a viernes en un horario de 8:00 a.m. a 12:00 p.m. y 1:00 p.m. a 4:00 p.m. para un total de 40 horas semanales. La descripción del personal, se describe en la Tabla N° 5.4 que se muestra a continuación:

Tabla N° 5.4: Descripción de Personal Actual.

Cargo	Cantidad
Supervisor	01
Mecánicos-Motoristas	02
Electricistas	01
Ayudantes	02
Operador de Grúa	01
Total	07

Fuente: Suministrado por la División de Mantenimiento.

5.1.4 Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel.

El proceso de mantenimiento de los motores Detroit Diesel se origina mediante una solicitud de trabajo (Ver Anexo B) que es emitida por el Departamento de Programación y Control de Mantenimiento, para luego ser llevada a cabo por el Departamento de Ejecución y el personal encargado del mantenimiento de las unidades de servicio. Estas órdenes contienen la unidad solicitante, prioridad, descripción del equipo, descripción del mantenimiento, especificaciones y características del trabajo solicitado entre otras.

En la actualidad las operaciones de mantenimiento de los motores Detroit Diesel de las Unidades Múltiples están compuestas por tres (03) actividades, las cuales se describen a continuación:

✚ Desmontaje de los Motores Detroit Diesel de la Sala de Máquinas de las Unidades Múltiples.

Esta actividad se realiza una vez obtenido las órdenes de servicios aprobadas y sabiendo las especificaciones del trabajo solicitado, se procede a desinstalar el motor de la base de la embarcación para luego llevar el motor al área del Taller Central de la División de Mantenimiento. Las herramientas y/o equipos utilizadas para realizar esta actividad son: juego de llaves y dados (Ver Anexo C), una Grúa **BUSYRUS-ERIC** (Ver Anexo D) y un Punte Grúa (Ver Anexo E). Luego estos pasan por una inspección para comprobar que los motores presentan las especificaciones del trabajo solicitado, cerciorarse si no existe alguna otra anomalía la cual conduzca a generar un reporte.

✚ Realizar Mantenimiento Preventivo y/o Correctivo.

En esta actividad los motoristas (Mecánicos) una vez que han desinstalado y revisado los motores, proceden a realizar el mantenimiento que requieren. Las herramientas

utilizadas para realizar la actividad son: Juego de Dados, Juegos de Llaves Múltiples, Alicates de Presión, Llave de Tubo, Destornilladores, etc., Luego se inspecciona que no haya faltado o sobrado algún repuesto. Finalmente se procede a realizar una prueba de arranque con el fin de verificar que el motor haya quedado en perfectas condiciones (100% operativo), es decir, se realiza una prueba de arranque para cerciorarse de que el mantenimiento ha sido realizado.

✚ Montaje de los Motores Detroit Diesel a la Sala de Máquinas de las Unidades Múltiples.

Una vez finalizado el mantenimiento se procede a llevar el motor a la sala de maquina de cada una de las unidades a través de la Grúa **BUSYRUS-ERIC** para su respectiva instalación en la sala de máquinas y puesta en marcha de la unidad. Una vez finalizada todas las operaciones de mantenimiento y se haya puesto 100% operativa la embarcación, el supervisor procede a levantar un informe de finalización de actividades que luego es enviado al Departamento de Programación y Control para su archivo en el diario de trabajos realizados.

Es importante acotar, que todas estas etapas se llevan a cabo una vez que la Presidencia del I.N.C haya aprobado las órdenes de servicios, licitado y adquirido los repuestos para la ejecución de las operaciones de mantenimiento y así estén a la disposición de los mecánicos.

5.1.5 Análisis de las Causas de la Situación Actual.

Como inicio se planteó la necesidad de realizar el estudio debido al alto número de retrasos en el desarrollo de las actividades de mantenimiento de los Motores Detroit Diesel de las Unidades Múltiples que se presentaban en Taller Central y como partida fue necesario conocer específicamente como se presentaba esta situación, es decir se cuantificó realmente cuales eran los retrasos hasta el momento.

Mediante la observación directa al área de estudio y empleando un análisis al proceso de mantenimiento de los Motores Detroit Diesel llevado a cabo en el Taller Central de la División de Mantenimiento, se logró la identificación de las causas principales del problema de investigación.

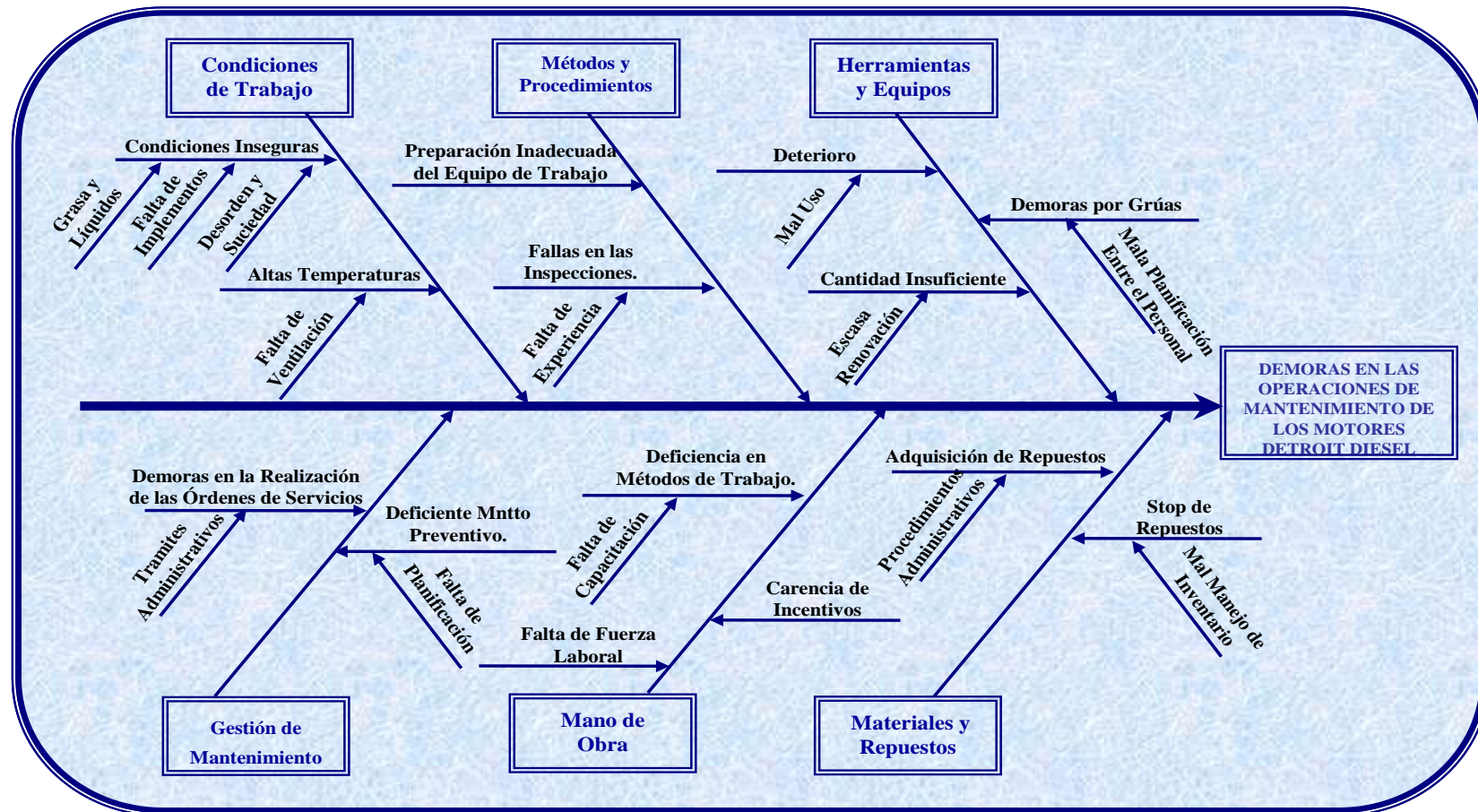
Toda la información contenida en este capítulo, referida al diagnóstico de la situación actual, puede resumirse en una lista de problemas que generan la no conformidad en las distintas etapas que comprenden las actividades de reparación de los motores, los cuales se traducen en demoras que por ende influyen significativamente en la operatividad de las unidades, generando con esto el retardo de las actividades de mantenimiento y conservación del Canal de Navegación. Las causas específicas de dicha no conformidad son las siguientes:

- ✚ Demoras en el Montaje y Desmontaje de los Motores Detroit Diesel de las Unidades Múltiples.
- ✚ Demoras en la Realización y Aprobación de las Órdenes de Servicios.
- ✚ Demoras en la Licitación y Adquisición de los Repuestos.
- ✚ Falta de Incentivos.
- ✚ Deficiencia en Métodos de Trabajo.
- ✚ Distintos Niveles de Fatiga.
- ✚ Excesivo Tiempo de Ocio.
- ✚ Escasez de Herramientas.
- ✚ Demoras por Grúas.
- ✚ Falta de Resguardo Adecuado de las Herramientas.

- + Algunas Herramientas en Malas Condiciones.
- + Mal Manejo de Inventario de Repuestos.
- + Condiciones Inseguras (Falta de Implementos de Seguridad, Grasas y Líquidos).
- + Desorden y Suciedad.
- + Falta de Fuerza Laboral (Motorista y Ayudante).
- + Fallas en las Inspecciones de las Actividades.
- + Deficiente Mantenimiento Preventivo de las Unidades.
- + Altas Temperaturas en las Instalaciones.

A partir de esta lista de causas se elaboró un Diagrama Causa - Efecto (Ver Figura 5.1), con la finalidad de esquematizar toda la información presentada en este capítulo como diagnóstico del problema existente. Esta herramienta permite visualizar las causas principales clasificadas en categorías, con sus respectivas causas secundarias generadas a partir de una tormenta de ideas.

Figura 5.1: Diagrama Causa - Efecto de los Factores que Afectan las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel.



Fuente: Seguimiento a las Actividades Realizadas en Taller Central.

5.1.6 Factores que Intervienen en las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel de las Unidades Múltiples.

Una vez mencionadas todas aquellas causas que retrasan las operaciones de mantenimiento que realiza el personal de mantenimiento, es importante señalar que durante el período de estudio, se observó que en el área del Taller Central de la División de Mantenimiento, se presentan diversos factores que afectan de manera significativa la calidad y disponibilidad del servicio de las unidades flotantes, lo que trae como consecuencia un mal servicio y por ende la empresa incurra en mayores costos. La mayoría de los factores que intervienen en las operaciones de mantenimiento de los motores Detroit Diesel se deben a razones humanas y organizativas. A continuación se muestra de una manera global dicho factores.

✚ Condiciones de Trabajo.

El ambiente de trabajo donde se ejecutan las actividades se ve afectado por las altas temperaturas presentes en el área, en vista de que la mayoría de las actividades de mantenimientos se realizan dentro de las instalaciones del Taller Central (Ver Anexo F) y en algunos casos en las salas de máquinas de las unidades flotantes lo que lo hace ser muy incomodo para el operario (Ver Anexo G). Por otra parte existe fatiga de los mecánicos debido por las altas temperaturas que se originan a partir de las 10:00 a.m. hasta las 3:30 p.m., las cuales llegan a alcanzar los 38 °C y 40 °C. Además el sitio de trabajo no es el adecuado para realizar las operaciones de mantenimiento, ya que el mismo presenta unas condiciones desfavorable de limpieza (Ver Anexo H).

✚ Métodos y Procedimientos.

Con respecto a los métodos y procedimientos utilizados por el personal de mantenimiento, se pudo observar que no preparan adecuadamente el equipo de trabajo, no conocen el procedimiento y esto trae como consecuencia pérdida de

tiempo importante al momento de realizar el mantenimiento correctivo y/o preventivo, sin embargo, algunos motoristas si realizan las actividades de manera correcta en el área de trabajo debido a su experiencia y conocimientos de los manuales y/o procedimientos. Por otro lado se observó que no reciben inspecciones por parte de sus supervisores trayendo como consecuencia que no realicen las actividades en un menor tiempo.

Gestión de Mantenimiento.

Se observó que el Departamento de Programación y Control de Mantenimiento para gestionar las órdenes de servicios se tarda en realizar dichas órdenes, ya que éstas deben pasar por un análisis previo por parte de la Presidencia del I.N.C. Estas son una de las demoras más frecuentes que suceden a la hora de ejecutar las distintas actividades.

Materiales y Repuestos.

Los repuestos requeridos para el mantenimiento de las unidades, se puede decir que estos no se consiguen en el mercado nacional, siendo necesario ubicarlos y adquirirlos en el exterior, lo cual es una limitante si lo tomamos desde el punto de vista de las demoras que implica la aplicación de tramites y procedimientos administrativos estipulados por las leyes venezolanas y de conseguirlos estos pasan por un proceso previo de licitación para su compra o adquisición, trayendo como consecuencia las demoras para la realización de las actividades.

Herramientas y Equipos.

Las herramientas utilizadas durante la ejecución de las operaciones sufren daños frecuentes originados por su mal uso y por deterioro, además los mecánicos no tienen la cantidad completa de las herramientas necesarias para poder realizar el trabajo y las que usan son de su propiedad. Por otro lado se observo que cuando se requiere del uso de la grúa, ésta tarda en llegar, ya que se tiene que esperar a que realice el ciclo

de calentamiento para poder realizar el trabajo solicitado, así como también a que ejecute otras actividades inherentes a otras Divisiones.

Mano de Obra.

A continuación se explicarán los aspectos más importantes con respecto a la mano de obra en el área de estudio.

Con respecto a la hora de llegada, el personal respeta la hora de llegada de 7:15 a.m. a 7:45 a.m., existe una buena armonía en el sitio de trabajo, existe un buen trato entre los mecánicos, el supervisor y demás empleados de la División.

Con respecto a la ejecución de las labores, es importante acotar que la mayoría de los mecánicos trabajan con lo que tienen a la mano en el momento de realizar un mantenimiento, e incluso regularmente reemplazan partes de los equipos por otras diseñadas por ellos mismos, por lo que genera mayores pérdidas de tiempo, dinero y disminuye la efectividad de los equipos.

Es común observar el agotamiento presente en los mecánicos a la hora de efectuar sus funciones debido a las condiciones ambientales del puesto de trabajo y a la carencia de incentivos otorgados por la Empresa para una mejor ejecución de las mismas, esto trae como consecuencia que los mismos adopten conductas de trabajo individuales, con poco iniciativa siguiendo una rutina de trabajo hasta que el supervisor le cambie las actividades.

5.1.7 Tiempo Estándar de las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel.

El Taller Central de la División de Mantenimiento, no posee una estandarización de los tiempos de cada actividad de las Operaciones de mantenimiento de los Motores Detroit Diesel, es por esto el motivo del estudio debido a que se obtendrá una

herramienta fuerte y de esta forma poder optimizar el proceso. Además, también se dispondrá de las bases para que los operarios y demás personal del Taller conozca el tiempo real que deben emplear para realizar el proceso de reparación, ya que estos motores son los instrumentos imprescindibles para el funcionamiento de las unidades y por ende en el proceso de Mantenimiento y Conservación del Canal de Navegación del Río Orinoco.

5.1.8 Demoras en las Operaciones de los Motores Detroit Diesel.

En el proceso de mantenimiento de los motores Detroit Diesel se presentan demoras en las actividades de: desmontaje y montaje de los motores, espera por grúa **BUSYRUS-ERIC** y principalmente por la espera de las órdenes de servicio aprobadas y la adquisición de los repuestos de los motores.

En la zona de montaje y desmontaje las demoras son ocasionadas debido a la insuficiencia de personal calificado en el Taller, lo que trae como consecuencia que una vez realizado el mantenimiento a los motores, no se pueda realizar el montaje de los mismos. Esto genera un tiempo perdido, y para poder realizar el montaje de los motores se le pide la colaboración al personal de otra División.

Además de la demora planteada anteriormente, se genera otra debido a la insuficiencia de grúas operativas. La falta de grúas operativas genera un tiempo perdido, ya que cuando se requiere del uso de ellas, estas se encuentran realizando otras labores o en espera de mantenimiento rutinario.

Aunado a las demoras generadas en el proceso de montaje y desmontaje, se presenta otra debido a la espera de las órdenes de servicios aprobadas. Estas son una de las causas principales de las demoras en el proceso de mantenimiento de los motores Detroit Diesel, al igual que la demora que existe en la adquisición de repuestos necesarios para el mantenimiento de los mismos.

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS Y RESULTADOS

En este capítulo se exponen los resultados obtenidos del análisis del estudio de métodos, los cuales fueron adquiridos a través del seguimiento de las actividades realizadas en el Taller Central de la División de Mantenimiento.

6.1 Estandarización de las Actividades que Conforman las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel de las Unidades Múltiples.

Se realiza la estandarización tomando como base todas las actividades realizadas en este Taller Central durante sus operaciones de mantenimiento a los motores Detroit Diesel de las Unidades Múltiples. Para realizar el estudio se consideraron los siguientes aspectos:

- ✚ Descripción de las Actividades Realizadas por los Mecánicos.
- ✚ Tiempo Promedio de Duración de las Actividades.
- ✚ Frecuencia de Cada Actividad.
- ✚ Tiempo Normal y Estándar de las Actividades.

Para llevar a cabo el estudio de tiempos se consideró el tiempo que le toma al personal en realizar las actividades para el mantenimiento de los motores. Además de los traslados de cada actividad que conforman las operaciones de mantenimiento. Para la recopilación de los tiempos, se utiliza el formato de toma de tiempos (Ver Anexo I, J y K); con el cual se permite estandarizar las operaciones de mantenimiento de los motores.

Premisas a considerar en las operaciones:

- ✚ El tiempo en las operaciones de mantenimiento de los motores de las unidades múltiples varía dependiendo de la Serie en la que fue fabricado. En el Taller Central se manejan dos (02) tipos de motores mencionados anteriormente en el Capítulo V Tabla N° 5.1, el primero representado por la Serie L-92 y la segunda por la Serie V-92.
- ✚ Los Motores de las Unidades Múltiples están conformados por una pareja de motores representado por uno a estribor (Lado Derecho) y uno a Babor (Lado Izquierdo), el cual a su vez se diferencia por una serie de características de cada motor. Esto es una forma de identificación utilizado por el personal del Taller, para saber a que motor le corresponde el repuesto, accesorio y equipos, y por ende las características en cuanto a inyectores, camisas, filtros, entre otros; que estos presentan.
- ✚ El personal que labora en el Taller Central de la División de Mantenimiento, está conformado por: (01) Supervisor, (02) Mecánicos-Motoristas, (01) Electricista, (02) Ayudantes, (01) Operador de Grúa, los cuales trabajan una jornada de ocho (08) horas diarias de lunes a viernes.

6.1.1 Estudio de Tiempo de las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel de las Unidades Múltiples.

Las operaciones de mantenimiento comprenden tres (03) fases o etapas. Estas etapas son: Desmontaje de los Motores de las Salas de Máquinas, Realizar el Mantenimiento a los Motores y Montaje de los Motores Detroit Diesel en las Salas de Máquinas de las Unidades Múltiples. Para determinar el número de ciclos se basó en la guía convencional establecida por la General Electric, mostrada en el Capítulo III Tabla N° 3.1.

6.1.1.1 Desmontaje de los Motores Detroit Diesel de las Salas de Máquinas de las Unidades Múltiples.

En el proceso de desmontaje el tiempo que se toma para que el personal desmonte el subconjunto y desconecten todos los accesorios se dividió en tres (03) etapas, los cuales son:

Etapa I: Traslado de los Motores Detroit Diesel Desde la Sala de Maquinas de la Unidad Hasta el Área del Taller Central.

Esta actividad comienza con el traslado de los motores desde las salas de máquinas de las embarcaciones por medio de una Grúa **BUSYRUS-ERIC** hasta la entrada del Taller Central. Luego estos se trasladan hasta el Taller Mecánico por medio de un Puente Grúa. Una vez colocado en unos estantes, los cuales tienen unos accesorios (Ver Anexo L) encargados de verificar temperaturas, presión, aceites, gasoil, etc., para que estos sean llevados al libro diario de máquinas para su posterior análisis.

Etapa II: Verificación de la Condiciones de los Motores Detroit Diesel.

En esta actividad de verificar las condiciones en la que se encuentra el motor solamente se basa en una observación directa y de su experiencia para constatar que dicha orden de servicio cumple con los trabajos solicitados.

Etapa III: Desarme de los Accesorios y Equipos de los Motores.

Esta etapa se inicia cuando los mecánicos desconectan todos los accesorios (mangueras, anclaje, anillo reten, chavetas, conectores, acoples rápidos, deslizaderas, ejes, suplementos, etc.).

A continuación se muestran en la Tabla N° 6.1 los tiempos promedios seleccionados (T.P.S) de las etapas encontradas en el desmontaje de los motores Detroit Diesel.

Tabla N° 6.1: T.P.S en el Desmontaje de los Motores Detroit Diesel de las Salas de Máquinas.

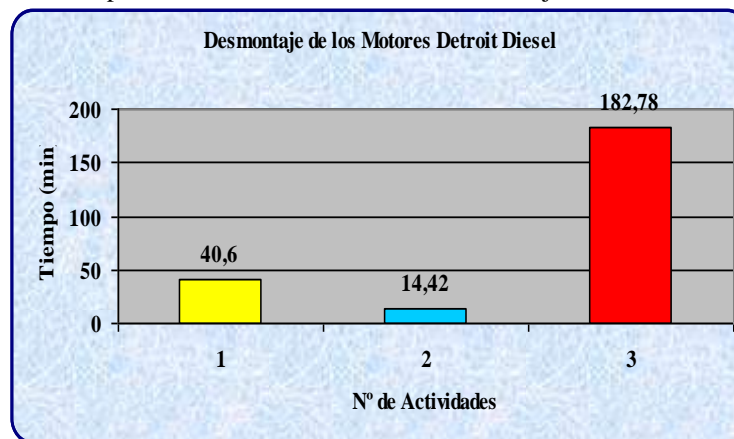
ETAPA	ACTIVIDAD	TAMAÑO DE MUESTRA	TPS (min.)
I	Traslado de los Motores Detroit Diesel Desde la Sala de Maquinas de la Unidad Hasta el Área del Taller Central.	09	40,60
II	Verificación de la Condiciones de los Motores Detroit Diesel	09	14,42
III	Desarme de los Accesorios y Equipos de los Motores Detroit Diesel.	09	182,78
		TOTAL	237,80

Fuente: Seguimiento a las Actividades Realizadas en Taller Central.

El tiempo medio calculado es de **237,80 min** por ciclo por lo que según el Método General Electric (Ver Tabla N° 3.1), este valor se encuentra en el rango comprendido entre 40,00 o más minutos por ciclos, por lo que el número de ciclos recomendados para el estudio de tiempos es de tres (3), siendo aceptada la muestra tomada.

A continuación se muestra en el Gráfico N° 6.1 que la fase que representa mayor número de tiempo es en el de Desarme de los Accesorios y Equipos de los Motores, teniendo un tiempo de **182,78 min.**

Gráfico N° 6.1: Comportamiento de los T.P.S en el Desmontaje de los Motores Detroit Diesel.



Fuente: Seguimiento a las Actividades Realizadas en Taller Central.

Los Tiempos Normales se obtienen con la ecuación N° 3.2 mostrada en el Capítulo III. Para establecer el coeficiente de velocidad de las etapas se basó en el sistema

desarrollado por Westinghouse Electric Corporation (Ver Tabla 3.2 a la Tabla 3.5). Este sistema establece cuatro factores que son: Habilidad, Esfuerzo, Condiciones de Trabajo y Consistencia.

$$C_v = 1 + \sum (Habilidad + Esfuerzo + Condiciones + Consistencia)$$

El coeficiente de Velocidad de cada elemento se muestra en la Tabla N° 6.2, a continuación:

Tabla N° 6.2: Coeficiente de Velocidad del Proceso de Desmontaje de los Motores Detroit Diesel.

ETAPA	HABILIDAD DESTREZA	ESFUERZO EMPEÑO	CONDICIONES DE TRABAJO	CONSISTENCIA	C _v
I	Excelente B2 +0,08	Promedio C 0,00	Buena C +0,02	Buena C +0,01	1,11
II	Excelente B2 +0,08	Buena C1 +0,05	Buena C +0,02	Buena C +0,01	1,16
III	Excelente B2 +0,08	Promedio C 0,00	Regular E -0,03	Buena C +0,01	1,06

Fuente: Seguimiento a las Actividades Realizadas en el Taller Central.

Los tiempos normales para cada etapa se calcularon con la ecuación 3.2 mostrada en el Capítulo III y cuyos resultados se pueden observar en la Tabla N° 6.3:

Tabla N° 6.3: Tiempo Normal del Proceso de Desmontaje de los Motores Detroit Diesel.

ETAPA	C _v	TPS (min.)	T _N (min.)
I	1,11	40,60	45,07
II	1,16	14,42	16,72
III	1,06	182,78	193,75
		Total	255,54

Fuente: Seguimiento a las Actividades Realizadas en el Taller Central.

Para determinar la evaluación de los suplementos o tolerancias se basó en los efectos de las condiciones laborales establecido por la Oficina Internacional del Trabajo (Ver Anexo M).

	%
✚ Tolerancias Constantes.	
✓ Tolerancia Personal.....	5
✓ Tolerancia Básica por Fatiga.....	4
✚ Tolerancias Variables.	
✓ Tolerancia por Estar de Pie.....	2
✓ Tolerancia por Posición no Normal.	
• Molesta.	2
✚ Empleo de Fuerza o Vigor Muscular (Para Levantar, Tirar de, Empujar).	
✓ Peso Levantado.	13
✚ Condiciones Atmosféricas (Calor y Humedad) Variables.	9
✚ Atención Estricta.	
✓ Trabajo Fino o de Gran Cuidado.....	2
✚ Nivel de Ruido.	
✓ Intermitente - Fuerte.....	4
✚ Esfuerzo Mental.	
✓ Proceso Complicado o que Requiere Amplia Atención.	4
✚ Monotonía.	
✓ Moderada.	1
✚ Tedio.	
✓ Tedioso.	2
TOTAL:	48 %

El tiempo estándar del proceso de Desmontaje de los Motores se calculó mediante la ecuación N° 3.3 mostrada en el Capítulo III y esta dado por:

$$T_E = T_N + [Tolerancias * (\% T_N)]$$

$$T_E = 255,54 + (255,54 * 0,48)$$

$$T_E = (255,54 + 122,66) \text{min}$$

$$T_E = 378,20 \text{ min} \approx \mathbf{379 \text{ min.}}$$

$T_E = 379 \text{ min.}$

6.1.1.2 Realizar el Mantenimiento a los Motores Detroit Diesel.

En el proceso de mantenimiento de los motores Detroit Diesel, el tiempo que se toma para que el personal técnico realice o ejecute las actividades, se divide en once (11) etapas, las cuales se mencionaran a continuación:

Etapas 1: Culatas.

Desconectar todas las culatas (Ver Anexo N) y conectarlas después de las reparaciones, desconectar tuberías de aceite, agua de enfriamiento y combustible, para facilitar el acceso, reinstalándolas luego con juntas nuevas, desarmar completamente, limpiar las culatas, rearmar las culatas con sellos y O Rings nuevos.

Etapas 2: Inyectores.

Retirar las tuberías de inyección de combustible y refrigeración, desenroscar la tuerca de empalme, desmontar los inyectores, desarmar completamente los inyectores (Ver Anexo O), limpiar bien todas las partes de los inyectores, renovar todas las toberas de inyección, renovar arandela de hermetización y anillos juntas, armar todo los inyectores después de las reparaciones, efectuarles prueba de presión (de inyección), instalarlos como originalmente e instalar todas las tuberías removidas.

Etapas 3: Volante.

Desmontar el volante, efectuar inspección y limpieza, medir las holguras de los dientes, instalar como originalmente, limpiando cuidadosamente las superficies de asiento de las partes a remontar.

Etapas 4: Camisas de Cilindros.

Desmontar todas las camisas, efectuar inspección y medir el desgaste de todas las camisas (medir diámetro interno), renovar las camisas que se encuentren en mal

estado (Ver Anexo P), hacer pruebas de compresión a todos los cilindros y reinstalar todas las camisas como originalmente.

✚ Etapa 5: Pistones.

Desconectar y extraer todos los pistones (Ver Anexo Q), efectuar limpieza y medir diámetro, tomar medida (02 lecturas cada uno) de las ranuras de los pistones, renovar los aros, desmontar los pasadores de los pistones y casquillos, renovar los pistones que se encuentren en mal estado, desmontar los cojinetes de biela y tomar medidas de las holguras, renovar y reinstalar los juegos de cojinetes de biela, desmontar los cojinetes de bancada y tomar medidas de las holguras, renovar juegos de cojinetes de bancada, reinstalar los cojinetes de bancada, tomar las deflexiones del cigüeñal al arribo de la unidad y al concluir los trabajos de reparación. En caso de estar fuera de tolerancia suplir el cigüeñal y considerar medidas para la instalación de los cojinetes de bancada y de biela.

✚ Etapa 6: Válvulas de Admisión y de Escape.

Desmontar los balancines, las válvulas de admisión y de escape y desarmarlas completamente e inspeccionarlas, limpiar todas sus partes, limpiar los asientos y guías de las válvulas, rectificar los asientos de las válvulas de admisión y de escape, renovar las válvulas de admisión y de escape que se encuentren en mal estado. Armar las válvulas después de las reparaciones, verificar la lubricación en los asientos y reinstalar las válvulas como originalmente, efectuando la calibración correspondiente.

✚ Etapa 7: Árbol de Levas.

Abrir la cubierta de inspección, chequear el árbol de levas (Ver Anexo R), desconectar todas las secciones del eje del árbol de levas, chequear los rodillos de taquetes y guías, en cada motor, tomar medidas de las holguras y reinstalar todo como originalmente.

✚ Etapa 8: Bomba Centrífuga para Agua de Enfriamiento.

Remover las tuberías, remover las bombas de agua y reinstalarlas después de las reparaciones, abrir las bombas para mantenimiento mayor; removiendo carcaza, impulsor, eje del impulsor, sellos mecánicos, porta sellos, engranajes, cojinetes, empaaduras, etc., medir las holguras de los dientes de los engranajes, armar las bombas renovando los componentes que se encuentren en mal estado, verificar el libre movimiento e instalar las bombas como estaban originalmente.

✚ Etapa 9: Enfriador Aceite y Enfriador Agua.

Remover secciones de tuberías, válvulas, etc., desconectar los enfriadores de aceite y agua (Ver Anexo S), desarmar completamente para efectuarle inspección y limpieza con producto químico, limpiar las tapas y revestirlas con masilla epóxica, y renovar las juntas, reinstalar todo como originalmente y efectuar pruebas hidrostáticas.

✚ Etapa 10: Filtros de Combustible, Lubricante y de Aire Húmedo.

Esta actividad consiste en desmontar los filtros, destapar los filtros y sacar el sucio depositado en el fondo de la caja del filtro y lavar la caja con gasoil, renovar el elemento Delf, colocar la tapa de los filtros y purgar el aire de la cámara, chequear el embrague y calibrar el disco de acuerdo al manual del fabricante, revisar las bujías incandescentes y renovarlas, rellenar con grasa nueva los cojinetes de bolas fijos de las poleas tensoras, renovar rodamientos y sellos, reensamblar con empaaduras nuevas e instalar todo como originalmente.

✚ Etapa 11: Prueba de Arranque.

En esta actividad consiste en realizar una prueba de arranque para verificar que el mantenimiento de los motores ha sido realizado, es decir, que hayan quedado 100% operativo.

A continuación se muestran en la Tabla N° 6.4 los tiempos medios de las etapas encontradas en la Realización de las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel Serie L-92.

Tabla N° 6.4: T.P.S en el Mantenimiento de Motor Detroit Diesel Serie L-92.

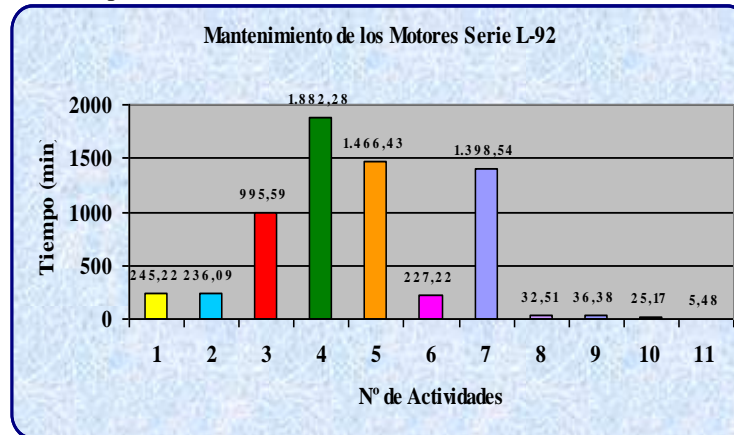
ETAPA	ACTIVIDAD	TAMAÑO DE MUESTRA	TPS (min.)
1	Culatas.	06	245,22
2	Inyectores.	06	236,09
3	Volante.	06	995,59
4	Camisas de Cilindros.	06	1.882,28
5	Pistones.	06	1.466,43
6	Válvulas de Admisión y de Escape.	06	227,22
7	Árbol de Levas.	06	1.398,54
8	Bomba Centrífuga para Agua de Enfriamiento.	06	32,51
9	Enfriador Aceite y Enfriador Agua.	06	36,38
10	Filtros de Combustible, de Aceite Lubricante de Aire Húmedo y Centrífugo.	06	25,17
11	Prueba de Arranque.	06	5,48
		TOTAL	6.550,91

Fuente: Seguimiento a las Actividades Realizadas en Taller Central.

El tiempo medio calculado es de **6.550,91 min** por ciclo por lo que según el Método General Electric, este valor se encuentra en el rango comprendido entre 40,00 o más minutos por ciclos, por lo que el número de ciclos recomendados para el estudio de tiempos es de tres (3), siendo aceptada la muestra tomada.

A continuación se muestra en el Gráfico N° 6.2 que la etapa que representa mayor número de tiempo es la de Camisas de Cilindros, teniendo un tiempo de **1.882,28 min.**

Gráfico N° 6.2: Comportamiento de los T.P.S en el Mantenimiento de los Motores Serie L-92.



Fuente: Seguimiento a las Actividades Realizadas en Taller Central.

A continuación se muestran en la Tabla N° 6.5 los tiempos medios de las etapas encontradas en la Realización de las Operaciones de Mantenimientos de los Motores Detroit Diesel Serie V-92.

Tabla N° 6.5: T.P.S en el Mantenimiento de Motor Detroit Diesel Serie V-92.

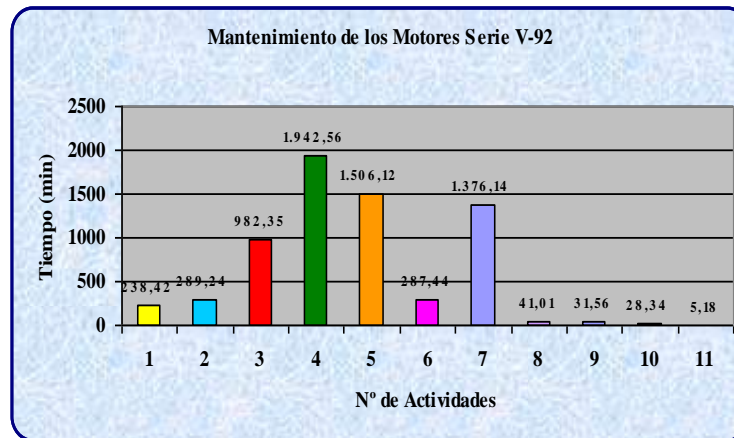
ETAPA	ACTIVIDAD	TAMAÑO DE MUESTRA	TPS (min.)
1	Culatas.	03	238,42
2	Inyectores.	03	289,24
3	Volante.	03	982,35
4	Camisas de Cilindros.	03	1.942,56
5	Pistones.	03	1.506,12
6	Válvulas de Admisión y de Escape.	03	287,44
7	Árbol de Levas.	03	1.376,14
8	Bomba Centrífuga para Agua de Enfriamiento.	03	41,01
9	Enfriador Aceite y Enfriador Agua.	03	31,56
10	Filtros de Combustible, de Aceite Lubricante de Aire Húmedo y Centrífugo.	03	28,34
11	Prueba de Arranque.	03	5,18
TOTAL			6.728,36

Fuente: Seguimiento a las Actividades Realizadas en Taller Central.

El tiempo medio calculado es de **6.728,36 min** por ciclo por lo que según el Método General Electric, este valor se encuentra en el rango comprendido entre 40,00 o más minutos por ciclos, por lo que el número de ciclos recomendados para el estudio de tiempos es de tres (3), siendo aceptada la muestra tomada.

A continuación se muestra en el Gráfico N° 6.3 que la fase que representa mayor número de tiempo es la de Camisas de Cilindros, teniendo un tiempo de **1.942,56 min.**

Gráfico N° 6.3: Comportamiento de los T.P.S del Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel Serie V-92.



Fuente: Seguimiento a las Actividades Realizadas en Taller Central.

El coeficiente de Velocidad de cada etapa se muestra en la Tabla N° 6.6, a continuación:

Tabla N° 6.6: Coeficiente de Velocidad en el Mantenimiento de los Motores Serie L-92 y V-92.

ETAPA	HABILIDAD DESTREZA	ESFUERZO EMPEÑO	CONDICIONES DE TRABAJO	CONSISTENCIA	C _v
1	Buena C1 +0,06	Bueno C2 +0,02	Buena C +0,02	Buena C +0,01	1,11
2	Excelente B2 +0,08	Excelente B2 +0,08	Buena C +0,02	Buena C +0,01	1,19
3	Excelente B2 +0,08	Excelente B2 +0,08	Buena C +0,02	Buena C +0,01	1,19
4	Excelente B2 +0,08	Excelente B2 +0,08	Buena C +0,02	Buena C +0,01	1,19
5	Excelente B2 +0,08	Excelente B2 +0,08	Buena C +0,02	Buena C +0,01	1,19
6	Buena C1 +0,06	Bueno C2 +0,02	Buena C +0,02	Buena C +0,01	1,11
7	Excelente B2 +0,08	Excelente B2 +0,08	Buena C +0,02	Buena C +0,01	1,19
8	Buena C1 +0,06	Bueno C2 +0,02	Buena C +0,02	Buena C +0,01	1,11
9	Buena C1 +0,06	Bueno C2 +0,02	Buena C +0,02	Buena C +0,01	1,11
10	Buena C1 +0,06	Bueno C2 +0,02	Buena C +0,02	Buena C +0,01	1,11
11	Excelente B2 +0,08	Excelente B2 +0,08	Buena C +0,02	Buena C +0,01	1,19

Fuente: Seguimiento a las Actividades Realizadas en el Taller Central.

Los tiempos normales para cada etapa se pueden observar en la Tabla N° 6.7 y la Tabla N° 6.8:

Tabla N° 6.7: Tiempo Normal del Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel Serie L-92

ETAPA	C _v	TPS (min.)	T _N (min.)
1	1,11	245,22	272,19
2	1,19	236,09	280,95
3	1,19	995,59	1.184,75
4	1,19	1.882,28	2.239,91
5	1,19	1.466,43	1.745,05
6	1,11	227,22	252,21
7	1,19	1.398,54	1.664,26
8	1,11	32,51	36,09
9	1,11	36,38	40,38
10	1,11	25,17	27,94
11	1,19	5,48	6,52
		Total	7.750,25

Fuente: Seguimiento a las Actividades Realizadas en el Taller Central.

Tabla N° 6.8: Tiempo Normal del Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel Serie V-92

ETAPA	C _v	TPS (min.)	T _N (min.)
1	1,11	238,42	264,64
2	1,19	289,24	344,20
3	1,19	982,35	1.168,99
4	1,19	1.942,56	2.311,64
5	1,19	1.506,12	1.792,28
6	1,11	287,44	319,06
7	1,19	1.376,14	1.637,61
8	1,11	41,01	45,52
9	1,11	31,56	35,03
10	1,11	28,34	34,46
11	1,19	5,48	6,52
		Total	7.956,59

Fuente: Seguimiento a las Actividades Realizadas en el Taller Central.

Para determinar la evaluación de los suplementos o tolerancias de cada etapa se tiene lo siguiente:

	%
✚ Tolerancias Constantes.	
✓ Tolerancia Personal.....	5
✓ Tolerancia Básica Por Fatiga.....	4
✚ Tolerancias Variables.	
✓ Tolerancia Por Estar De Pie.....	2
✓ Tolerancia Por Posición No Normal.	
• Molesta.	2
✚ Empleo de Fuerza o Vigor Muscular (Para Levantar, Tirar de, Empujar).	
✓ Peso Levantado.	3
✚ Condiciones Atmosféricas (Calor y Humedad) Variables.	8
✚ Atención Estricta.	
✓ Trabajo Muy Fino o Muy Exacto.....	5
✚ Nivel de Ruido.	
✓ Intermitente - Fuerte.	5
✚ Esfuerzo Mental.	
✓ Proceso Complicado o que Requiere Amplia Atención.	4
✚ Monotonía.	
✓ Moderada.	1
✚ Tedio.	
✓ Tedioso.	2
TOTAL:	38 %

El tiempo estándar del proceso de mantenimiento de los Motores de las Series L-92 y V-92 respectivamente están dado por:

Serie L-92

$$T_E = T_N + \text{Tolerancias} * (\% T_N)$$

$$T_E = 7.750,25 + (7.750,25 * 0,38)$$

$$T_E = (7.750,25 + 2.945,10)\text{min}$$

$$T_E = 10.695,35 \text{ min} \approx \mathbf{10.696 \text{ min.}}$$

$T_E = 10.696 \text{ min.}$

Serie V-92

$$T_E = T_N + \text{Tolerancias} * (\% T_N)$$

$$T_E = 7.956,59 + (7.956,59 * 0,38)$$

$$T_E = (7.956,59 + 3.023,50)\text{min}$$

$$T_E = 10.980,10 \text{ min} \approx \mathbf{10.981 \text{ min.}}$$

$T_E = 10.981 \text{ min.}$

6.1.1.3 Montaje de los Motores Detroit Diesel en las Salas de Máquinas de las Unidades Múltiples.

En el proceso de montaje el tiempo que se toma para que el personal acople y conecten todos los accesorios en la Sala de Máquinas de las Unidades Múltiples se dividió en cuatro (04) etapas, los cuales son:

✚ Etapa I: Traslado de los Motores Detroit Diesel desde el Área del Taller Central Hasta la Sala de Máquinas de la Embarcación.

Esta actividad comienza con el traslado de los motores armados completamente desde el Taller Mecánico hasta la entrada del Taller Central por medio del Puente Grúa. Luego se traslada desde la entrada del mismo hasta las salas de máquinas de las embarcaciones por medio de la Grúa **BUSYRUS-ERIC**.

✚ Etapa II: Montaje del Motor Detroit Diesel a la Base de la Embarcación.

Esta etapa empieza con el acople del motor a la base de la sala de máquinas de la unidad e instalación de todos los accesorios (mangueras, anclaje, anillo reten, chavetas, conectores, acoples rápidos, deslizaderas, ejes, suplementos, etc.) por medio

de herramientas y equipos (Juego de Dados, Llaves Múltiples, Martillo, Señoritas, Eslingas, Cadenas, etc.).

✚ Etapa III: Puesta en Marcha de la Embarcación.

Aquí termina el ciclo de las operaciones de mantenimiento, ya que esta es la última operación, es decir, la puesta en marcha de la embarcación, aquí se realiza una prueba a la unidad a través del Canal de Navegación del Río Orinoco.

✚ Etapa IV: Elaboración del Informe de Finalización del Mantenimiento.

En esta actividad de elaborar un informe de finalización de las actividades de mantenimiento.

A continuación se muestran en la Tabla N° 6.9 los tiempos medios de las etapas encontradas en el traslado de los motores a las unidades múltiples.

Tabla N° 6.9: T.P.S en el Montaje de los Motores en las Salas de Máquinas de las Unidades Múltiples.

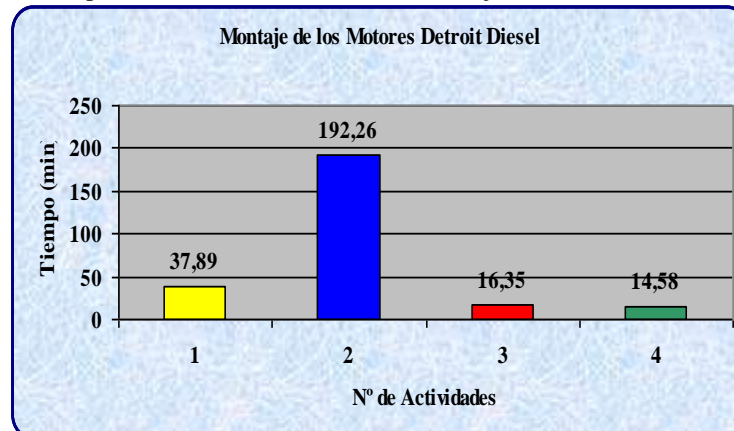
ETAPA	ACTIVIDAD	TAMAÑO DE MUESTRA	TPS (min.)
I	Traslado de los Motores Detroit Diesel desde el Área del Taller Central Hasta la Sala de Máquinas de la Embarcación.	09	37,89
II	Montaje del Motor Detroit Diesel a la Base de la Embarcación.	09	192,26
III	Puesta en Marcha de la Embarcación.	06	16,35
IV	Elaboración del Informe de Finalización del Mantenimiento.	06	14,58
		TOTAL	261,08

Fuente: Seguimiento a las Actividades Realizadas en Taller Central.

El tiempo medio calculado es de **261,08 min** por ciclo por lo que según el Método General Electric, este valor se encuentra en el rango comprendido entre 40,00 o más minutos por ciclos, por lo que el número de ciclos recomendados para el estudio de tiempos es de tres (3), siendo aceptada la muestra tomada.

A continuación se muestra en el Gráfico N° 6.4 que la fase que representa mayor número de tiempo es la de Acoplar el Motor a la Base de la Embarcación, teniendo un tiempo de **192,26 min.**

Gráfico N° 6.4: Comportamiento de los T.P.S en el Montaje de Motores en las Salas de Máquinas.



Fuente: Seguimiento a las Actividades Realizadas en Taller Central.

El coeficiente de Velocidad de cada etapa se muestra en la Tabla N° 6.10, a continuación:

Tabla N° 6.10: Coeficiente de Velocidad del Proceso de Montaje de los Motores Detroit Diesel.

ETAPA	HABILIDAD DESTREZA	ESFUERZO EMPEÑO	CONDICIONES DE TRABAJO	CONSISTENCIA	C _v
I	Excelente B2 +0,08	Promedio C 0,00	Buena C +0,02	Buena C +0,01	1,11
II	Excelente B2 +0,08	Promedio C 0,00	Regular E -0,03	Buena C +0,01	1,06
III	Excelente B2 +0,08	Promedio C 0,00	Buena C +0,02	Buena C +0,01	1,11
IV	Excelente B2 +0,08	Buena C1 +0,05	Buena C +0,02	Buena C +0,01	1,16

Fuente: Seguimiento a las Actividades Realizadas en el Taller Central.

Los tiempos normales para cada etapa se pueden observar en la Tabla N° 6.11:

Tabla N° 6.11: Tiempo Normal del Proceso de Traslado de los Motores a las Unidades Múltiples.

ETAPA	C _v	TPS (min.)	T _N (min.)
I	1,11	37,89	42,06
II	1,06	192,26	203,80
III	1,11	16,35	18,15
IV	1,16	14,58	16,91
		Total	284,92

Fuente: Seguimiento a las Actividades Realizadas en el Taller Central.

Para determinar la evaluación de los suplementos o tolerancias de cada etapa se tiene lo siguiente:

	%
✚ Tolerancias Constantes.	
✓ Tolerancia Personal.....	5
✓ Tolerancia Básica por Fatiga.....	4
✚ Tolerancias Variables.	
✓ Tolerancia por Estar de Pie.....	2
✓ Tolerancia por Posición no Normal.	
• Molesta.	2
✚ Empleo de Fuerza o Vigor Muscular (Para Levantar, Tirar de, Empujar).	
✓ Peso Levantado.	13
✚ Condiciones Atmosféricas (Calor y Humedad) Variables.	9
✚ Atención Estricta.	
✓ Trabajo Fino o de Gran Cuidado.....	2
✚ Nivel de Ruido.	
✓ Intermitente - Fuerte.....	4
✚ Esfuerzo Mental.	
✓ Proceso Complicado o que Requiere Amplia Atención.	4
✚ Monotonía.	
✓ Moderada.	1
✚ Tedio.	
✓ Tedioso.	2
TOTAL:	48 %

El tiempo estándar del proceso de Traslado a las unidades múltiples esta dado por:

$$T_E = T_N + \text{Tolerancias} * (\%T_N)$$

$$T_E = 284,92 + (284,92 * 0,48)$$

$$T_E = (284,92 + 136,77)\text{min}$$

$$T_E = 421,69 \text{ min} \approx 422 \text{ min.}$$

$T_E = 422 \text{ min.}$

A continuación se muestra en la Tabla N° 6.12 el tiempo estándar de todas las operaciones de mantenimiento de los motores Detroit Diesel. El tiempo estándar total mostrado es el seguimiento a las actividades del Taller Central.

Tabla N° 6.12: Tiempo Estándar de las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel.

OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	Tiempo Estándar Motores Serie L-92 (min.)	Tiempo Estándar Motores Serie V-92 (min.)
Desmontaje de los Motores Detroit Diesel de las Salas de Máquinas.	337,00	337,00
Realizar el Mantenimiento a los Motores Detroit Diesel.	10.696,00	10.981,00
Montaje de los Motores Detroit Diesel en las Salas de Máquinas.	422,00	422,00
TOTAL	11.455,00	11.740,00

Fuente: Seguimiento a las Actividades Realizadas en el Taller Central.

6.2 Evaluar los Tiempos Utilizados por el Personal, Tiempo Efectivo y Tiempo de Ocio durante la Ejecución de las Operaciones de Mantenimiento.

6.2.1 Jornada de Trabajo.

La Jornada de Trabajo utilizada para realizar el seguimiento a las actividades, y posteriormente efectuar los respectivos cálculos se presenta a continuación:

$$J_T = 60 \frac{\text{min}}{\text{hora}} \times 8 \frac{\text{hora}}{\text{día}} = 480 \frac{\text{min}}{\text{día}} \quad \Rightarrow \quad \boxed{J_T = 480 \text{ min}}$$

6.2.2 Cálculo del Tiempo Efectivo.

Para el cálculo del tiempo efectivo se hace necesario tomar en cuenta las demoras evitables e inevitables, teniéndose como ecuación del tiempo efectivo lo siguiente:

$$T_{Efectivo} = J_T - (D_I + D_E)$$

Ec. 3.19

Donde; $T_{Efectivo}$ = Tiempo Efectivo.
 J_T = Jornada Laboral.
 D_I = Demoras Inevitables.
 D_E = Demoras Evitables.

6.2.2.1 Demoras Inevitables.

Durante el estudio de tiempo realizado también se detectaron demoras e inconvenientes que produjeron retrasos en las operaciones de mantenimiento, las cuales se presentan a continuación:

- ✚ **Preparación del Inicio de la Jornada de Trabajo:** Una vez dada la orden de servicio, el personal técnico del Taller Central tarda en buscar las herramientas y equipos necesarios para ejecutar las labores de mantenimiento, trayendo como consecuencia pérdida de tiempo muy importante.
- ✚ **Espera por Grúa BUSYRUS-ERIC:** Esta demora es inevitable, puesto que el Taller cuenta con tres (03) grúas y dos (02) de ellas se encuentran inoperativas por falta de mantenimiento mayor y solamente una (01) grúa operativa y esta última es la que se encarga de transportar los motores de un sitio a otro. Muchas veces esta se encuentra en otras áreas de la Empresa realizando otras labores, y por ende se tardan para realizar las actividades a la que fue encomendada.
- ✚ **Aprobación de las Órdenes de Servicios:** Esta demora es inevitable, puesto que las órdenes de servicios son aprobadas por parte de la Presidencia del I.N.C. y en algunos de los casos por la Gerencia. Esta es una de las demoras más frecuentes que suceden a la hora de ejecutar las distintas actividades inherentes a la Empresa.

✚ **Licitación de los Repuestos:** Los repuestos requeridos para el mantenimiento de las unidades, se puede decir que estos no se consiguen en el mercado nacional, siendo necesario ubicarlos y adquirirlos en el exterior, lo cual es una limitante si se toma desde el punto de vista de las demoras que implica la aplicación de tramites y procedimientos administrativos estipulados por las leyes venezolanas y de conseguirlos estos pasan por un proceso previo de licitación para su compra o adquisición, trayendo como consecuencia las demoras para la realización de las actividades.

Es importante acotar que estas dos últimas demoras para la realización de las operaciones de mantenimiento, como lo son las órdenes de servicios y la adquisición de los repuestos, estas deben pasar por un estudio para sus aprobaciones por parte de la Gerencia y en la mayoría de los casos por la Presidencia del I.N.C., trayendo como consecuencia que el tiempo que se tarda para gestionar dichas actividades es demasiado prolongado llevándose un promedio entre quince (15) días a treinta (30) días hábiles aproximadamente, es por esto que no se toma en cuenta como una demora inevitable para efectos de los cálculos de los tiempos estándar de las operaciones de mantenimiento de los motores Detroit Diesel de las Unidades Múltiples.

A continuación se muestra en la Tabla N° 6.13 los tiempos medios de las demoras inevitables observadas durante las operaciones de mantenimiento de los motores Detroit Diesel.

Tabla N° 6.13: Demoras Inevitables en las Operaciones de Mantenimiento.

Demoras Inevitables.	Tiempo Medio (min.)	% de la T.T.T
Preparación del Inicio de la Jornada de Trabajo.	15,18	3,16
Espera por Grúa BUSYRUS-ERIC.	21,78	4,54
Total Demoras Inevitables.	36,96	7,70

Fuente: Seguimiento a las Actividades Realizadas en el Taller Central.

El promedio de las demoras inevitables presentadas durante el proceso se le suman al tiempo estándar para establecer el tiempo estándar total de las operaciones de mantenimiento de los motores, los cuales se presentan a continuación en la Tabla N° 6.14:

Tabla N° 6.14: Tiempo Estándar Total de las Operaciones de Mantenimiento Motores Detroit Diesel.

	Tiempo Estándar Motores Serie L-92 (min.)	Tiempo Estándar Motores Serie V-92 (min.)
Tiempo Estándar.	11.455,00	11.740,00
Demoras Inevitables.	36,96	36,96
Tiempo Estándar Total.	11.491,96	11.776,96

Fuente: Seguimiento a las Actividades Realizadas en el Taller Central.

6.2.2.2 Demoras Evitables.

Durante el estudio también se detectaron demoras e inconvenientes que produjeron retrasos en las operaciones de mantenimiento, las cuales se presentan a continuación:

- ✚ Realización de las Órdenes de Servicios:** Esta demora se presenta al momento de realizar los trámites administrativos como lo son: impresión de los reportes, memorandum, órdenes de servicios, etc. Esto se presenta puesto a que la División no cuenta con un stock de artículos de papelería tales como: Hojas, Cartuchos de Impresora, Talonarios de Órdenes, Talonarios de Reportes, etc., trayendo como consecuencia que la División de Mantenimiento no realice los tramites administrativos en un tiempo más corto de lo estimado.
- ✚ Búsqueda de Herramienta y Equipos:** Esta demora se presenta por la falta de herramientas requeridas durante la ejecución de las operaciones, ya que las que hay estas en malas condiciones por su mal uso y por deterioro, además los mecánicos no tienen la cantidad completa de las herramientas necesarias que se utilizan para poder realizar el trabajo y las que usan son de su propiedad.

✚ Falla Mecánica de la Grúa BUSYRUS-ERIC.

Esta demora se presenta por la falta de mantenimiento preventivo a las maquinarias pesadas. Lo que genera que las mismas durante la jornada laboral no trabajen de forma total, ya que ocurren fallas en las mismas, que originan que el operario tenga que detenerla y colocarla fuera de servicio hasta que el personal de mantenimiento la repare y esta pueda continuar con sus labores. La duración de esta demora va a depender de la gravedad del daño que presente la grúa.

✚ Asuntos Personales, Desayuno del Personal del Taller, Otras.

A continuación se muestra en la Tabla N° 6.15 los tiempos medios de las demoras evitables localizadas durante las operaciones de mantenimiento de los motores Detroit Diesel.

Tabla N° 6.15: Demoras Evitables en las Operaciones de Mantenimiento.

Demoras Evitables.	Tiempo Medio (min.)
Demoras en la Realización de las Órdenes de Servicios.	43,51
Búsqueda de Herramienta y Equipos	32,22
Falla Mecánica de la Grúa BUSYRUS-ERIC.	34,74
Asuntos Personales, Desayuno del Personal del Taller, Otras.	25,18
Total Demoras Evitables.	135,65

Fuente: Seguimiento a las Actividades Realizadas en el Taller Central

Ya calculado la jornada laboral, las demoras evitables e inevitables se calculó el tiempo efectivo:

$$T_{Efectivo} = [480 - (36,96 + 135,65)] \text{min}$$

$$T_{Efectivo} = [480 - 172,61] \text{min}$$

$$T_{Efectivo} = 307,39 \text{ min} \approx 308 \text{ min}$$

$$T_{Efectivo} = 308 \text{ min}$$

6.2.3 Cálculo del Tiempo de Ocio.

Para el cálculo del tiempo de ocio se hace necesario tomar en cuenta las demoras evitables durante las ejecuciones de las operaciones de mantenimiento, a través de la siguiente ecuación:

$$T_{Ocio} = \sum D_E$$

Ec. 3.20

Se pudo observar que en el Taller Central frecuentemente se incurren en demoras que pueden ser evitables en la ejecución de las operaciones de mantenimiento, esto hace que aumente el tiempo para la ejecución de dichas actividades. De acuerdo a la Tabla N° 6.24 y utilizando la ecuación N° 3.20 tenemos que:

$$T_{Ocio} = \sum D_E \Rightarrow T_{Ocio} = 135,65 \text{ min} \Rightarrow$$

$$T_{Ocio} = 136 \text{ min}$$

6.2.4 Análisis de las Demoras en las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel.

En las distintas etapas que constituyen las operaciones de mantenimiento se presentan diferentes demoras que reducen la capacidad de las Unidades Múltiples, y que de eliminarlas o disminuirlas se incrementaría, logrando así elevar la eficiencia y eficacia del Taller Central. A continuación se presenta en la Tabla N° 6.16 las demoras presentes en estas operaciones, se analizarán las posibles causas que las originan mediante un Diagrama de Pareto y se observará el comportamiento de las mismas.

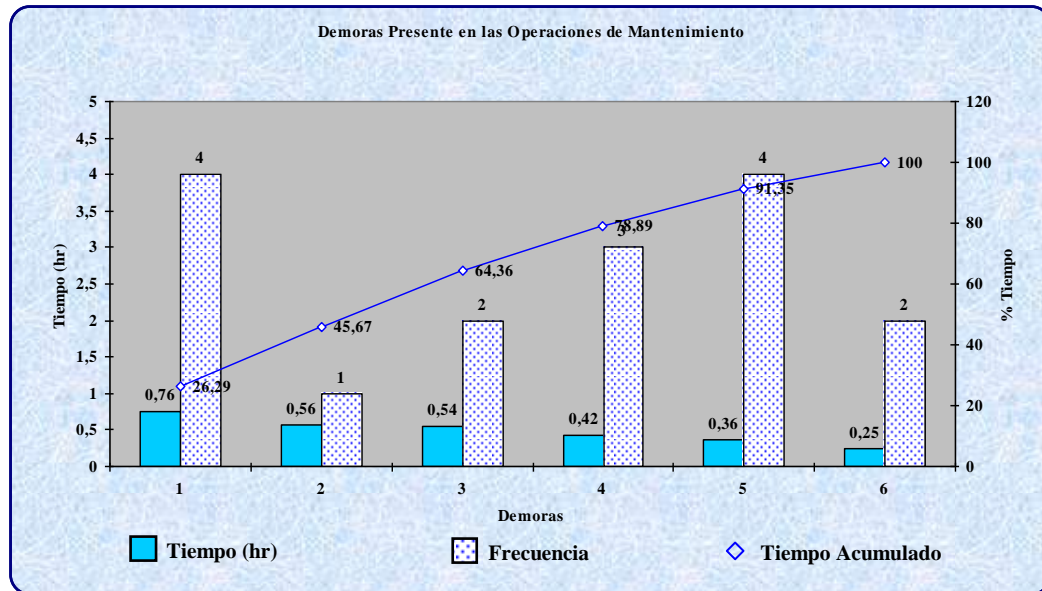
Tabla N° 6.16: Demoras que Afectan las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel

Demora	Demoras	Tiempo (min.)	Tiempo (hr)	Frecuencia	% Tiempo	% Tiempo Acumulado
1	Realización de las Órdenes de Servicios.	43,51	0,76	4	26,29	26,29
2	Falla Mecánica de la Grúa BUSYRUS-ERIC.	34,74	0,56	1	19,38	45,67
3	Búsqueda de Herramienta y Equipos.	32,22	0,54	2	18,69	64,36
4	Asuntos Personales, Desayuno del Personal del Taller.	25,18	0,42	3	14,53	78,89
5	Espera por Grúa BUSYRUS-ERIC.	21,78	0,36	4	12,46	91,35
6	Preparación del Inicio de la Jornada de Trabajo.	15,18	0,25	2	8,65	100,00
TOTAL		129,10	2,89	16	100,00	

Fuente: Seguimiento a las Actividades Realizadas en el Taller Central.

A continuación se muestra en el Gráfico N° 6.5 un Diagrama de Pareto para analizar aquellas demoras que se presentan durante las operaciones de mantenimiento.

Gráfico N° 6.5: Demoras Presentes en las Operaciones de Mantenimiento de los Motores.



Fuente: Seguimiento a las Actividades Realizadas en el Taller Central.

Como se puede observar en el Gráfico, la demora con mayor ocurrencia es la realización de las Órdenes de Servicios con una duración de 43,51 min (0,76 hr), la cual representa el 26,29% respecto al total de demoras, esto motivado a que la División de Mantenimiento no cuenta con un stock de artículos de papelería tales como: Hojas, Cartuchos de Impresora, Talonarios de Órdenes, Talonarios de Reportes, etc., trayendo como consecuencia que la División no realice los tramites administrativos en un tiempo más corto de lo estimado.

Otra demora que se puede observar es por la falla mecánica de la grúa **BUSYRUS-ERIC** con un registro de 34,74 min (0,56hr), el cual representa el 19,38% del tiempo total de las demoras. Esta se origina por la falta de mantenimiento preventivo a las maquinarias pesadas.

Por otra parte las demoras ocasionadas por la búsqueda de herramientas y con una duración de 32,22 min (0,54 hr), lo cual representa un 18,69% del tiempo total de las demoras. Esta demora se origina antes de realizar las actividades de mantenimiento, ya que el personal tarda en buscar las herramientas a utilizar en las operaciones de mantenimiento. Otra demora que se puede observar es los asuntos personales, desayuno del personal, entre otras, con un registro de 25,18 min (0,42 hr) lo cual representa un 14,53% del total de las demoras. Esto se debe a que a veces el personal que realiza las actividades de mantenimiento utiliza sus horas de trabajo para realizar asuntos familiares, ir al banco, desayunar, etc.

Por otro lado se tiene la demora ocasionada por la Grúa **BUSYRUS-ERIC**, con un registro de 21,78 min (0,36 hr) y representa el 12,46% del total. Esta demora se origina por la falta de maquinarias pesadas para realizar la actividad de traslado. Es importante acotar que la empresa cuenta con dos unidades como la son la Grúa **GROVE - RT500C** y la Grúa **GROVE TW1012**, pero estas se encuentran inoperativas por falta de mantenimiento mayor.

Por último se tiene la demora ocasionada por la preparación del inicio de la jornada de trabajo, con una duración de 15,18 min (0,25 hr) representando un 8,65% del tiempo total de las demoras. Esta es debido a que el personal antes de ejecutar las operaciones de mantenimiento debe acondicionar el área de trabajo, vestirse con la ropa adecuada, buscar las ordenes de servicios, entre otras.

6.3 Recursos Materiales Utilizados y Faltantes en las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel.

En las distintas etapas que constituyen las operaciones de mantenimiento se requieren de recursos materiales o herramientas para poder elevar la eficiencia y eficacia de las actividades de mantenimiento del Taller Central. A continuación se presenta en la Tabla N° 6.17, los recursos materiales o herramientas utilizadas y las faltantes para ejecutar las operaciones de mantenimiento de los motores Detroit Diesel durante el periodo de estudio. Es importante acotar que las herramientas utilizadas son propiedad del personal del Taller Central.

Tabla N° 6.17: Recursos Materiales Utilizados y Faltantes en las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel.

Herramientas	Características	Marca	Cantidad (unid)	Faltante (unid)
Juego de Dados	(4, 4.5, 5, 5.5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13) mm.	STANLEY	10	3
	(9/2, 5/16, 11/32, 3/8, 13/32, 7/16, 15/32, 1/4, 1/2) pulg.	STANLEY	9	2
Juegos de Llaves Múltiples	(4, 4.5, 5, 5.5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13) mm.	STANLEY	12	4
	(9/2, 5/16, 11/32, 3/8, 13/32, 7/16, 15/32, 1/4, 1/2) pulg.	STANLEY	9	3
Llave de Tubo	(15, 40) pulg.	STANLEY	2	0
Alicate de Presión	10 pulg.	STANLEY	3	1
Llave Ajustable	30 pulg.	STANLEY	2	0
Juego de Destornilladores de Pala y Estrías	Juego de 10 Destornilladores de Medidas Corrientes	STANLEY	10	2
Torquímetro	1/4" - 2.8 a 16.4 Nm	Por Definir	1	0
Juegos de Llaves Allen	(1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 5.5, 6, 8, 10) mm.	STANLEY	10	3
	(1/16, 5/64, 3/32, 1/8, 5/32, 3/16, 7/32, 1/4, 5/16, 3/8) Pulg.	STANLEY	10	2
Eslinga	Guayas de Material Metálico	-	4	0
Señoritas	-	AKG	3	1
		TOTAL	85	21
Implementos de Seguridad	Características	Marca	Cantidad (Par)	Faltantes (Par)
Botas de Seguridad	Bota de Seguridad Piel Negra. Tallas: 38/42	PANTER	7	1
Bragas	Mangas Cortas o Largas con Cierre Central. Tallas: 38/42	PANTER	7	0
Extintores	Extintores a Base de Polvo Químico ABC de Ø 3" 1-10 kg.	MELISAM	6	2
		TOTAL	20	3

Vehículos y/o Maquinaria Pesada	Características	Marca	Cantidad (unid)	Faltante (unid)
Grúa BUSYRUS-ERIC	75 Ton.	BUSYRUS-ERIC	3	2
Puente Grúa	25 Ton.	CATERPILLAR	1	0
		TOTAL	4	2
Repuestos	Características	Marca	Cantidad (unid)	Faltante (unid)
Válvulas de Admisión y de Escape	Ver Manual del Fabricante de los Motores Detroit Diesel	TRW	56	12
Inyectores	Ver Manual del Fabricante de los Motores Detroit Diesel	BOSCH	56	8
Camisas de Cilindros	Ver Manual del Fabricante de los Motores Detroit Diesel	DETROIT DIESEL	56	4
Culatas	Ver Manual del Fabricante de los Motores Detroit Diesel	DETROIT DIESEL	8	0
Pistones	Ver Manual del Fabricante de los Motores Detroit Diesel	FP DIESEL	56	6
Árbol de Levas	Ver Manual del Fabricante de los Motores Detroit Diesel	DETROIT DIESEL	18	0
Bomba Centrífuga para Agua de Enfriamiento	Ver Manual del Fabricante de los Motores Detroit Diesel	DETROIT DIESEL	18	0
Volante	Ver Manual del Fabricante de los Motores Detroit Diesel	DETROIT DIESEL	18	0
Enfriador Aceite	Ver Manual del Fabricante de los Motores Detroit Diesel	DETROIT DIESEL	18	0
Enfriador Agua	Ver Manual del Fabricante de los Motores Detroit Diesel	DETROIT DIESEL	18	0
Filtros de Combustible	Ver Manual del Fabricante de los Motores Detroit Diesel	ENERGETIC	18	2
Filtros de Aceite	Ver Manual del Fabricante de los Motores Detroit Diesel	ENERGETIC	18	1
Filtros de Aire Centrífugo	Ver Manual del Fabricante de los Motores Detroit Diesel	ENERGETIC	18	0
Filtros de Lubricante de Aire Húmedo	Ver Manual del Fabricante de los Motores Detroit Diesel	ENERGETIC	18	2
Tornillos y Arandelas	(9/2, 5/16, 11/32, 3/8, 13/32, 7/16, 15/32, 1/4, 1/2) pulg.	Definido	Definido	0
		TOTAL	394	35

Fuente: Seguimiento a las Actividades Realizadas en el Taller Central

6.4 Determinar las Horas-Hombres Requeridas y la Fuerza Laboral Necesaria para las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel.

Para el cálculo de la fuerza laboral necesaria para el cumplimiento de las operaciones de mantenimiento de los motores Detroit Diesel se utiliza la siguiente información:

- ✚ La jornada de trabajo es de 8 horas - hombres al día, 40 hora a la semana, cinco (05) días laborales o efectivos de trabajo a la semana.
- ✚ La jornada de trabajo para un (01) año es de 52 semanas al año, pero teniendo en cuenta que el personal tiene (05) semanas de vacaciones al año, se tiene entonces una jornada efectiva de trabajo de 47 semanas al año.
- ✚ Por último la frecuencia de las actividades se dedujo a partir de los registros, reportes y planes llevados a cabo por el Departamento de Programación y Control, así como también de las entrevistas llevadas a cabo al personal que realiza el trabajo.

6.4.1 Cálculo de las Horas-Hombres Requeridas.

El cálculo de las horas-hombres de mantenimiento, se obtuvieron en función de las actividades que realizan el personal del Taller Central y los tiempos de duración que se obtuvieron de la medición de las operaciones estudiadas.

A continuación se muestra la Tabla N° 6.18 los resultados totales de las horas-horas de mantenimiento anuales de los motores Detroit Diesel Serie L-92.

Tabla N° 6.18: Horas Hombres/Año de las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Serie L-92.

OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	T _E (min.)	Frecuencia	N° de Personas	Carga de Trabajo (min-h/año)	Carga de Trabajo (h-h/año)
Desmontaje de los Motores Detroit Diesel de las Salas de Máquinas.	379,00	6 Veces/Año	7	15.918,00	265,30
Realizar el Mantenimiento a los Motores Detroit Diesel.	10.696,00	6 Veces/Año	7	449.232,00	7.487,20
Montaje de los Motores Detroit Diesel en las Salas de Máquinas.	422,00	6 Veces/Año	7	17.724,00	295,40
TOTAL				482.832,00	8.047,90

Fuente: Seguimiento a las Actividades Realizadas en el Taller Central.

A continuación se muestra la Tabla N° 6.19 los resultados totales de las horas-horas de mantenimiento anuales de los motores Detroit Diesel Serie V-92.

Tabla N° 6.19: Horas Hombres/Año de las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Serie V-92.

OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	T _E (min.)	Frecuencia Normal	N° de Personas	Carga de Trabajo (min-h/año)	Carga de Trabajo (h-h/año)
Desmontaje de los Motores Detroit Diesel de las Salas de Máquinas.	379,00	6 Veces/Año	7	15.918,00	265,30
Realizar el Mantenimiento a los Motores Detroit Diesel.	10.981,00	6 Veces/Año	7	461.202,00	7.686,70
Montaje de los Motores Detroit Diesel en las Salas de Máquinas.	422,00	6 Veces/Año	7	17.724,00	295,40
TOTAL				494.844,00	8.247,40

Fuente: Seguimiento a las Actividades Realizadas en el Taller Central.

A continuación se muestra el total de horas hombres requeridas para el cumplimiento de las operaciones de mantenimiento de los motores Detroit Diesel Serie L-92 y Serie V-92 respectivamente.

$$H - H_{\text{Requeridas}} / \text{año} = 8.047,90H - H / \text{año}$$

$$H - H_{\text{Requeridas}} / \text{año} = 8.247,40H - H / \text{año}$$

Ahora se muestran las horas hombres disponibles:

$$H - H_{Disponible} = 40 \frac{hr}{sem} \times 47 \frac{sem}{año} = 1.880 \frac{hr}{año}$$

$$H - H_{Disponible} = 1.880 \frac{hr}{año}$$

6.4.2 Cálculo de la Fuerza Laboral.

El cálculo de la mano de obra requerida para el Taller Central se utilizó la ecuación 3.7 descrita en el Capítulo III, la cual expresa la relación de las horas utilizadas en el año por las horas disponibles en el año por persona, permitiendo obtener la fuerza laboral para la ejecución de las operaciones de mantenimiento de los motores Detroit Diesel.

✚ Fuerza Laboral Para los Motores Detroit Diesel Serie L-92.

$$F_L = \frac{H - H_{Requeridas}}{H - H_{Disponible}} \Rightarrow F_L = \frac{8.047,90H - H / año}{1.880H / año} \Rightarrow F_L = 4,28H$$

$$F_L = 5Hombres$$

✚ Fuerza Laboral Para los Motores Detroit Diesel Serie V-92.

$$F_L = \frac{H - H_{Requeridas}}{H - H_{Disponible}} \Rightarrow F_L = \frac{8.247,40H - H / año}{1.880H / año} \Rightarrow F_L = 4,39H$$

$$F_L = 5Hombres$$

De los resultados obtenidos anteriormente se presenta a continuación la Tabla N° 6.20, la comparación de la situación actual del personal de mantenimiento con los resultados arrojados de la fuerza laboral requerida para realizar las operaciones de mantenimiento. Es importante acotar que el personal óptimo se distribuirá de acuerdo a lo establecido por la División de Mantenimiento.

Tabla N° 6.20: Comparación de la Fuerza Laboral Actual con la Requerida.

Taller Central	Actual	Óptima	Diferencia
Supervisor	01	01	0
Mecánicos-Motoristas	02	04	+2
Electricistas	01	01	0
Ayudantes	02	03	+1
Operador de Grúa	01	01	0
Total	7	10	+3

Fuente: Seguimiento a las Actividades Realizadas en el Taller Central

Como se puede observar en la Tabla N° 6.20, existe una diferencia de tres (03) personas entre la fuerza laboral actual con la fuerza laboral óptima o requerida, generando un total de diez (10) personas para cumplir con las operaciones de mantenimiento de los motores Detroit Diesel.

6.5 Resultados Obtenidos en la Optimización de las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel de las Unidades Múltiples.

De los resultados obtenidos a lo largo del estudio de métodos y tiempo de las Operaciones de mantenimiento de los Motores Detroit Diesel de las Unidades Múltiples, se presenta a continuación la Tabla N° 6.21 y la Tabla N° 6.22, el tiempo estándar total de cada una de las actividades llevadas a cabo en el seguimiento realizado en el Taller Central de la División de Mantenimiento y la fuerza laboral requerida para realizar las operaciones de mantenimiento.

Tabla N° 6.21: Tiempo Estándar Total de las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel.

OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	Tiempo Estándar Motores Serie L-92 (min.)	Tiempo Estándar Motores Serie V-92 (min.)
Desmontaje de los Motores Detroit Diesel de las Salas de Máquinas.	337,00	337,00
Realizar el Mantenimiento a los Motores Detroit Diesel.	10.696,00	10.981,00
Montaje de los Motores Detroit Diesel en las Salas de Máquinas.	422,00	422,00
Demoras Inevitables.	36,96	36,96
TOTAL	11.491,96	11.776,96

Fuente: Seguimiento a las Actividades Realizadas en el Taller Central.

Tabla N° 6.22: Fuerza Laboral Requerida para la Ejecución de las Operaciones de Mantenimiento.

Taller Central	Fuerza Laboral Óptima
Supervisor	01
Mecánicos-Motoristas	04
Electricistas	01
Ayudantes	03
Operador de Grúa	01
Total	10

Fuente: Seguimiento a las Actividades Realizadas en el Taller Central

CAPÍTULO VII

SITUACIÓN PROPUESTA

Mediante este apartado se expusieron acciones cuya aplicación permitirán alcanzar la mejora sustancial de la situación que se describió en Capítulos anteriores en la que afecta al Taller Central de la División de Mantenimiento. Es importante acotar que la ejecución de las actividades citadas a continuación debe estar acompañada del apoyo de la Gerencia Canal del Orinoco y la colaboración del personal que sea asignado a la aplicación de esta propuesta.

7.1 Mejora de la Efectividad de las Operaciones de Mantenimiento.

Las acciones más importantes a tomar para la mejora de la efectividad de las operaciones de mantenimiento, se mencionan a continuación:

7.1.1 Planificación de las Operaciones de Mantenimiento.

- ✚ Redefinir la planificación enfocada hacia un objetivo de reparar en vez de esperar, esto es apoyar el trabajo que se realiza en Taller junto con estudios que permitan anticiparse a las fallas y demoras.
- ✚ Realizar estudios tales como las condiciones de trabajo, la cantidad de equipos en existencia actual, estudios de la cantidad de repuestos que ingresan al Taller, etc. Este tipo de estrategia permitirá planificar un mantenimiento sobre bases reales de la situación de Empresa y prever en oportunidad, personal y recursos las operaciones futuras. Para establecer esta estrategia es necesario contar con el apoyo de la Gerencia Canal del Orinoco para el inicio de actividades de investigación.

- ✚ Realizar la planificación de trabajo de la grúa **BUSYRUS-ERIC** para disminuir las demoras en las operaciones de mantenimiento, puesto que no existe coordinación y planificación por parte de las otras Divisiones de la Empresa y los operadores en el momento de cargar y descargar los equipos, materiales, entre otros, y así distribuir los tiempos y disminuir las demoras causadas por la espera de dicha grúa.
- ✚ Elaborar y Ejecutar un Programa de Mantenimiento Mayor a las Grúas **GROVE RT500C** y **GROVE TW1012**, ya que se encuentran inoperativas y así se toma en cuenta la propuesta mencionada en el punto anterior de disminuir las demoras causadas por la espera de grúas.

7.1.2 Control de las Operaciones de Mantenimiento.

- ✚ Llevar un proceso controlado de todos los registros, reportes y planes de todas las operaciones de mantenimiento para así llevar toda la mayor información de las operaciones documentada, para esto se debe rellenar unos formatos respectivos con información veraz, para más adelante poder utilizar esta información para la toma de decisiones.
- ✚ Teniendo como base la anterior recomendación es necesario tener un registro de las operaciones de cada uno de los motores que son reparados o gestionados en el Taller Central, de manera de agilizar la toma de decisiones futura para reparaciones similares o eliminación de fallas recurrentes que afectan los procesos de producción, como lo es la conservación del Canal de Navegación del Río Orinoco.

7.1.3 Recursos.

En este apartado es necesario destacar la importancia de los recursos en la ejecución de las operaciones de mantenimiento ya que de estos depende en gran medida la calidad de la reparación, así estas recomendaciones aplican para todos los elementos que componen el aspecto Recursos y aquellos puntuales que se mencionan a continuación.

- ✚ Realizar un inventario de herramientas que posea el Taller Central, bien sea las utilizadas o las faltantes utilizadas por el personal, verificando y registrando el estado actual de cada una de ellas.
- ✚ Adquisición de equipos, herramientas e instrumentos necesarios en cantidad racional o necesaria para la buena ejecución de las actividades del mantenimiento.
- ✚ Adquisición de nuevos motores de tecnología de punta para así ir renovando los existentes, ya que los que están actualmente se encuentran en su última etapa de su ciclo de vida y es indispensable que se adecue a las exigencias cada vez mayor de mejores equipos y de tecnologías existentes en el mercado.
- ✚ Llevar hojas de control de uso que refleje a medida que transcurre el tiempo la vida útil de cada equipo, herramientas e instrumentos existentes en el Taller Central de la División de Mantenimiento, de manera de prever el cambio a tiempo de alguno de ellos ya que los tiempos de cotización, adquisición y entrega de los proveedores son sumamente largos, o de evitar accidentes en caso de deterioro que produzca riesgos en su utilización.
- ✚ Capacitar al personal que labora directamente con las maquinarias, herramientas e instrumentos, sobre todo si estos son de utilización de alto riesgo, de forma que se eviten accidentes, daños a los equipos o daños a piezas.

- ✚ Dar charlas constantemente de los métodos y procedimientos para la ejecución de las operaciones mantenimiento, operación de los equipos, herramientas e instrumentos especiales.
- ✚ Inventariar constantemente los recursos que se encuentran en el Taller, para hallar algún déficit, identificar robo, deterioro o pérdida y mantener un registro actualizado de los recursos.
- ✚ Aplicar un método de organización adecuado para el resguardo de Herramientas, instrumentos, piezas, repuestos, accesorios, etc.
- ✚ Proveer cajas especiales o gavetas debidamente aseguradas para el almacenamiento de instrumentos, herramientas, repuestos, accesorios y piezas para el adecuado resguardo de estos.
- ✚ Analizar los niveles de estudios del personal y proponer un planificador que posea conocimientos de campo y optimice así de una manera más efectiva las operaciones de mantenimiento de los motores Detroit Diesel a un nivel más profundo, proponiendo cambios programados.
- ✚ Realizar continuamente planes de supervisión en todas las áreas del Taller Central para determinar cuales son los problemas o causas que afectan al proceso de las operaciones de mantenimiento.
- ✚ Llevar un inventario de consumo y tener un stock de reserva de artículos de papelerías tales como: Hojas, Cartuchos de Impresora, Talonarios de Órdenes, Talonarios de Reportes, etc., para los casos de emergencias.

7.2 Adquisición de Nuevos Motores Detroit Diesel.

7.2.1 Actividades Realizadas a las Unidades Múltiples.

Para obtener la cantidad de motores que debe adquirir la Empresa, primero se debe realizar una descripción de las actividades que se le realizan a las unidades múltiples y de las operaciones de mantenimiento de los motores Detroit Diesel tanto de la Serie L-92 como de la Serie V-92, y para eso se debe considerar la siguiente premisa:

- ✚ El seguimiento se realizó sólo a aquellas unidades en los cuales sus motores se encuentran inoperativos, en este caso sólo a nueve (09) motores y que los demás motores restantes son los que están operativos o ya se les hicieron las operaciones de mantenimiento en meses anteriores.

7.2.2 Tiempo Promedio de Duración de las Actividades.

Se ha determinado estableciendo un promedio de tiempo (en minutos) a través de las mediciones obtenidas del estudio de métodos realizado durante ocho (08) semanas a las actividades de los motores Detroit Diesel de las unidades múltiples, las cuales fueron clasificadas según el criterio General Electric, dando esto como resultado el tamaño de la muestra y el tiempo promedio de las actividades; un resumen de estos resultados se muestran en la Tabla N° 7.1.

Tabla N° 7.1: Tiempo Promedio de las Actividades de Mantenimiento.

Actividades	Tiempo Promedio (Min)	Tamaño de la Muestra
Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel Serie L-92	6.550,91	6
Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel Serie V-92	6.728,66	3

Fuente: Seguimiento a las Actividades de los Motores Detroit Diesel.

7.2.3 Frecuencia de las Actividades Realizadas a los Motores Detroit Diesel.

La frecuencia de las actividades se ha deducido a partir de los registros, reportes y planes llevados a cabo por el Departamento de Programación y Control, así como también de las entrevistas llevadas a cabo al personal que realiza el trabajo.

Como se pudo observar en el capítulo anterior específicamente en la Tabla N° 6.18 y la Tabla N° 6.19, la frecuencia con la que se ejecutó las operaciones de mantenimiento de los motores Detroit Diesel Serie L-92 y Serie V-92, fue de seis (06) veces al año. Esta frecuencia se debe a que estos motores por ser unos equipos viejos y su vida útil está por cumplirse, se le debe realizar mantenimiento preventivo cada cierto tiempo para poder alargar su ciclo de vida.

7.2.4 Demoras Inevitables e Evitables Observadas en los Motores Detroit Diesel de las Unidades Múltiples.

7.2.4.1 Demoras Inevitables.

Estas demoras inevitables observadas son las mismas que se presentaron en el seguimiento realizado a las operaciones de mantenimiento explicado anteriormente en el punto 6.2.2.1 (Ver Tabla N° 7.2).

Tabla N° 7.2: Demoras Inevitables en las Operaciones de Mantenimiento.

Demoras Inevitables.	Tiempo Medio (min.)	Tiempo Medio (min/año)	% Demoras Evitables
Preparación del Inicio de la Jornada de Trabajo.	15,18	91,08	3,16
Espera por Grúa BUSYRUS-ERIC.	21,78	130,68	4,54
Total Demoras Inevitables.	36,96	221,76	7,70

Fuente: Seguimiento a las Actividades Realizadas en el Taller Central.

7.2.4.2 Demoras Evitables.

Estas demoras evitables observadas son las mismas que se presentaron en el seguimiento realizado a las operaciones de mantenimiento explicado anteriormente en el punto 6.2.2.2 (Ver Tabla N° 7.3).

Tabla N° 7.3: Demoras Evitables en las Operaciones de Mantenimiento.

Demoras Evitables.	Tiempo Medio (min.)	Tiempo Medio (min/año)	% Demoras Evitables
Demoras en la Realización de las Órdenes de Servicios.	43,51	261,06	9,06
Búsqueda de Herramienta y Equipos	32,22	193,32	6,71
Falla Mecánica de la Grúa BUSYRUS-ERIC.	34,74	208,44	7,24
Asuntos Personales, Desayuno del Personal del Taller, Otras.	25,18	151,08	5,25
Total Demoras Evitables.	135,65	813,90	28,26

Fuente: Seguimiento a las Actividades Realizadas en el Taller Central.

7.2.5 Requerimientos de los Motores Detroit Diesel.

A continuación se realizan los cálculos correspondientes a la carga de trabajo y el requerimiento de los motores Detroit Diesel. Para este fin se emplea en primer lugar el tiempo promedio seleccionado, al igual que la frecuencia, para que seguidamente calcular el Tiempo Total de Trabajo y Atención de los motores durante sus operaciones de mantenimiento. (Ver Tabla N° 7.4).

Tabla N° 7.4: Tiempo Total de Trabajo y Atención.

Actividades	Frecuencia	Tiempo Promedio (min)	T.T.T.A (min/año)
Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel Serie L-92	6 Veces/Año	6.550,91	39.305,46
Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel Serie V-92	6 Veces/Año	6.728,66	40.371,96
Total			79.677,42

Fuente: Seguimiento a las Actividades de los Motores Detroit Diesel.

A continuación se determina el Tiempo Total de Trabajo (T.T.T), que no es más que el tiempo de la jornada de uso de los motores, el cual está dado por la relación siguiente:

$$T.T.T = 8 \frac{hr}{día} \times 60 \frac{min}{hr} \times 329 \frac{días}{año} \Rightarrow T.T.T = 157.920 \frac{min}{año}$$

Finalmente se determina cuál es el requerimiento de motores Detroit Diesel tomando en cuenta el Tiempo Total Inactivo correspondiente a todas las demoras inevitables; aplicando las ecuaciones 3.8 y 3.9.

$$R = \frac{79.677,42}{157.920,00 - 221,76} \Rightarrow R = 5,46 \quad R = 6 \text{ Motores}$$

De acuerdo a los resultados obtenidos de las actividades realizadas a las unidades múltiples, se puede decir que la Empresa tiene un requerimiento de equipo de 5,46; es decir, seis (06) motores Detroit Diesel, todo esto para dotar a las unidades múltiples de motores de nueva tecnología y así solventar el problema de las demoras y la inoperatividad de las Unidades Múltiples.

CONCLUSIONES

Tras la realización de este estudio de Optimización de las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel de la Empresa I.N.C. Gerencia Canal del Orinoco, se pueden formular las siguientes conclusiones:

1. Las demoras que presentan mayor tiempo de retardo y son las más consecuentes en las operaciones de mantenimiento y de cualquier otra actividad inherente a la Empresa las constituyen la espera por la aprobación de las órdenes de servicios y la espera por los repuestos necesarios para el mantenimiento, debido a la falta de autonomía por parte de la Gerencia Canal del Orinoco.
2. La falta de materiales, herramientas y la baja disponibilidad de los repuestos durante las jornadas de trabajo es la causa que influye directamente a que no se ejecuten de manera eficiente.
3. La falta de incentivos otorgados por parte de la empresa, influye en el desarrollo de las actividades, trayendo como consecuencias que el personal adopte una conducta de trabajo con poca iniciativa e irregular.
4. Con la incorporación de personal mecánico y ayudante, disminuiría la fatiga de estos en su jornada de trabajo, aunado a que disminuiría la demora por falta de personal en el Taller Central.
5. La falta de claridad en las políticas para la planificación y la ejecución del mantenimiento, las debilidades en el control y la evaluación interno del proceso de reparación, y la inadecuada gestión de los recursos de la División de Mantenimiento, son los aspectos que afectan negativamente en la efectividad de la Gestión de la Gerencia Canal del Orinoco.

RECOMENDACIONES

Basándose en el estudio realizado a todas las etapas que comprenden las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel y en las conclusiones obtenidas se recomienda las siguientes alternativas:

1. Implantar de una manera inmediata los estándares de tiempo calculados en esta investigación a las operaciones de mantenimiento de los Motores Detroit Diesel y llevar a cabo el respectivo control de cumplimiento.
2. Realizar un estudio de factibilidad para ver si es rentable desde el punto de vista económico la incorporación de nuevos motores para las unidades.
3. Realizar un estudio económico para ver si existe la posibilidad de aumentar la fuerza laboral requerida para las ejecutar las operaciones de mantenimiento de los motores Detroit Diesel de siete (07) personas que están actualmente a diez (10) personas.
4. Realizar un estudio de las funciones y responsabilidades del Personal del Instituto Nacional de Canalizaciones, de manera de constatar la capacidad de cada uno respecto a su carga de trabajo asignada y así de esta forma redefinir las funciones para lograr la mejora del cumplimiento de las actividades de la Empresa.
5. Mejorar las condiciones de trabajo en todas las áreas que conforman el Taller Central, específicamente la limpieza, implementando programas de limpieza en el área, sobre todo en la zona de mantenimiento, por presentar condiciones inseguras al personal que labora por la presencia de grasa, aceites, gasoil, etc.
6. Crear programas de incentivos y de entrenamiento que permita a los mecánicos familiarizarse con los métodos y procedimientos de trabajos que permita la ejecución eficaz de las operaciones de mantenimiento, el uso y manejo de los equipos y herramientas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson R. (1983). *Organización y Métodos*. Editorial EDAF. (2^{da} Ed.). Madrid, España.
- Berdeguer, A. (1947). *Estiba y Maniobra de Buques*. Apuntes prácticos del piloto. (1^{ra} Ed.). Editorial Gustavo GILI S.A. Barcelona, España.
- Fernández (2.001). *Tiempo Estándar*. [Pág. en línea]. Disponible: <http://www.auyantepuy.com/web/tiempoestandar>. [Consulta: 2006, Octubre 08].
- Gamboa, N. (2000). *Estandarización y Determinación de la Fuerza Laboral de las Actividades Programadas de Mantenimiento, en el Área de Patio de Distribución, del Departamento de Servicios Generales de Planta Guri, C.V.G EDELCA. Práctica Profesional*. Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, Puerto Ordaz.
- Grimaldi, W. y Simonds, E. (1985) *El Mantenimiento Industrial y su Administración*. (1^{ra} Ed.). México: Alfaomoga.
- Gómez, R. (1.991). *Estudio del Trabajo*. (2^{da} Ed). Mc Graw –Hill. México.
- Hernández, R. (1.991). *Metodología de la Investigación*. (3^{ra} Ed). México: Editorial Mc Graw Hill.
- Instituto Nacional de Canalizaciones. [Página Web en línea]. Disponible: <http://www.incanal.gov.ve> [Consulta: 2006, Agosto 25].
- Maynard, H. (1996). *Manual del Ingeniero Industrial*. Editorial Mc Graw – Hill. (4^{ta} Ed.)

- Medrano, N. (2005). *Manual de Normas y Procedimientos para realizar el Mantenimiento Correctivo de los Motores Detroit Diesel ubicados en el Taller Central del I.N.C Gerencia Canal del Orinoco*. Practica Profesional. Universidad Católica “Andrés Bello”, Puerto Ordaz.
- Moubray (1.997). *Evolución del Mantenimiento*. [Pág. en línea]. Disponible: <http://www.monografía.com/web/evolución/mantenimiento>. [Consulta: 2006, Octubre 08].
- Niebel, B. (1.996). *Ingeniería Industrial: Métodos, Tiempo y Movimientos*. (9^{na} Ed). México: Alfa omega.
- Rengifo, V. (2006). *Elaboración y Ejecución de un Programa de Mantenimiento para la Recuperación de la Lancha de Servicios, Sondeo, Hidrografía y Transporte de Personal y Material LM – 02, Perteneciente al Instituto Nacional de Canalizaciones Gerencia Canal del Orinoco Puerto Ordaz Estado Bolívar*. Practica Profesional. Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, Puerto Ordaz.
- Rojas de N., R. (1997). *Orientaciones Prácticas para Elaboración de Informes de Investigación*. (2^{da} Ed.) UNEXPO. Vice - Rectorado Puerto Ordaz.
- Yegreth, M. (2002). *Estandarización de las Actividades de Mantenimiento y Determinación de la Fuerza Laboral Real del Departamento de Servicios Generales de Planta Guri, C.V.G EDELCA*. Trabajo de Grado. Universidad Nacional Experimental de Guayana, Puerto Ordaz.
- Zapata, C. (2004). *Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo para Las Bombas Auxiliares de la Draga Río Orinoco*. Practica Profesional. Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, Puerto Ordaz.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- ✚ **ÁRBOL DE LEVAS:** Transforman un movimiento circular en uno rectilíneo alternativo.
- ✚ **BABOR:** Es la parte izquierda de una embarcación.
- ✚ **BOMBAS DE COMBUSTIBLE:** Impulsan y transportan el combustible.
- ✚ **CABO:** Son las cuerdas que se emplean a bordo de las embarcaciones.
- ✚ **CIGÜEÑAL:** Este eje funciona para convertir los movimientos para arriba y abajo generados por la carrera de combustión de los pistones en cada uno de los cilindros en movimientos rotatorios. El cigüeñal también trabaja para generar movimientos continuos para suministrar movimiento a los pistones en las otras carreras.
- ✚ **CILINDROS:** Piezas huecas, interiormente cilíndricas, por donde se desplaza el pistón.
- ✚ **COJINETES DE BANCADA:** Los cojinetes de bancada son montados en la parte de apoyo, la cual viene a ser el centro de la rotación del cigüeñal, y donde las bielas conectan a los pistones y cigüeñal. Ellos funcionan para facilitar la rotación así como también para prevenir el desgaste
- ✚ **COJINETES DE BIELA:** Esta funciona para transmitir la fuerza recibida por el pistón al cigüeñal
- ✚ **ESLORA:** Es la longitud del eje longitudinal del barco.
- ✚ **ESTRIBOR:** Es la parte derecha de una embarcación.
- ✚ **FILTROS DE ACEITE:** Despejan el aceite de lubricación de un motor de carbonilla y limaduras metálicas.


- ✚ **FILTROS DE COMBUSTIBLE:** Los filtros de combustible retienen las partículas y el agua del combustible, asegurando que sólo ingrese en el motor.
- ✚ **HIDROGRAFÍA:** Ciencia que estudia las aguas marinas y continentales.
- ✚ **INYECTORES:** Dispositivos que se utilizan para pulverizar el combustible e introducirlo en las cámaras de combustión de los motores Diesel.
- ✚ **MAMPAROS:** Son aquellos que subdividen el casco en varios compartimientos, aumentando su rigidez y resistencia para evitar que en caso de avería, el agua no se comunique de un compartimiento a otro.
- ✚ **MANGA:** Es la anchura del barco.
- ✚ **PISTONES:** Piezas maciza que se mueven en el interior del cilindro para comprimir un fluido o recibir movimiento de él.
- ✚ **POPA:** Es la parte trasera del buque.
- ✚ **PROA:** Es la parte delantera de un buque.
- ✚ **PUNTAL:** Es la altura de un buque medida sobre la perpendicular media.
- ✚ **SONDEO:** Procedimiento que sirve para medir la profundidad y naturaleza del fondo de cualquier cosa.
- ✚ **VÁLVULAS DE ADMISIÓN:** Regulan el gas carburante que llega a los cilindros de un motor.
- ✚ **VÁLVULAS DE ESCAPE:** Regulan la salida de los gases que se forman en los cilindros.
- ✚ **VOLANTE:** Rueda grande y pesada de un motor que transmite movimiento al resto de los elementos componentes del mismo.

Anejos

Anexo A: Motores en Total Estado de Deterioro.



Anexo B: Orden o Solicitud de Servicio



INSTITUTO NACIONAL DE CANALIZACIONES
SOLICITUD DE SERVICIO

N° _____

Región: Solicitado por: (Nombre e iniciales)	Unidad: Verificado presupuesto	Cargo a Cta.	Fecha: D M A
Servicio Solicitado:			Fecha Requerido: D M A
<input type="checkbox"/> Fabricar	<input type="checkbox"/> Reparar	<input type="checkbox"/> Puntar	<input type="checkbox"/> Desmontar
<input type="checkbox"/> Publicar	<input type="checkbox"/> Transmisión	<input type="checkbox"/> Despejar	<input type="checkbox"/> Transportar

Especificaciones y características del trabajo:

Entregar a: (Cargo y Sección)	Orden de Servicio N°	<input type="checkbox"/> Trabajo Focalizado por Técnicos Opto. Usuario
	Comprador Cof.	<input type="checkbox"/> Trabajo Focalizado por Compras
Para ser usado por la Sección de Compras		Nombre del Técnico
Proveedor:	<input type="checkbox"/> Mejor Calidad <input type="checkbox"/> Mejor Precio <input type="checkbox"/> Único costo	Seleccionado por: <input type="checkbox"/> Único en Mercado <input type="checkbox"/> Precios históricos <input type="checkbox"/> Uso emergencia
Observaciones:		<input type="checkbox"/> Tiempo de entrega <input type="checkbox"/> Mejor servicio <input type="checkbox"/> Perfil de compras

Firma Autorizada
Opto. Usuario

Firma Autorizada
Opto. Financas

Cuenta Firma Autorizada

Forma N° M-010 (3-87) ORIGINAL: COMPRAS ARCHIVO CORRELATIVO pPg. -8373-8-47

Anexo C: Herramientas Utilizadas.



Anexo D: Grúa BUSYRUS-ERIC



Anexo E: Puente Grúa del Taller Central



Anexo F: Instalaciones del Taller Central.



Anexo G: Condiciones de Trabajos Inapropiadas e Inseguras.



Anexo H: Condiciones de Trabajo Desfavorable e Inseguras.



Anexo L: Estante.



Anexo I: Formato de Toma de Tiempos de la Operaciones de Desmontaje de los Motores
Detroit Diesel de las Salas de Máquinas de las Unidades Múltiples

Actividad	Tiempo (min)	Actividad	Tiempo (min)	Actividad	Tiempo (min)	Actividad	Tiempo (min)
Traslado de los Motores Desde la Sala de Maquinas de la Unidad Hasta el Área del Taller Central.	26,11	Traslado de los Motores Desde la Sala de Maquinas de la Unidad Hasta el Área del Taller Central.	12,08	Verificación de las Condiciones de los Motores Detroit Diesel	16,11	Desarme de los Accesorios y Equipos de los Motores Detroit Diesel	184,54
	31,20		14,25		19,04		174,01
	25,50		17,36		12,48		149,45
	28,45		13,50		15,32		218,22
	29,15		16,21		17,16		146,14
	18,58		19,01		10,56		195,33
	27,16		16,26		11,24		165,13
	20,38		15,50		13,39		198,59
22,36	12,34	14,51	213,56				
TOTAL	228,89	TOTAL	136,51	TOTAL	129,81	TOTAL	1.645,02
T.P.S	25,43	T.P.S	15,17	T.P.S	14,42	T.P.S	182,78

Anexo J: Formato de Toma de Tiempos de las Operaciones de Mantenimiento de los Motores Detroit Diesel de las Unidades Múltiples.

Serie L-92

Actividad	Tiempo (min)	Actividad	Tiempo (min)	Actividad	Tiempo (min)	Actividad	Tiempo (min)	Actividad	Tiempo (min)	Actividad	Tiempo (min)
Culatas	236,22	Inyectores	228,04	Volante	981,24	Camisas de Cilindros	1.618,28	Pistones	1.376,29	Válvulas de Admisión y de Escape.	216,54
	262,20		239,28		995,30		1.968,59		1.498,07		232,32
	247,31		229,24		1.018,16		1.994,31		1.522,39		238,41
	254,09		245,17		1.022,25		2.024,29		1.552,47		213,37
	241,33		240,17		966,02		1.758,04		1.393,12		225,21
	230,16		234,42		990,56		1.930,16		1.456,24		237,48
TOTAL	1.471,31	TOTAL	1.416,56	TOTAL	5.973,33	TOTAL	11.293,67	TOTAL	8.798,58	TOTAL	1.363,33
T.P.S	245,22	T.P.S	236,09	T.P.S	995,59	T.P.S	1.882,28	T.P.S	1.466,43	T.P.S	227,22

Actividad	Tiempo (min)	Actividad	Tiempo (min)	Actividad	Tiempo (min)	Actividad	Tiempo (min)	Actividad	Tiempo (min)
Árbol de Levas	1.445,44	Bomba Centrífuga para Agua de Enfriamiento	33,01	Enfriador Aceite y Enfriador Agua	40,14	Filtros de Combustible, de Aceite Lubricante de Aire Húmedo y Centrífugo	25,17	Prueba de Arranque	6,07
	1.274,42		29,46		37,43		22,43		5,47
	1.541,27		36,38		45,39		29,07		4,58
	1.511,19		32,41		28,48		24,51		5,35
	1.486,37		34,30		24,56		27,34		5,17
	1.132,56		29,50		48,28		22,50		6,24
TOTAL	8.391,25	TOTAL	195,06	TOTAL	218,28	TOTAL	151,02	TOTAL	32,88
T.P.S	1.398,54	T.P.S	32,51	T.P.S	36,38	T.P.S	25,17	T.P.S	5,48

Serie V-92

Actividad	Tiempo (min)	Actividad	Tiempo (min)	Actividad	Tiempo (min)	Actividad	Tiempo (min)	Actividad	Tiempo (min)	Actividad	Tiempo (min)
Culatas	254,21	Inyectores	287,19	Volante	1.002,20	Camisas de Cilindros	2.001,33	Pistones	1.382,58	Válvulas de Admisión y de Escape.	287,34
	215,54		297,21		957,39		1.977,02		1.651,46		280,56
	245,51		283,32		987,46		1.839,33		1.484,32		294,42
TOTAL	715,26	TOTAL	867,72	TOTAL	2.947,05	TOTAL	5.827,68	TOTAL	4.518,36	TOTAL	862,32
T.P.S	238,42	T.P.S	289,24	T.P.S	982,35	T.P.S	1.942,56	T.P.S	1.506,12	T.P.S	287,44

Actividad	Tiempo (min)	Actividad	Tiempo (min)	Actividad	Tiempo (min)	Actividad	Tiempo (min)	Actividad	Tiempo (min)
Árbol de Levas	1.429,53	Bomba Centrífuga para Agua de Enfriamiento	36,31	Enfriador Aceite y Enfriador Agua	33,23	Filtros de Combustible, de Aceite Lubricante de Aire Húmedo y Centrífugo	27,31	Prueba de Arranque	5,18
	1.313,48		45,54		31,38		29,16		5,35
	1.385,41		41,18		30,07		28,55		5,01
TOTAL	4.128,42	TOTAL	123,03	TOTAL	94,68	TOTAL	85,02	TOTAL	15,54
T.P.S	1.376,14	T.P.S	41,01	T.P.S	31,56	T.P.S	28,34	T.P.S	5,18

Anexo K: Formato de Toma de Tiempos de la Operaciones de Montaje de los Motores Detroit Diesel
en las Salas de Máquinas de las Unidades Múltiples

Actividad	Tiempo (min)	Actividad	Tiempo (min)	Actividad	Tiempo (min)	Actividad	Tiempo (min)
Traslado de los Motores Detroit Diesel desde el Área del Taller Central Hasta la Sala de Máquinas de la Embarcación.	36,18	Montaje del Motor Detroit Diesel a la Base de la Embarcación.	202,53	Puesta en Marcha de la Embarcación.	16,41	Elaboración del Informe de Finalización del Mantenimiento.	12,19
	35,24		194,21		16,15		15,31
	39,52		184,35		18,22		15,18
	43,41		200,05		15,45		13,26
	37,22		185,14		14,36		14,04
	42,44		191,09		17,50		17,48
	33,45		182,43		-		-
	35,39		187,29		-		-
	38,17		203,24		-		-
TOTAL	341,02	TOTAL	1.730,33	TOTAL	98,09	TOTAL	87,46
T.P.S	37,89	T.P.S	192,26	T.P.S	16,35	T.P.S	14,58

Anexo M: Suplementos y Tolerancias

Márgenes o tolerancias (Oficina Internacional del Trabajo)	
A. Tolerancias constantes:	%
1. Tolerancia personal	5
2. Tolerancia básica por fatiga.....	4
B. Tolerancias variables:	
1. Tolerancia por estar de pie.....	2
2. Tolerancia por posición no normal:	
a. Ligeramente molesta.....	0
b. Molesta (cuerpo encorvado).....	2
c. Muy molesta (acostado, extendido).....	7
3. Empleo de fuerza o vigor muscular (para levantar, tirar de, empujar):	
Peso levantado (kilogramos y libras, respectivamente)	
2,5;5	0
5;10	1
7,5;15	2
10;20	3
12,5;25	4
15;30	5
17,5;35	7
20;40	9
22,5;45	11
25;50	13
30;60	17
35;70	22
4. Alumbrado deficiente:	
a. Ligeramente inferior a lo recomendado	0
b. Muy inferior	2
c. Sumamente inadecuado.....	5
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad)-variables	0-10
6. Atención estricta:	
a. Trabajo moderado fino.....	0
b. Trabajo fino o de gran cuidado.....	2
c. Trabajo muy fino o muy exacto.....	5
7. Nivel de ruido:	
a. Continuo	0
b. Intermitente-fuerte	2
c. Intermitente-muy fuerte.....	5
d. De alto volumen-fuerte.....	5
8. Esfuerzo mental:	
a. Proceso moderadamente complicado	1
b. Proceso complicado o que requiere amplia atención	4
c. Muy complicado	8
9. Monotonía:	
a. Escasa.....	0
b. Moderada.....	1
c. Excesiva.....	4
10. Tedio:	
a. Algo tedioso.....	0
b. Tedioso.....	2
c. Muy tedioso.....	5

Anexo N: Culatas de los Motores Detroit Diesel.



Anexo P: Camisas en Mal Estado.



Anexo O: Inyectores de los Motores Detroit Diesel.



Anexo Q: Pistones de los Motores Detroit Diesel.



Anexo R: Árbol de Leva.



Anexo S: Enfriador Aceite y Enfriador de Agua

