



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO



EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LA
ADQUISICIÓN DE EQUIPOS DE NIVELACIÓN TAMPER Y PLASSER DE
LA SUPERINTENDENCIA DE OPERACIONES FERROVIARIAS DE CVG
FERROMINERA ORINOCO C.A

Autora: Rosario B. Luzbelys Y.

Tutor Industrial: Ing. Oscar Marchan

Tutor Académico: MSc. Ing. Iván Turmero

PUERTO ORDAZ, AGOSTO 2015



**EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LA
ADQUISICIÓN DE EQUIPOS DE NIVELACIÓN TAMPER Y PLASSER DE
LA SUPERINTENDENCIA DE OPERACIONES FERROVIARIAS DE CVG
FERROMINERA ORINOCO C.A**



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO



**EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LA
ADQUISICIÓN DE EQUIPOS DE NIVELACIÓN TAMPER Y PLASSER DE
LA SUPERINTENDENCIA DE OPERACIONES FERROVIARIAS DE CVG
FERROMINERA ORINOCO C.A**

Trabajo de Grado presentado ante el Departamento de Ingeniería Industrial de la UNEXPO Vicerrectorado Puerto Ordaz como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial.

Autora: Rosario Bermúdez Luzbelys Yulieth.
C.I: V-20.036.190

Ing. Oscar Marchan
Tutor Industrial

MSc Ing. Iván Turmero
Tutor Académico

CIUDAD GUAYANA, AGOSTO 2015

ROSARIO BERMUDEZ, LUZBELYS YULIETH.

Informe de Trabajo de Grado

“EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LA ADQUISICIÓN DE EQUIPOS DE NIVELACIÓN TAMPER Y PLASSER DE LA SUPERINTENDENCIA DE OPERACIONES FERROVIARIAS DE CVG FERROMINERA ORINOCO C.A”

146 Pág.

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

Tutor Académico: MSc Ing. Iván Turmero.

Tutor Industrial: Ing. Oscar Marchan.

Ciudad Guayana, Agosto 2015

Capítulos:

- I. El Problema.
 - II. Generalidades de la empresa.
 - III. Marco Teórico.
 - IV. Marco metodológico.
 - V. Situación Actual
 - VI. Análisis y resultados
- Conclusiones
Recomendaciones.
Bibliografía.
Apéndice.



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

Quienes suscriben, miembros del jurado evaluador designados por el Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, Vicerrectorado Puerto Ordaz, para examinar el Informe de Práctica Profesional presentado por la ciudadana Luzbelys Yulieth Rosario Bermúdez con cédula de identidad N° 20.036.190, titulado: **EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LA ADQUISICIÓN DE EQUIPOS DE NIVELACIÓN TAMPER Y PLASSER DE LA SUPERINTENDENCIA DE OPERACIONES FERROVIARIAS DE CVG FERROMINERA ORINOCO C.A**, consideramos que dicho informe cumple con los requisitos exigidos. A tal efecto, lo declaramos **APROBADO**.

En Ciudad Guayana, Puerto Ordaz a los 6 días del mes de Agosto del dos mil quince.

MSc Ing. Iván Turmero
Tutor Académico

Ing. Oscar Marchan
Tutor Industrial

Ing. Marlene Aray.
Jurado evaluador

Ing. Emerson Suarez.
Jurado evaluador



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



TRABAJO DE GRADO

EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LA ADQUISICIÓN DE EQUIPOS DE NIVELACIÓN TAMPER Y PLASSER DE LA SUPERINTENDENCIA DE OPERACIONES FERROVIARIAS DE CVG FERROMINERA ORINOCO C.A

Autora: Luzbelys Rosario

Tutor Académico: MSc Ing. Iván Turmero

Tutor Industrial: Ing. Oscar Marchan

Fecha: Agosto 2015

Resumen

El presente trabajo consistió en un análisis detallado de la gestión de mantenimiento llevada por el taller de equipos ferroviarios a las niveladoras (Tamper y Plasser) de vía férrea de CVG Ferrominera Puerto Ordaz, el cual permite conocer las demoras, disponibilidad y efectividad del comportamiento operacional de las mismas así como las fallas, esta información es útil para justificar la decisión más acertada, ya sea la reparación o adquisición de equipos nuevos; basado en un estudio descriptivo, evaluativo y aplicado, con diseño no experimental de campo. La recolección de la información se realizó empleando técnicas como la revisión de la documentación, observación directa y entrevistas no estructuradas; con estos datos se realizó un estudio estadístico a los sistemas con mayor frecuencia de fallas, se evaluó la norma Covenin 2500-93 (Manual para evaluar los sistemas de mantenimiento en la industria) y los costos de mantenimiento que acarrearán finalmente el estudio indica que estos equipos se encuentran en periodo de desgaste y obsolescencia, además no existe un periodo específico para reemplazar las partes dañadas, por lo que se debe tomar en cuenta la desincorporación.

Palabras claves: Mantenimiento, Niveladora, Tamper, Plasser, Fallas, Factibilidad.

AGRADECIMIENTOS

Gracias Dios, por haberme dado la vida, salud e inteligencia para realizar este proyecto.

A mi madre, Marbelys Bermúdez y padre Gilberto Rosario por ser mi apoyo incondicional, brindarme su amor y dedicación a través de los años.

A mis hermanos Gilberto Rosario y Gilbelys Rosario por formar parte de mi vida y acompañarme en todo momento.

A mi amiga incondicional Oriannys Medrano gracias por la paciencia que me has tenido, por tu cariño, comprensión y por estar allí en todo momento. También a mis amigos, Adon Montaña, José Luis, Ligia Medina, Arianna Olivares, Marion Mata, Francelys Millán, Alejandro Soler por su amistad y apoyo brindado.

A mi tutor Oscar Marchan por su ayuda y apoyo prestado que sirvieron para encaminar mi trabajo.

A mi tutor académico MSc Ing. Iván Turmero por guiarme en la práctica profesional y por prestarme su apoyo en la realización de este proyecto.

A los pasantes de Ferrocarril que con el tiempo se convirtieron en amigos Azocar, Raúl, Robert, Brayan y Chacón por sus consejos.

Al personal que labora en la Gerencia de Ferrocarril del área de Mantenimiento de Equipos Ferroviario, entre ellos a los Sres. José Atay, José López, Urbano, Jhonatan, Merlin, Joan, Oswald, Richard, Andujal, por el excelente trato, además que me facilitaron la adquisición de conocimientos y técnicas de trabajo que allá se ejecutan, donde pude obtener una excelente experiencia y aprendizaje laborar durante mi estadía.

A C.V.G Ferrominera Orinoco, por brindarme la oportunidad de realizar mí trabajo de grado en su planta.

A la UNEXPO Vicerrectorado Puerto Ordaz por ser mi casa de estudios.

A mis compañeros de estudio, a los que conocí en el camino, a mis amigos, a todos los que de una u otra forma han estado en mi vida y a todas aquellas personas que me han acompañado, me han aconsejado y brindado su mano amiga, disculpen por si no está alguno, son muchas personas a las que debo agradecerle.

Gracias de todo corazón!



DEDICATORIA

A Dios todopoderoso, creador de este mundo y que sin el nada es posible.

A mis Padres y hermanos, que son las personas que a medida de los años me han guiado por el camino y siempre me han brindado la suficiente confianza y apoyo, que cada vez me hace aumentar las ganas de luchar por lo que quiero.

A mis Tíos (as) y Primos (as) por la comprensión y apoyo incondicional que siempre me han brindado.

A nuestros profesores de la Especialidad de Ingeniería Industrial, UNEXPO Vicerrectorado Puerto Ordaz, motivo por el cual forman partes primordiales para nuestra formación como profesionales.



INDICE GENERAL

Contenido	PAG
AGRADECIMIENTOS	VII
DEDICATORIA	IX
INDICE DE TABLAS	XIII
INDICE DE GRAFICOS	XV
INDICE DE APENDICE	XVI
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
EL PROBLEMA	3
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.2. OBJETIVOS	6
1.2.1. <i>Objetivo General</i>	6
1.2.2. <i>Objetivos Específicos</i>	6
1.3. ALCANCE	7
1.4. LIMITACIONES	7
1.5. JUSTIFICACION E IMPORTANCIA	8
CAPITULO II	9
GENERALIDADES DE LA EMPRESA	9
2.1 RESEÑA HISTÓRICA DE LA EMPRESA	9
2.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	10
2.3 OBJETIVOS DE LA EMPRESA	11
2.4 FILOSOFÍA DE GESTIÓN	12
2.5 PROCESO PRODUCTIVO	13
2.6 POLÍTICA DE CALIDAD	19
2.7 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE LA EMPRESA	20
2.8 BREVE DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DE PASANTÍA	21



CAPITULO III	23
MARCO TEÓRICO	23
3.1 ANÁLISIS DE FALLAS.	23
3.1.1 <i>Tiempo medio entre fallas (MTBf)</i>	24
3.1.2 <i>Tiempo medio de restauración (MTTRt)</i>	24
3.1.3 <i>Tiempo medio de reparación (MTTRr)</i>	25
3.2 MANTENIMIENTO.....	26
3.2.1 <i>Beneficios del mantenimiento</i>	27
3.2.2 <i>Tipos de mantenimiento</i>	27
3.2.3 <i>Actividades de mantenimiento</i>	31
3.3 ESTUDIO TÉCNICO.....	32
3.4 ESTUDIO ECONÓMICO.....	32
3.5 EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	33
3.6 COSTOS	34
3.7 NIVELADORA DE VÍA FÉRREA.....	38
3.8 ANÁLISIS FODA.....	39
CAPITULO IV	40
MARCO METODOLÓGICO	40
4.1. TIPO DE ESTUDIO.....	40
4.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	41
4.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	43
4.4 TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	44
4.5 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO.....	47
CAPÍTULO V	49
SITUACIÓN ACTUAL	49
5.1 DIAGNOSTICAR LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS CONDICIONES EN QUE SE ENCUENTRA LAS NIVELADORAS TAMPER MARK VI (FMO 033-0280) Y PLASSER & THEURER (FMO 033-0333).....	49
5.2 FALLAS PRESENTADAS POR LAS NIVELADORAS TAMPER MARK VI (FMO 033- 0280) Y PLASSER & THEURER 08-16 SH (FMO 033-0333).....	53
5.2.1 <i>Niveladora Plasser & Theurer 08-16 SH (Fmo 033-0333)</i>	61



5.2.2 Niveladora Tamper Mark VI (Fmo 033-0280).....	68
5.3 EVALUACIÓN DE LA NORMA COVENIN 2500-93 DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO ACTUAL	76
5.4 EVALUACIÓN DEL CONTEXTO DE LOS FACTORES INTERNOS Y EXTERNOS RELACIONADOS CON EL ESTADO DE LAS NIVELADORAS DE VÍA FÉRREA.	79
5.4.1 Elaboración de matriz FODA de la niveladora Tamper Mark VI.....	79
5.4.2 Elaboración de matriz FODA de la niveladora Plasser & Theurer 08-16 SH.....	84
CAPITULO VI.....	90
ANÁLISIS Y RESULTADOS	90
6.1 ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN DE LA NORMA COVENIN 2500-93 DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO ACTUAL	90
6.2 ANÁLISIS DE LA MATRIZ FODA PARA LAS NIVELADORAS DE VIA FERREA.	95
6.2.1 Análisis de la matriz Foda para la niveladora Tamper Mark VI.....	95
6.2.2 Análisis de la matriz Foda para la niveladora Plasser & Theurer 08-16 SH.....	99
6.3 EVALUAR LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN ANUAL DE LAS NIVELADORAS.....	103
6.3.1 Costos de la Niveladora Plasser & Theurer (033-0333).	104
6.3.1.1 Costos de repuestos para mantenimiento preventivo.	104
6.3.1.2 Costo de repuestos de mantenimiento correctivo.....	106
6.3.1.3 Costo de mano de obra del mantenimiento preventivo.	113
6.3.1.4 Costo de mano de obra del mantenimiento correctivo.	114
6.3.2 Costos de la Niveladora Tamper Mark VI (033-0280).....	119
6.3.2.1 Costos de repuestos para mantenimiento preventivo.	119
6.3.2.2 Costo de repuestos de mantenimiento correctivo.....	121
6.3.1.4 Costo de mano de obra del mantenimiento correctivo.	128
6.4 COMPARAR TÉCNICA ECONÓMICAMENTE LA ADQUISICIÓN DE EQUIPOS DE NIVELACIÓN PARA LA GERENCIA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS FERROVIARIOS.	134
CONCLUSIONES	139
RECOMENDACIONES	141
BIBLIOGRAFÍA	143
APÉNDICE	144



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N°	DESCRIPCIÓN	PÁG.
1	Condición actual de las niveladoras de equipos ferroviarios.	51
2	Fallas por sistema de la niveladora Plasser & Theurer 08-16 SH	61
3	Tiempo total entre fallas de la niveladora Plasser & Theurer 08-16 SH	66
4	Distribución de la frecuencia de fallas de la niveladora Plasser & Theurer	66
5	Fallas por sistema de la niveladora Tamper Mark VI	68
6	Tiempo total entre fallas de la niveladora Tamper Mark VI	74
7	Distribución de la frecuencia de fallas de la niveladora Tamper Mark VI	74
8	Ficha de Evaluación al Sistema de Mantenimiento	77
9	Matriz FODA niveladora Tamper Mark VI	83
10	Matriz FODA niveladora Plasser & Theurer 08-16 SH.	88
11	Resumen de la evaluación de la Norma Covenin 2500-93 del sistema de mantenimiento Actual	91
12	Análisis de la matriz FODA niveladora Tamper Mark VI.	96
13	Análisis de la matriz FODA niveladora Plasser & Theurer 08-16 SH.	100
14	Costos del mantenimiento preventivo niveladora-alineadora Plasser.	105
15	Costo de mantenimiento correctivo del sistema eléctrico Plasser.	106
16	Costo de mantenimiento correctivo del sistema neumático Plasser	107
17	Costo de mantenimiento correctivo del grupo de bateo Plasser.	108
18	Costo de mantenimiento correctivo del sistema motriz Plasser.	108
19	Costo de mantenimiento correctivo del sistema estructural Plasser.	109
20	Costo de mantenimiento correctivo del sistema de freno Plasser.	110
21	Costo de mantenimiento correctivo del sistema hidráulico Plasser.	110
22	Costo de mantenimiento correctivo del sistema de aire acondicionado.	111
23	Costo de mantenimiento correctivo del sistema mecánico acondicionado.	111



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N°	DESCRIPCIÓN	PÁG.
24	Costo total de mantenimiento correctivo.	112
25	Costo total de los mantenimientos de los repuestos.	113
26	Costo de mano de obra del mantenimiento preventivo Plasser	113
27	Costo de mano de obra del mantenimiento correctivo Plasser.	114
28	Costo total de mano de obra para los mantenimientos.	116
29	Costo total de reparaciones mayores Plasser.	117
30	Costo de mano de obra estimada para reparaciones mayores Plasser.	118
31	Costo total de la inversión necesaria para la niveladora Plasser.	119
32	Costo total del mantenimiento preventivo niveladora-alineadora Tamper Mark VI.	120
33	Costo de mantenimiento correctivo sistema hidráulico Tamper.	121
34	Costo de mantenimiento correctivo sistema motriz Tamper	122
35	Costo de mantenimiento correctivo del sistema neumático Tamper	122
36	Costo de mantenimiento correctivo del grupo de bateo Tamper.	123
37	Costo de mantenimiento correctivo del sistema eléctrico Tamper	123
38	Costo de mantenimiento correctivo del sistema estructural Tamper.	124
39	Costo de mantenimiento correctivo del sistema de aire acondicionado Tamper.	125
40	Costo de mantenimiento correctivo del sistema mecánico Tamper.	125
41	Costo de mantenimiento correctivo del sistema de freno Tamper.	125
42	Costo total de mantenimiento correctivo Tamper	125
43	Costo total de repuestos para los mantenimientos Tamper.	127
44	Costo de mano de obra del mantenimiento preventivo Tamper.	127
45	Costo de mano de obra del mantenimiento correctivo Tamper.	128



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N°	DESCRIPCIÓN	PÁG.
46	Costo total de mano de obra para los mantenimientos Tamper.	130
47	Costo total de reparaciones mayores Tamper.	131
48	Costo de mano de obra estimada para reparaciones mayores Tamper.	132
49	Costo total de la inversión necesaria para la niveladora.	133
50	Costo total de la inversión necesaria de las niveladoras	134
51	Alternativa 1: Flujo de efectivo de repotenciar niveladora Plasser	135
52	Alternativa 2: Flujo de efectivo de compra de niveladora nueva	136
53	Resumen del valor presente y costo anual equivalente	137

INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N°	DESCRIPCIÓN	PÁG.
1	Distribución de la frecuencia de fallas de la niveladora Plasser & Theurer 08-16SH	67
2	Distribución de la frecuencia de fallas de la niveladora Tamper Mark.	75
3	Evaluación del sistema de mantenimiento	92
4	Porcentajes de cumplimiento de la norma de la norma 2500-93 en el taller de equipos ferroviarios.	93



ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N°	DESCRIPCIÓN	PÁG
1	Ubicación Geográfica de C.V.G. Ferrominera Orinoco	10
2	Proceso productivo de C.V.G. Ferrominera Orinoco.	13
3	Estructura organizativa de C.V.G. Ferrominera Orinoco	20
4	Estructura organizativa de la gerencia de ferrocarril.	21
5	Tiempo total programado para producir	25

ÍNDICE DE APÉNDICE

APÉNDICE N°	DESCRIPCIÓN	PÁG
1	Niveladora Tamper Mark VI(033-0280)	145
2	Grupo de bateo Tamper Mark VI(033-0280)	145
3	Grupo de bateo Plasser & Theurer 08-16H (033-0333)	146
4	Niveladora Plasser & Theurer 08-16H (033-0333)	146



INTRODUCCIÓN

El éxito de cualquier empresa de producción o servicio, radica en la capacidad de dicha compañía de ajustarse a las nuevas tendencias tecnológicas. Es por ello, que C.V.G Ferrominera Orinoco, se ha planteado entre sus metas más importantes, la actualización tecnológica en cuanto a equipos y estructuras para confrontar los retos de aumento en la producción en los años venideros de acuerdo al volumen en las ventas.

C.V.G Ferrominera Orinoco está conformada por diferentes gerencias a la cual está adscrita la superintendencia de Ferrocarril específicamente en el área de mantenimiento de equipos ferroviarios, se cuenta con diferentes máquinas que son primordiales pues necesitan estar a disposición para que se lleve a cabo el proceso del mineral de hierro entre ellas las niveladoras siendo estas equipos de alta criticidad dada su importancia en las actividades de mantenimiento de las vías férreas, por lo que es indispensable contar con ellas.

Esta tendencia nos lleva a una de las razones más importantes para una empresa que es la disponibilidad de los equipos pues para que se incremente se debe plantear el mantenimiento de una máquina, a pesar del costo que esto implique, por lo que para poder actualizar tecnológicamente es necesario realizar evaluaciones que permitan visualizar alternativas de soluciones en los procesos que conduzcan a tener equipos de mayor capacidad o con mejor tecnología y así buscar ser más productivos en las operaciones.



En el estudio se evaluó el proceso de gestión de mantenimiento que permita conocer las demoras, disponibilidad y efectividad del comportamiento operacional de las niveladoras así como las fallas, esta información es útil para justificar la decisión más acertada, ya sea la reparación o adquisición de las mismas, correspondientes al Departamento de Mantenimiento de Equipos Ferroviarios con el fin de elegir la alternativa más rentable y contar con el stock de máquinas en el taller para lograr el alcance de los estándares de producción de la empresa C.V.G Ferrominera Orinoco.

Para la realización de este trabajo de grado fue necesario contar con el manual de organización de la gerencia de ferrocarril. De igual manera realizar entrevistas al personal involucrado directamente en el sistema propuesto, analizar el sistema actual, participar directamente en el proceso de operación y mantenimiento de los equipos.

En este informe se desarrollaran los resultados de la investigación en los siguientes capítulos:

En el **CAPÍTULO I**: está basado en planteamiento del problema que da origen al estudio comprendido por su objetivo tanto general como específico, alcance, limitación, delimitaciones y justificación.

En el **CAPÍTULO II**: está comprendido por la historia de la empresa, ubicación geográfica, misión, visión, proceso productivo, organigrama.

En el **CAPÍTULO III**: describen las bases teóricas o antecedente que sustentan la investigación o estudio.

En el **CAPÍTULO IV**: describe estudio metodológico implementado para la recolección de información.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

CVG Ferrominera Orinoco C.A empresa del estado, dedicada a la extracción, procesamiento, comercialización, venta de mineral de hierro y sus derivados, tiene como responsabilidad abastecer oportuna y suficientemente a la industria siderúrgica nacional y aquellos mercados internacionales que resulten económicos y estratégicamente atractivos con el fin de generar buenas ganancias que sean útiles en el avance económico del país.

Esta empresa está integrada por varias gerencias entre ellas específicamente en la gerencia de Ferrocarril, se encuentra adscrito la superintendencia Mantenimiento de Equipos Ferroviarios el cual tiene como función mantener y conservar en óptimas condiciones las maquinarias que hacen vida en el área operativa para así poder contar con la suficiente disponibilidad durante las actividades rutinarias que se desempeñan en la empresa.

Actualmente, el taller de equipos ferroviarios cuenta con maquinarias pesadas entre las que se puede mencionar las niveladoras de vía férrea Tamper Mark VI (FMO 0333-0280) y Plasser & Theurer (FMO 033-0333) dos marcas diferentes que aunque cumplen la misma función tienen distintas especificaciones técnicas y formas de trabajar. Por lo que es necesario



conocer cuál de ellas se adapta mejor a las necesidades que a menudo se presentan, las fallas existentes, nivel de rentabilidad, entre otros. Ya que, no se cuenta con informe técnico donde se establezca por escrito una comparación entre ambas para seleccionar la máquina que mejor cumpla con las exigencias de trabajo.

A menudo para la empresa se realizan rehabilitaciones y mantenimiento de las vías férreas donde son utilizadas estas niveladoras las cuales tienen un largo tiempo operando, se puede mencionar que una de las desventajas que posee la niveladora Tamper Mark, es que ya no se tiene comunicación con la empresa distribuidora de estos equipos, pues dejó de prestar el apoyo técnico y a su vez de proveer los repuestos para su mantenimiento. Sin embargo no se puede negar que estos equipos son muy versátiles, realizan trabajos de manera automática, poseen el mejor sistema de bateo, poca vibración en la cabina y buen diseño en cuanto a su estructura características que valoran los operarios y los mecánicos. Al no tener repuesta por parte de la empresa, el taller de equipos ferroviarios solo contara con el funcionamiento del equipo por un tiempo limitado (hasta agotarse el stock de repuestos) generando consecuencias como la parada del equipo y aumentando así los costos de producción de la empresa.

Así mismo, la niveladora Plasser & Theurer ha sido muy criticada por los mecánicos y operadores, pues es una máquina que posee bajo rendimiento, difícil maniobrabilidad, el diseño de sus espacios es muy reducido para la realización de su mantenimiento, está por debajo de la niveladora Tamper Mark. Una de las ventajas que ha sabido aprovechar la marca Plasser & Theurer, es que esta ha seguido prestando sus servicios a CVG Ferrominera Orinoco en cuanto a la corrección de las fallas de sus equipos y mantenimiento del mismo. No obstante al igual que Tamper la paralización de la maquina acarrea costos de paradas y de producción para la empresa.



De no contar con una completa disponibilidad de estos equipos, con los cuales se realiza mantenimiento preventivo, correctivo y construcción de vías férreas, generara que no se pueda cumplir a cabalidad con la programación anual del mantenimiento de las vías, lo que trae como consecuencia la disminución de la disponibilidad de las vías férreas y posibles descarrilamientos del tren que pueda ocasionar pérdidas de tiempo, recurso humano y económico; Por otra parte, se puede decir mientras una maquina supe a la otra debe hacer sobre esfuerzo para cumplir con una parte del trabajo correspondiente a la que está accidentada incrementando los costos de mantenimiento de las mismas.

Esta investigación permite a C.V.G ferrominera Orinoco C.A, de acuerdo a los planes de adecuación tecnológica e inversiones de proyecto de capital, tomar una decisión acertada entre la rentabilidad de repotenciar los equipos existentes, o sustituir algunos de ellos por otro nuevo, esta decisión es muy importante para la conservación de las vías férreas, ya que de estas depende la garantía del traslado confiable del mineral de hierro desde las minas de ciudad Piar hasta el patio de Puerto Ordaz y a los distintos clientes a través de los trenes.



1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Evaluar la gestión de mantenimiento para la adquisición de equipos de nivelación Tamper y Plasser de la superintendencia de operaciones ferroviarias de CVG Ferrominera Orinoco c.a

1.2.2. Objetivos Específicos

1. Diagnosticar la situación actual de las condiciones en que se encuentra las niveladoras Tamper Mark VI (033-0280) y Plasser & Theurer (033-0333).
2. Registrar todas las actividades desarrolladas por el equipo mecánico encargado de la puesta en marcha de las niveladoras de vía férrea Tamper Mark VI (033-0280) y Plasser & Theurer (033-0333).
3. Efectuar el levantamiento de información en campo de los tiempos promedios entre fallas (**MTBF**).
4. Evaluar el cumplimiento de la Norma Covenin 2500-93 del sistema de mantenimiento en la industria.
5. Evaluar el contexto de los factores internos y externos relacionados con el estado de las niveladoras de vía férrea.
6. Evaluar los costos de mantenimiento y reparación anual de las niveladoras.



7. Comparar técnica económicamente la adquisición de equipos de nivelación para la gerencia de mantenimiento de equipos ferroviarios

1.3. ALCANCE

Este estudio está orientado a la gerencia de Ferrocarril específicamente al área de del taller de Equipos Ferroviarios de C.V.G Ferrominera Orinoco, C.A, el mismo tiene como objetivo evaluar cual niveladora es más eficiente determinando la que posea menos fallas a través de las diferentes herramientas de la ingeniería industrial, del mismo modo comprobar el estado en el que se encuentran los componentes principales. Para este estudio también se evaluó la factibilidad de reparar o adquirir maquinas que son primordiales ya que son utilizadas en la rehabilitación o mantenimiento de vías; la investigación a desarrollar se realizó de manera descriptiva, evaluativa, aplicado y de campo.

1.4 LIMITACIONES

Para el desarrollo de este estudio se encontró un factor que limito el desarrollo de la investigación, la empresa no poseía suficiente información de la niveladoras; esta limitación originó dificultades para determinar el estado actual en el que se encuentran el equipo, mediante la aplicación de técnicas estadísticas, tales como los parámetros de mantenimiento. La investigación fue llevada a cabo en C.V.G Ferrominera Orinoco bajo la supervisión y asesoramiento del taller de equipos ferroviarios. Esta investigación tendrá un periodo de 24 semanas.



1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Para garantizar el buen estado de la vía férrea, se requieren de una diversidad de equipos y una mano de obra bien calificada, dentro de los equipos podemos aseverar que tiene especial importancia las niveladoras de línea férreas, por lo cual se requiere de una alta disponibilidad de estos equipos.

Por lo que este proyecto se realizó con la finalidad de conocer la mejor opción de las niveladoras, la cual se efectuó mediante la comparación de las marcas Tamper Mark VI y Plasser & Theurer justificando para el taller de Equipos Ferroviarios de C.V.G Ferrominera Orinoco C.A si la reparación o adquisición sería más factible para la empresa, ayudando a mejorar la productividad, reducir las interrupciones no planificadas de la producción y disminuir el incumplimiento de las metas establecidas.



CAPITULO II

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1 RESEÑA HISTÓRICA DE LA EMPRESA.

En Venezuela, específicamente en la región Guayana, la primera evidencia sobre la explotación del hierro se remonta a la época de la colonia cuando alrededor del año 1724 Capuchinos catalanes lo explotaron en la serranía de Santa Rosa, al suroeste de Upata, quedando algunos vestigios cerca de Ciudad Bolívar, conocidos como Minas del Nuevo Mundo. A mediados del siglo XX se fundan la Orinoco Mining Company y la Iron Mines of Venezuela, subsidiarias de la U.S. Steel Corporation de los Estados Unidos y la Bethlehem Steel Company respectivamente, empresas encargadas de las operaciones de la industria del hierro hasta su nacionalización el 1 de enero de 1975. El 10 de diciembre de ese mismo año se constituye formalmente la C.V.G. FERROMINERA ORINOCO C.A., iniciando sus actividades el 1 de enero de 1976 y siendo desde esta fecha la empresa responsable de la explotación y aprovechamiento del mineral de hierro en todo el territorio nacional.

Actualmente C.V.G. Ferrominera Orinoco cuenta con una capacidad instalada de producción de 25 millones de toneladas por año y una explotación constante en tres de nuestras minas a cielo abierto ubicadas en el Estado Bolívar.

2.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

Geográficamente, la empresa se encuentra distribuida entre Ciudad Piar y Ciudad Guayana. Las operaciones mineras, incluyendo las actividades de explotaciones geológicas de reservas del mineral de hierro, planificación, desarrollo, explotación de mina y transporte hacia los puertos de procesamiento y despacho del mineral de hierro se ejecutan en el Distrito Ferrífero Piar, el procesamiento, almacenaje y despacho del mineral de hierro y sus derivados en los puertos de Puerto Ordaz ubicado en las riberas del río Orinoco y río Caroní y la sede administrativa de la empresa se encuentra en Puerto Ordaz- Estado Bolívar. (Ver Figura N°1)

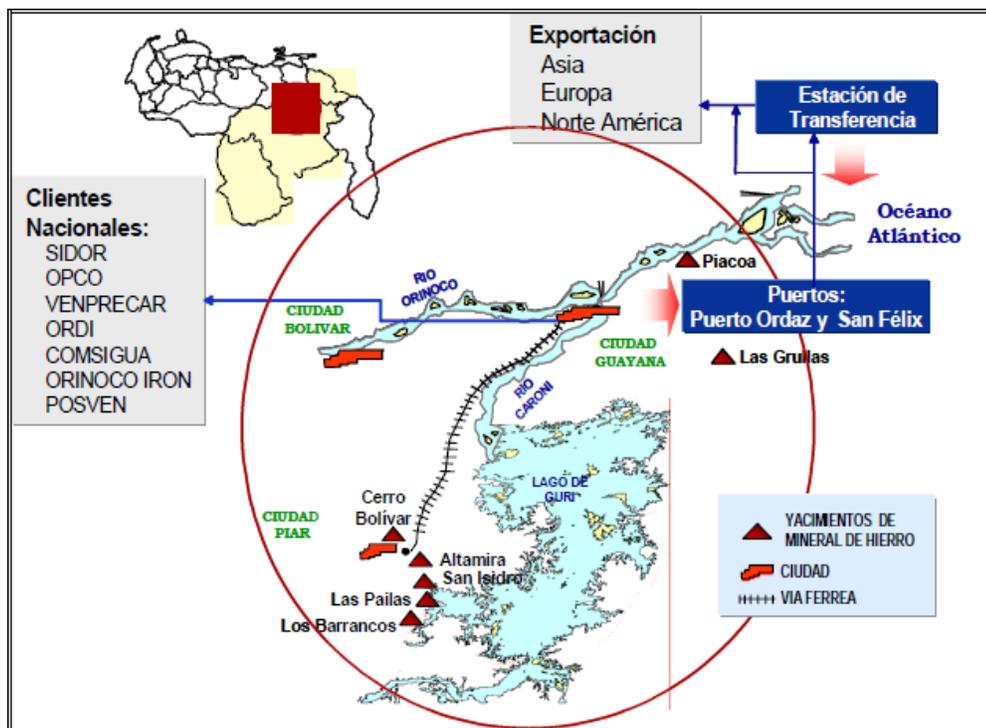


Figura N°1: Ubicación Geográfica de C.V.G. Ferrominera Orinoco.

Fuente: www.Ferrominera.com



2.3 OBJETIVOS DE LA EMPRESA.

- Cumplir con los programas de producción y despacho que permitan satisfacer los volúmenes requeridos por nuestros clientes.
- Satisfacer los requisitos de calidad del producto. Exigido por los clientes.
- Mantener un programa de capacitación, desarrollo y motivación del personal para el mejoramiento continuo de su producción.
- Mantener en óptimo funcionamiento de todos los recursos materiales para optimizar y garantizar la producción del mineral de hierro.
- Garantizar los volúmenes de producción y suministro de mineral de hierro con la calidad exigida por el mercado nacional a precios competitivos internacionalmente.
- Profundizar en el conocimiento de las características de los yacimientos e impulsar la investigación para adecuar nuestros productos a las exigencias del mercado con una visión a largo plazo.
- Desarrollar, integrar y consolidar, en forma sistemática y continua todos los procesos productivos de la empresa.
- Alcanzar niveles de productividad y calidad que mantengan a la empresa en los segmentos del mercado donde participa.
- Garantizar oportunamente en términos cualitativos y cuantitativos el recurso humano requerido para el desarrollo de las actividades normales.



- No disminuir el nivel de empleo en la industria del hierro e incorporar venezolanos capacitados a las más altas posiciones directivas.
- Mantener un sistema de calidad que cumpla con los requisitos de la norma ISO vigente (9001:2000).

2.4 FILOSOFÍA DE GESTIÓN.

Misión.

C.V.G. Ferrominera Orinoco C.A., empresa del Estado Venezolano, tiene como responsabilidad la explotación de la industria del mineral de hierro y derivados con productividad, calidad y competitividad, de forma sostenible y sustentable, para abastecer oportuna y suficientemente a la industria siderúrgica nacional y aquellos mercados internacionales que resulten económicos y estratégicamente atractivos, garantizando la rentabilidad de la empresa y contribuir al desarrollo económico del país.

Visión.

Ser una empresa con una gestión de calidad, en armonía con el medio ambiente, que ofrezca productos altamente competitivos al sector siderúrgico nacional e internacional.

Principios y Valores.

C.V.G. Ferrominera Orinoco C.A., está comprometida con el desarrollo integral, humanista y sustentable del país, como actor fundamental del

sector siderúrgico nacional, fortaleciendo este liderazgo en el trabajo, calidad, competitividad y responsabilidad, soportado en un personal cuyas actuaciones están regidas en estricto apego a la disciplina, honestidad, ética y respeto.

2.5 PROCESO PRODUCTIVO.

La minería y producción de hierro cumplen un proceso de ocho pasos (1-8), para la obtención de mineral comerciable. Los dos últimos pasos (9-10), han sido incorporados con la finalidad de agregar valor al mineral, enriqueciéndolo al aumentar su contenido de hierro metálico, haciéndolo más competitivo en el mercado mundial.

El siguiente diagrama constituye una síntesis del proceso cumplido en la producción de mineral de hierro, de acuerdo con el esquema de trabajo utilizado por Ferrominera para tener una idea. (Ver Figura N°2)



Figura N°2: Proceso productivo de C.V.G. Ferrominera Orinoco.

Fuente: www.Ferrominera.com



- **Prospección y exploración.**

El paso inicial en la explotación del mineral de hierro consiste en la prospección y exploración de los yacimientos, con el propósito de conocer sus características, principalmente cuantitativas y cualitativas, así como para estudiar los aspectos técnicos y económicos que determinarán la factibilidad de su aprovechamiento. A este fin se utilizan herramientas que van desde la exploración de campo y estudio de los mantos por medio de perforaciones, hasta la información obtenible a través de aerofotografías y satélites.

Como resultado, se elaboran planes de aprovechamiento que permiten administrar en forma óptima el recurso que constituye el mineral de hierro.

En Venezuela, los principales yacimientos de mineral de hierro se encuentran ubicados en el Complejo Imataca del Escudo Guayanés, a los que se le han calculado edades entre 2.000 y 3.400 millones de años.

- **Geología y planificación de mina.**

Para la producción de cada tonelada de mineral de hierro, se hace necesario llevar a cabo actividades de índole variada, que tienen como objetivo la elaboración de un plan de trabajo, tanto a corto como a largo plazo. El conocimiento geológico de superficie, el muestreo minucioso de los frentes de arranque, el análisis e interpretación de las perforaciones exploratorias y voladuras, entre otras, son fuentes generadoras de información que permiten determinar con precisión la forma, dimensión y estructura del cuerpo mineralizado.



Los planos geológicos del yacimiento son producto de la compaginación sistemática de toda esa información. En ellos se identifican los contactos del mineral con el escombros y el mineral de bajo tenor: La elaboración de secciones geológicas, tanto verticales como horizontales, y su actualización periódica, tienen especial relevancia en el conocimiento de las características particulares del yacimiento.

De acuerdo con las más recientes estimaciones, las reservas probadas de mineral de hierro de alto tenor (63% Fe en promedio), alcanzan los 1,7 billardos de toneladas, y 2,5 billardos de bajo tenor (41% Fe en promedio). En adición a estas cifras, se deben considerar reservas probables y posibles de 10 billardos de toneladas, tanto de alto como de bajo tenor. Lo anterior significa que, al ritmo actual de explotación, Venezuela tiene garantizado el suministro de mineral de hierro por más de 80 años, tomando en consideración solamente las reservas probadas de alto tenor.

El horizonte de tiempo se amplía en forma significativa al incluir las reservas probables, posibles, así como los minerales de bajo tenor. El tipo de explotación llevado a cabo es a cielo abierto

- **Perforación y voladura.**

Las operaciones de extracción de mineral de hierro en nuestros yacimientos se inician con las perforaciones para las voladuras. Para esta operación se cuenta con taladros eléctricos rotativos, que pueden perforar con diámetros entre 31 y 38 cm, a profundidades de hasta 18 m, lo que permite construir bancos de explotación de 15 m de altura.



El número de perforaciones en el área mineralizada depende del tonelaje que se necesite producir. El explosivo utilizado es una mezcla de nitrato de amonio con gasoil.

- **Carga y acarreo de mineral.**

Una vez que el mineral es fracturado, por efecto de la voladura, es removido por palas eléctricas desde los frentes de producción. Las palas cuentan con baldes de 7,6 m³. Se usan adicionalmente cargadores frontales con capacidad de 6 m³ cada uno.

Para el acarreo del mineral de los frentes de producción hasta la plataforma o andenes de carga con capacidad para 35 vagones de 90 T cada uno, se utilizan camiones de 90 y 170 toneladas.

- **Transporte a Puerto Ordaz.**

Los grupos de vagones, una vez cargados en los frentes de producción, son llevados al patio de ferrocarril, donde se realizan los acoples hasta formar trenes de 125 vagones.

Para el traslado del mineral a Puerto Ordaz, a 135 Km de distancia, los trenes son remolcados por tres Locomotoras diesel-eléctricas, de 2.000 hp.

El itinerario de los trenes se ajusta de acuerdo con los planes de producción. Por ejemplo, a un ritmo de producción de 16 millones de toneladas por año, es necesario movilizar seis trenes diarios, cinco días por semana.



- **Descarga y trituración.**

Al llegar a Puerto Ordaz, los trenes son seccionados en grupos de 15 vagones, que son individualmente vaciados mediante un volteador con capacidad para 50 vagones por hora. La trituración o molienda consiste en reducir el mineral al tamaño requerido de 3,2cm.

Este proceso se inicia en el molino primario, ubicado 30 m por debajo del volteador de vagones, donde se reduce el tamaño a un máximo de 20 cm. Pasa luego por correa transportadora al molino secundario, donde se reduce el tamaño máximo a 10 cm. El molino terciario tritura el mineral hasta un máximo de 3,2 cm.

- **Homogeneización y recuperación.**

El mineral es luego transportado hasta el apilador que lo deposita en cascadas para conformar una pila de material homogeneizado, física y químicamente, de acuerdo con la calidad exigida.

Las pilas de almacenamiento de mineral se encuentran distribuidas de la siguiente forma: Pila Norte, mineral fino; Pila Sur, mineral fino y grueso; y Pila Principal, donde se almacenan finos y pellas. La capacidad de almacenamiento es de 2,6 millones de toneladas.

- **Cernido y secado.**

El mineral recuperado es elevado a la estación de cernido, con capacidad de 6.000tgh, en la cual se separa el mineral fino (3/8" x 0") del mineral grueso (11/4" x 3/8") posteriormente el material es procesado en la



planta de secado, con una capacidad de 850 tgh, donde se reduce la humedad del mineral a menos del 6%.

- **Lavado.**

En 1976 entró en operación la Planta de Lavado de mineral de hierro, ubicada en el área industrial de Palúa. Aquí el mineral es sometido a un proceso de lavado para eliminar la sílice y la alúmina. Así mismo, mediante un sistema de trituración, cernido y clasificación, el mineral es separado en dos tamaños: menor, y mayor de 0,63 cm. El mineral es luego apilado, hasta tanto sea necesario cargarlo al barco que lo llevará al puerto de destino. La planta tiene capacidad para procesar 830 T/h. El agua requerida es tomada del río Orinoco, a razón de 23.700 litros por minuto. La capacidad instalada de la planta es de 3 millones de toneladas de mineral de hierro por año.

En la actualidad la planta procesa 4 tipos de productos: Grueso San Isidro Lavado, Fino San Isidro Lavado, Grueso Cerro Bolívar Lavado y Fino Cerro Bolívar Lavado.

La vía férrea existente entre las áreas industriales de Puerto Ordaz y Palúa, que cruza el río Caroní sobre el puente Angosturita, permite integrar las operaciones que se llevan a cabo en estos dos centros de trabajo.

- **Peletización.**

Con la finalidad de agregar valor al mineral de hierro venezolano, Ferrominera inició en 1991 la construcción de una planta de pellas, que viene operando en forma satisfactoria desde su puesta en operación en 1994.



La pella es un aglomerado de mineral de hierro, de forma esférica, de tamaño variable entre 10-16 mm, que utiliza un aglomerante (cal o bentonita), y cuyo contenido de hierro total es del orden de 67%. Constituye el principal insumo de las plantas de reducción directa, donde contribuye a la disminución del volumen de chatarra requerido para la fabricación del acero, utilizándose igualmente en la alimentación de altos hornos siderúrgicos.

La Planta de Pellas de FERROMINERA, ubicada en el Parque Industrial Minorca de Ciudad Guayana, tiene capacidad para producir 3,3 millones de toneladas anuales, a un ritmo de 10.000 toneladas diarias. Fue diseñada para admitir expansión modular, previéndose su próxima ampliación para elevar su capacidad a 6,6 millones de toneladas. La planta es operada por una fuerza de trabajo conformada por 310 trabajadores y opera 330 días al año, en 3 turnos diarios.

2.6 POLÍTICA DE CALIDAD.

Es política de C.V.G. FERROMINERA ORINOCO, C.A. suministrar Mineral de Hierro con los niveles de Calidad exigidos, en la requerida, para lograr la satisfacción de sus clientes. La Empresa está comprendida a establecer y mantener un Sistema de Calidad que responda a los requerimientos de la NORMA COVENIN-ISO 9002:1995 y con la participación de todos.

El cumplimiento de esta política está basado en el compromiso y el apoyo de todos trabajadores dentro de un ambiente que promueva su participación, desarrollo y bienestar.

2.7 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE LA EMPRESA.

La estructura organizacional de la empresa se refleja en el diagrama siguiente:(Ver Figura N° 3)

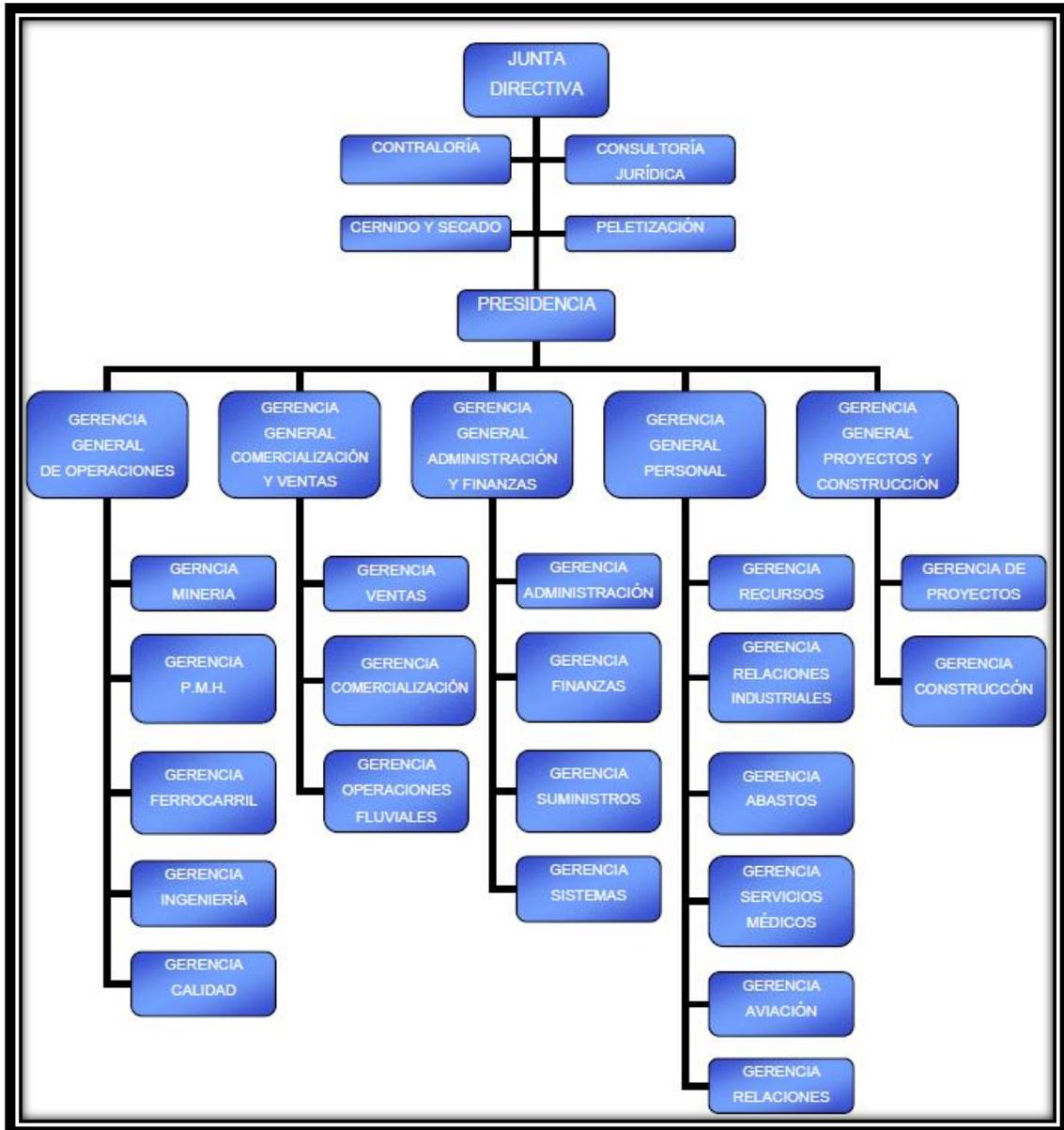


Figura N°3: Estructura organizativa de C.V.G. Ferrominera Orinoco.

Fuente: www.Ferrominera.com

2.8 BREVE DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DE PASANTÍA.

Gerencia de Ferrocarril.

Se encarga de controlar las operaciones de transportación de mineral de hierro así como el sistema ferroviario. Esta operación se inicia con el transporte del mineral desde los muelles de carga ubicados en los yacimientos y culmina con el almacenamiento en los diversos patios. Este proceso incluye el traslado del mineral a la siderúrgica del Orinoco y su posterior retorno en forma de pellas al puerto de embarque de Ferrominera en Puerto Ordaz.

A continuación en la Figura N°4 se muestra la estructura organizativa de la gerencia de ferrocarril:

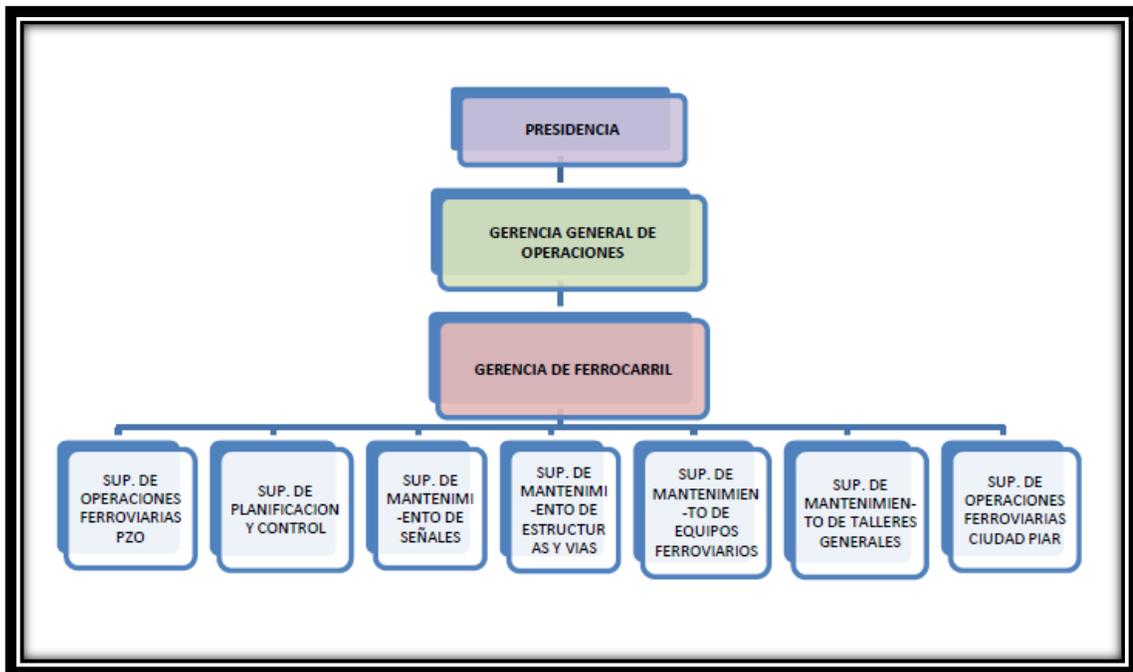


Figura N°4: Estructura organizativa de la gerencia de ferrocarril.

Fuente: www.Ferrominera.com



Superintendencia de Mantenimiento de Equipos Ferroviarios.

Se encarga de Establecer normas, procedimientos y controles que regulen el programa de mantenimiento preventivo y la ejecución del mantenimiento correctivo de los equipos ferroviarios utilizados para el mantenimiento de la vía férrea. Cubre los requerimientos de revisión, servicios, inspecciones, mantenimiento preventivo mayor. Aplica al personal de la Superintendencia de Mantenimiento de Equipos Ferroviarios.

Se divide en: Jefatura de Mantenimiento de Equipos Ferroviarios Puerto Ordaz y Jefatura de Mantenimiento de Equipos Ferroviarios Ciudad Piar.

Fuerza Laboral de la Jefatura Puerto Ordaz: (01) Supervisor, (02) Tec. en Mantto. Integral, (10) Tec. en Mantto. Mecánico, (03) Tec. en Mantto. Industrial, (02) Mec. de Equipos Pesados, (02) Chofer Engrasador.



CAPITULO III

MARCO TEÓRICO

Toda investigación requiere de un sustento teórico, en éste, por lo general, el investigador da a conocer las bases principales en las cuales se apoya para abordar el objeto de estudio, a nivel de la empresa, investigativo y teórico.

Este capítulo tiene ese propósito; en tal sentido a continuación se destacan cada uno de los aspectos que se requieren para dar origen a los objetivos planteados.

3.1 ANÁLISIS DE FALLAS.

En primer lugar se debe definir el término falla en mantenimiento. Se entiende por falla la ocurrencia que origina la terminación de la capacidad de un equipo para realizar su función en condición adecuada o para dejar de realizarla en su totalidad.

El análisis de fallas se refiere al estudio exhaustivo de las fallas mediante el uso de una adecuada metodología de investigación y se realiza con la finalidad de determinar aquellas fallas que influyen en mayor proporción en los equipos, así como también las causas que originan dichas



fallas y proponer soluciones para su disminución, mejorando de esta manera la labor del mantenimiento y sus resultados.

Se tiene dos tipos de análisis de fallas: el análisis técnico que determina la causa y la magnitud de las fallas y el análisis estadístico que estudia la influencia del factor tiempo en el mecanismo de las fallas, sin considerar las causas.

3.1.1 Tiempo medio entre fallas (MTBf)

Es el tiempo promedio que un equipo, máquina, línea o planta cumple su función sin interrupción debido a una falla funcional.

Se obtiene dividiendo el tiempo total de operación entre el número de paros por fallas.

3.1.2 Tiempo medio de restauración (MTTRt)

Es el tiempo promedio para restaurar la función de un equipo, maquinaria, línea o proceso después de una falla funcional.

Incluye tiempo para analizar y diagnosticar la falla, tiempo para conseguir la refacción, tiempo de planeación, etc.

Es una medición de la mantenibilidad de un equipo.

Es el intervalo de tiempo obtenido dividiendo el tiempo total de las reparaciones entre el número total de fallas en un sistema.

3.1.3 Tiempo medio de reparación (MTTRr)

Es el tiempo medio real utilizado para arreglar la falla y restaurar la función de un equipo, maquinaria, línea o proceso después de una falla funcional.

Es una medición de la eficiencia de la cuadrilla de mantenimiento para reparar las fallas de un equipo.

Es el intervalo de tiempo obtenido dividiendo el tiempo total de reparación entre el número total de fallas en un sistema.

A continuación se puede ver en la Figura N° 5 el tiempo total programado para producir:

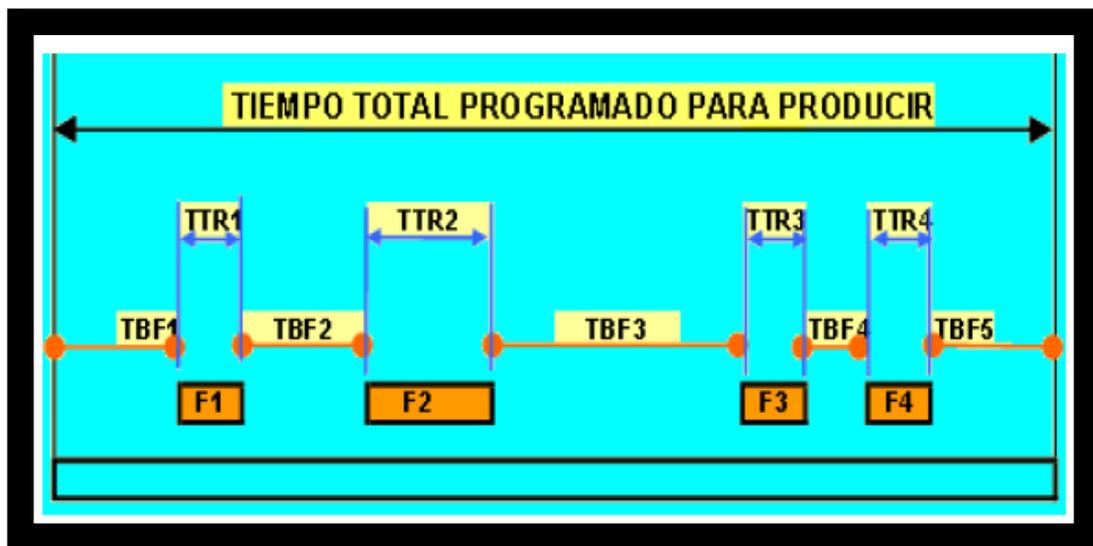


Figura N° 5: Tiempo total programado para producir

Fuente: www.industrialtijuana.com/pdf/B-4.pdf



DONDE:

$$\begin{aligned} \text{TTR} &= \text{TIEMPO PARA REPARAR} \\ \text{TBF} &= \text{TIEMPO ENTRE FALLAS} \\ \text{TTO} &= \text{TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN} = \text{TBF}_1 + \text{TBF}_2 + \text{TBF}_3 + \text{TBF}_4 + \dots \\ \text{MTBF} &= \text{TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS} = \text{TTO} / (\text{F}_1 + \text{F}_2 + \text{F}_3 + \dots) \\ \text{MTTR}_t &= \text{TIEMPO PROMEDIO PARA RESTAURAR} = \\ &= (\text{TTR}_1 + \text{TTR}_2 + \text{TTR}_3 + \dots) / (\text{F}_1 + \text{F}_2 + \text{F}_3 + \dots) \\ \text{FALLAS TOTALES} &= \text{F}_1 + \text{F}_2 + \text{F}_3 + \dots \end{aligned}$$

3.2 MANTENIMIENTO

La norma venezolana COVENIN 3049-93 “Mantenimiento. Definiciones”, define al mantenimiento como: “El conjunto de acciones que permite conservar o restablecer un sistema productivo a un estado específico para que pueda cumplir un servicio determinado” (p.1).

El mantenimiento puede considerarse un sistema estrechamente relacionado con otros entes o áreas de la organización como la Gerencia General, Compras, Almacén, Administración y Calidad.

La importancia del mantenimiento nace a partir de la necesidad de disponibilidad de las máquinas en los procesos, por tanto la evolución del mantenimiento va alineada al aumento en la mecanización de las industrias, permitiendo cambios en el mantenimiento a lo largo del tiempo.



3.2.1 Beneficios del mantenimiento

Para Leal y Zambrano, en Fundamentos básicos del mantenimiento (2007), la correcta aplicación de las actividades de mantenimiento en un sistema de equipos trae como resultados inmediatos, mediano y largo plazo, beneficios tales como:

- Fiabilidad en el cumplimiento y mejoramiento de las metas de producción, garantizada por una mayor disponibilidad operacional de los equipos.
- Estandarización de la calidad de los productos a través de la conservación de parámetros de los equipos.
- Reducción significativa y optimización de los costos causado por las fallas en los equipos, gracias a disminución de trabajos de emergencia e incidentes repentinos.
- Optimización de los costos totales de mantenimiento.
- Disminución de reprocesos de producción.
- Utilización racional y programada de recursos como tiempo y materiales.
- Disminución de accidentes, reduciendo el nivel de riesgo para el personal de la planta.
- Prolongación de la vida útil de equipos e instalaciones.
- Optimización de los tiempos de producción.
- Aumento de la productividad de la planta.

3.2.2 Tipos de mantenimiento

Tradicionalmente, se han distinguido diversos tipos de mantenimiento, que se diferencian entre sí por la forma de ejecución de las tareas o



actividades, sin embargo en base a la Norma COVENIN 3049-93, las técnicas empleadas parten de las siguientes:

- **Mantenimiento Correctivo**

Se denomina mantenimiento correctivo, a aquel que corrige los defectos observados en los equipos, es la forma más básica de mantenimiento y consiste en localizar averías o defectos y corregirlos o repararlos. Se considera una estrategia de operación hasta que falle y su objetivo es llevar a los equipos, después de fallar, a sus condiciones iniciales, por medio de restauración o reemplazo de componentes posterior a una rotura, daño o desgaste.

Dentro del mantenimiento correctivo se encuentra el:

- Mantenimiento de Emergencia

Es aquel que se origina por fallas en los equipos y debe ser corregido en plazo breve, ya que puede afectar a la producción y puede generar un gran aumento en los costos.

- **Mantenimiento Preventivo**

Es aquel que se lleva a cabo para asegurar la confiabilidad y disponibilidad del equipo. Emplea el análisis estadístico de la data de las acciones ejecutadas para determinar los parámetros del mantenimiento, haciendo ingeniería de mantenimiento y a partir de dichos estudios se



retroalimenta la información de la gestión de la función mantenimiento ya que busca optimizar este proceso.

El mantenimiento preventivo usa todos los medios disponibles, incluso los estadísticos, para determinar la frecuencia de las inspecciones, revisiones, sustitución de piezas claves, probabilidad de aparición por averías, vida útil, entre otras. Su objetivo es adelantarse a la aparición o predecir la presencia de fallas.

Algunas de las ventajas de este tipo de mantenimiento son las siguientes:

- La frecuencia de fallas prematuras puede reducirse mediante una lubricación adecuada, ajustes, limpieza e inspecciones promovidas por la medición de desempeño.
- Si la falla no puede prevenirse, la inspección y la medición periódica puede ayudar a reducir la severidad de la falla y el posible dominio en otros componentes del sistema del equipo, mitigando de esta forma las consecuencias negativas para la seguridad, el ambiente o la capacidad de producción.
- Los costos directos e indirectos son reducidos considerablemente al disminuir la ocurrencia de una parada no programa, además de que la calidad de la reparación puede verse afectada bajo la presión de una emergencia.



Dentro del mantenimiento preventivo, se encuentran las técnicas de:

- Mantenimiento Programado:

Es ejecutado por la organización de mantenimiento, es decir, se debe poseer personal calificado y experimentado para poder realizarlo, se caracteriza por tener actividades de inspección, chequeos, monitoreos, cambios de piezas y revisión de funcionamiento de elementos, con una frecuencia de quincenal en adelante, siendo las frecuencias más comunes: quincenal, mensual, trimestral, semestral, anua, bianual, cada por unidades producidas, cada por kilómetros recorridos, cada por horas trabajadas, entre otros.

Para poder determinar en este tipo de mantenimiento la frecuencia de ejecución de las actividades se sugiere que el personal de planificación y programación tome en cuenta las recomendaciones del fabricante así como también las que pueda opinar el operador de la máquina.

La planificación y programación del mantenimiento programado por lo general se toma en base a una año calendario, empleándose jornadas diarias de trabajo, los días y semanas hábiles que tenga la empresa.

- Mantenimiento Predictivo

Es el mantenimiento planificado y programado basándose en análisis técnicos y condición del equipo, antes de ocurrir la falla sin detener el funcionamiento normal del equipo,



para determinar la expectativa de vida, de los componentes y reemplazarlos en tiempo óptimo, minimizando costos.

3.2.3 Actividades de mantenimiento

Las actividades que el área de mantenimiento realiza deben permitir que los sistemas productivos sean mantenidos de forma tal que la producción o servicio obtenido sea el deseado. Entre las actividades que realiza mantenimiento, según Leal y Zambrano en Fundamentos básicos del mantenimiento (2007), se tienen las siguientes:

- Actividad Mecánica

Son acciones de mantenimiento dirigidas a la conservación y reparación de las partes mecánicas de los objetos y sistemas. Estas partes varían de acuerdo a los sistemas.

- Actividad Eléctrica

Muchos sistemas u objetos de las organizaciones poseen partes eléctricas y estas son susceptibles de acciones para mantener y lograr su óptimo desempeño. Esta actividad es importante debido a que las fallas de índole eléctricas se pueden catalogar de impredecibles o fortuitas.



- Actividad de Lubricación

Son acciones donde se realizan cambios y análisis de lubricantes en los sistemas u objetos.

3.3 ESTUDIO TÉCNICO

El estudio técnico debe ser congruente con los objetivos del proyecto de inversión y con los niveles de profundidad del estudio en su conjunto. Este puede desarrollarse en los niveles de idea, pre factibilidad, factibilidad y proyecto definitivo.

Aporta información cualitativa y cuantitativa respecto a los factores productivos que deberá contener una nueva unidad en operación, esto es: tecnología, magnitud de los costos de inversión, recursos, previsiones para la nueva unidad productiva.

3.4 ESTUDIO ECÓNÓMICO

El estudio económico comienza con la determinación de los costos totales y de la inversión inicial, cuya base son los estudios de ingeniería, ya que tanto los costos como la inversión inicial depende de la tecnología seleccionada. Continúa con la determinación de la depreciación y amortización, dada su naturaleza líquida.



Su objetivo es ordenar y sintetizar la información de carácter monetario y elaborar los cuadros analíticos que sirven de base para la evaluación económica.

Los aspectos que sirven de base para la evaluación económica, son la determinación de la tasa de rendimiento mínima aceptable y cálculo de los flujos netos de efectivo. Ambos, tasa y flujos, se calculan con y sin financiamiento. Los flujos provienen del estado de resultados proyectados para el horizonte de tiempo seleccionado. Cuando se habla de financiamiento es necesario mostrar cómo funciona y como se aplica en el estado de resultados, pues modifica los flujos netos de efectivo. En esta forma se selecciona un plan de financiamiento, el más complicado, y se muestra su cálculo tanto en la forma de pagar intereses como el pago del capital.

3.5 EVALUACIÓN ECONÓMICA

Esta parte se propone describir los métodos actuales de evaluación que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, como son la tasa interna de rendimiento y el valor presente neto se anotan sus limitaciones de aplicación y son comparados con métodos contables de evaluación que no toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, y en ambos se muestra su aplicación práctica.

Esta parte es muy importante, pues es la que al final permite decidir la implantación del proyecto. Normalmente no se encuentran problemas en relación con el mercado o la tecnología disponible que se empleara en la



fabricación del producto; por tanto, la decisión de inversión casi recae en la evaluación económica. Ahí radica su importancia. Por eso, los métodos y los conceptos aplicados deben ser claros y convincentes por el inversionista.

3.6 COSTOS

En su acepción más general, los costos se pueden definir como los desembolsos o erogaciones en efectivo, en otros bienes o en acciones de capital, identificados con mercancías o servicios adquiridos. Desde el punto de vista de la contabilidad de costos son aquellas erogaciones de recursos económicos incurridos y aplicados en la operación de un proceso o fabricación de un producto con la finalidad de generar ingresos en el futuro. Constituyen el recurso que se sacrifica para alcanzar un objetivo específico y representan la base para el costo de los productos, el proceso de planeación y control, la evaluación del desempeño y la toma de decisiones gerenciales

- **Costos del Período.**

Son aquellos costos que se identifican con los lapsos de tiempo, un mes, un semestre, un año y no con los productos vendidos o los servicios prestados.

- **Costos del Producto**

Son los que se llevan contra los ingresos únicamente cuando han contribuido a generarlos en forma directa; es decir, constituyen los costos de los productos vendidos, sin importar las condiciones de la venta, bien sea a crédito o al contado.



- **Costos Predeterminados**

Son los costos calculados con anterioridad a la ocurrencia de los costos reales. Representan aquellos costos determinados por anticipados de la operación en la cual se incurren.

- **Costo Primo**

Es el costo constituido por la sumatoria de los costos de materiales directos y el costo de mano de obra directa.

- **Costo de Conversión**

Son los costos necesarios para transformar los materiales directos en productos terminados, es decir, representan la sumatoria de los costos de mano de obra y los costos indirectos de fabricación.

- **Costos fijos**

Constituyen los costos que permanecen constantes en un periodo determinado independientemente de los cambios en el volumen de las operaciones, es decir, que no sufren modificaciones relacionadas con los aumentos o disminuciones que se puedan generar en el proceso productivo.

- **Costos Variables**

Son aquellos costos que se modifican, cambian o fluctúan en relación directa al volumen de producción.



- **Costos SemivARIABLES**

“Son aquellos que permanecen constantes dentro de ciertos límites de modificación en el volumen de operaciones de la empresa, cambiando solamente cuando rebasa aquellos límites” Ortega (1969). Es decir, las variaciones de los costos semivARIABLES no son proporcionales con las modificaciones en el volumen de las operaciones realizadas.

- **Costos de Administración**

Son aquellos costos que se originan en el área de administración de la empresa.

- **Costos de Producción**

Son los costos que se aplican en el proceso productivo, es decir, son los desembolsos necesarios que se incurren para transformar la materia prima en producto terminado.

- **Los materiales directos**

Constituyen el primer elemento de los costos y son los costos de todos los bienes que integran físicamente el producto y que pueden ser identificados y cuantificados en cada unidad de producción.

- **La mano de obra directa**

Se refiere a las remuneraciones pagadas a los trabajadores que directamente intervienen en la transformación



de las materias primas en productos terminados y que pueden ser controladas de una manera efectiva. Además, pueden asociarse fácilmente con un determinado producto.

Los costos indirectos de fabricación se clasifican en:

- **Materiales Indirectos**

Conformado por todos los materiales que por su naturaleza no pueden identificarse en una unidad producida, como por ejemplo combustibles herramientas de corta vida, etc.

- **Mano de Obra Indirecta**

Son aquellas remuneraciones pagadas a los trabajadores que desempeñan labores indirectas en la producción, es decir, que por sus características no se consideran mano de obra directa. Entre éstas, se pueden mencionar: los capataces, inspectores, choferes, empleados del almacén, bonificaciones por horas extras, entre otras.

- **Otros Costos Indirectos o de Carga Fabril.**

Comprenden todos los demás costos que directa o indirectamente se incurren en el proceso productivo y que no pueden ser identificados con el producto. Entre los otros costos de carga fabril se encuentran los costos incurridos por mantenimiento (maquinarias, herramientas, vehículos, etc.); cargos fijos (depreciación, seguros, impuestos, alquileres); fuerza calefacción y alumbrado; costos de departamento de servicios especiales (departamento



de compra, recepción, almacén, contabilidad de costos, cafetería); costos varios de carga fabril (pérdidas por materiales defectuosos, desechos de producción, entre otros).

Los costos de producción, por sí mismos, no pueden generar información, requieren de una herramienta que transforme los datos relativos a los costos en información satisfactoria que pueda ser utilizada por la gerencia para el logro de sus objetivos; surge así, la Contabilidad de Costos como herramienta de trabajo indispensable para la gerencia.

3.7 NIVELADORA DE VÍA FÉRREA.

Como su nombre lo dice es una máquina de vía utilizada para la nivelación y alineación de la vía, dotada de bates vibrantes que se introducen en la capa de balasto y lo vibran energicamente bajo las traviesas para dotar a la vía de una posición exacta en planta y alzado.

A su vez puede ser también puede medir los defectos del trazado de la vía y los corrige, colocándola en su posición exacta en planta y alzado.

Se conoce por bateadora a las grandes máquinas de vía que realizan estas funciones, pero también hay bateadoras ligeras, en cuyo caso se trata de una herramienta ligera que permite realizar la nivelación traviesa por traviesa en operaciones de sustitución de las mismas.



3.8 ANÁLISIS FODA

Es una herramienta que se utiliza para comprender la situación actual de una empresa u organización.

FODA es una sigla que significa Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas. Este tipo de análisis representa un esfuerzo para examinar la interacción entre las características particulares de su negocio y el entorno en el cual éste compite. El análisis FODA tiene múltiples aplicaciones y puede ser usado por todos los niveles de la corporación y en diferentes unidades de análisis tales como producto, mercado, producto-mercado, línea de productos, corporación, empresa, división, unidad estratégica de negocios, etc. Muchas de las conclusiones obtenidas como resultado del análisis FODA, podrán serle de gran utilidad en el análisis del mercado y en las estrategias de mercadeo.



CAPITULO IV

MARCO METODOLÓGICO

Para el desarrollo del trabajo de investigación es preciso enmarcar el mismo dentro de un contexto metodológico, que permita organizar las acciones para la recolección, organización, análisis e interpretación de la realidad, aplicando los siguientes métodos:

4.1. TIPO DE ESTUDIO

La investigación realizada es un tipo estudio descriptivo, evaluativo y aplicado.

Se considera que es un estudio descriptivo, debido a que permitió determinar y registrar el estado actual en el cual se encuentran las (2) niveladoras pertenecientes a la gerencia de Ferrocarril al taller de mantenimiento de equipos ferroviarios.

Según de Arias, F. (2007), sobre la investigación descriptiva el cual dice: Consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican



en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere.

También se considera que este estudio es evaluativo, porque su objeto es analizar cuál de las opciones entre comprar equipos nuevos y repotenciar los ya existentes, resulta más rentable; con el fin de recomendar a CVG Ferrominera Orinoco la decisión a tomar.

De igual manera de acuerdo al propósito de la investigación es aplicada, pues tiene como objetivo facilitar a la empresa la decisión más conveniente a tomar, con el fin de satisfacer las necesidades que tiene la gerencia de Ferrocarril.

4.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo al estudio, la investigación se basó como modalidad de “**Campo**”, ya que este facilita la recolección de los datos en el mismo lugar donde se desarrolla la problemática; para llevar a cabo esta investigación fue necesario recolectar la información a través de observaciones realizadas en las rehabilitaciones o mantenimientos de vías férreas, donde son utilizadas las niveladoras además de observar la importancia que tienen para el mantenimiento de las vías. Sin embargo también nos permitió extraer información a través de los registros de fallas que se presentan eventualmente en las mismas.



Sobre la investigación de campo, la Universidad Pedagógica Experimental Libertador UPEL (2008) conceptualiza el término como: Se entiende por investigación de Campo, el análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoques de investigaciones conocidas o en desarrollo. Los datos de interés son recogidos de forma directa de la realidad; en este sentido se trata de investigaciones a partir de datos originales o primarios.

También se considera que la investigación realizada es un diseño “**No experimental**”.

De acuerdo con Arias (2006), este diseño consiste en:

“La recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna; es decir el investigador obtiene información pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental” (P.96)

Tomando en cuenta lo anterior el estudio se basara en el análisis de la situación actual del estado de las niveladoras de vía férrea, sin alterar las condiciones naturales.



4.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

Para cumplir con el propósito de esta investigación, el cual consiste en la evaluación técnica y económica pertenecientes al taller de equipos ferroviarios de la empresa CVG Ferrominera Orinoco, se consideró como la población de estudio, las niveladoras Tamper Mark VI (FMO 033-0280) y Plasser & Theurer (FMO 033-0333).

Sobre la población, los autores Stracuzzi, S. & Martins, F. (2006) definen que es: “el conjunto finito o infinito de elementos, personas o cosas pertinentes a una investigación y que generalmente suele ser inaccesible”.

Sobre la muestra, el autor Tamayo y Tamayo (1998) define el muestreo intencionado como aquel que toma lugar cuando el investigador selección los elementos que a su juicio, son representativos, lo cual le exige un conocimiento previo de la población que se investiga para poder determinar cuáles son las categorías o aspectos que se pueden considerar como tipo representativo del fenómeno que se estudia.

En el caso de la de investigación la muestra es coincidente con la población. Por lo que la muestra está comprendida por el mismo número de población, es decir las dos máquinas niveladoras Tamper Mark VI (FMO 033-0280) y Plasser & Theurer (FMO 033-0333).

4.4 TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Para el estudio de este trabajo de investigación, se utilizaron técnicas e instrumentos que son necesarios para la obtención de información y recolección de datos, para así poder alcanzar de algún modo los objetivos preestablecidos. La recolección de datos define las estrategias que se implementan para estudiar los fenómenos y problemas a los cuales se les busca solución.

Por lo que se utilizaron las siguientes técnicas:

- **Revisión de documentación:**

Es un instrumento que permite extraer información de diferentes documentos como tesis, textos, entre otros. Además se da la revisión bibliográfica por medio del uso de la red de internet. Esto con el fin, de evaluar y seleccionar las técnicas más adecuadas para realizar el estudio, también para formular las bases teóricas que darán relevancia al mismo

- **Observación directa:**

La observación directa del proceso de mantenimiento preventivo y correctivo a las vías férreas y a los equipos en ese proceso, hecho a cabo en el taller de equipos ferroviarios, es una herramienta importante la cual permitió conseguir información acerca de determinada situación, con este instrumento se logró obtener una visión panorámica de los



acontecimientos que se daban en el departamento, de las acciones u operaciones ejecutadas por los operadores, de los tiempos en que se encuentran realmente los activos los equipos, y de toda la información concerniente al proceso.

Ante esto, Méndez (2000) expresa que: “Observar lleva al investigador a verificar lo que se quiere investigar, implica identificar las características y elementos del objeto de conocimiento, al igual que conocer todas aquellas investigaciones realizadas hasta ese momento”.

- **Entrevistas no estructuradas:**

Briones (1990), afirma que: “La entrevista no estructurada es aquella que incluye temas de estudio, dentro de las cuales el investigador formula preguntas que le parecen más apropiadas y con el vocabulario que más se adapte a la situación”

Con respecto a la investigación que se realizó, este tipo de entrevista se le aplicó al personal de mantenimiento de equipos ferroviarios como también al departamento de mantenimiento de vías y estructuras, con el fin de obtener detalles de las dificultades en el proceso de mantenimiento preventivo y correctivo de las vías férreas. De esta manera se puede recopilar una mayor información acerca las niveladoras.



RECURSOS

a) Recursos Físicos

- Computadora para el registro y desarrollo (digital) de la investigación.
- Cámara fotográfica.
- Memoria USB (Pendrive) para el almacenamiento de la información en digital.
- Intranet de CVG Ferrominera Orinoco, para recopilar información acerca de información general de la empresa y trabajos similares ya realizados.
- Internet, para la búsqueda de términos y conceptos que permitan la sustentación teórica de la investigación.
- Lápiz, Hojas, Bolígrafo.
- Norma COVENIN 2500-93

b) Equipos de Protección Personal

- Lente de seguridad.
- Casco.
- Botas de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Mascarilla.

4.5 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

El procedimiento que se llevó a cabo, para la realización de esta investigación se presenta a continuación:

1. Familiarizar con el área. Se buscaron planos de planta que ayudaron a entender el proceso que allí se realiza, enfocando la atención a la Niveladora-Alineadora.
2. Documentar los datos acerca de la ficha técnica y las características de los sistemas motriz, eléctrico, hidráulico de la Niveladora Alineadora Tamper Mark VI (FMO 033-0280) y Plasser & Theurer (FMO 033-0333)
3. Recolectar datos e información acerca de los procesos de mantenimiento preventivo y correctivo de las niveladoras de vía férrea Tamper Mark VI (FMO 033-0280) y Plasser & Theurer (FMO 033-0333)
4. Examinar cuales fueron los distintos tipos de fallas de la Niveladora Alineadora Tamper Mark VI (FMO 033-0280) y Plasser & Theurer (FMO 033-0333).
5. Elaborar graficas con los porcentajes promedio de fallas por sistema.
6. Realizar diagramas de Pareto para determinar causas ocurrencia de fallas.
7. Realizar entrevistas al personal de mantenimiento de equipos ferroviarios para obtener la información y los datos necesarios para hacer la evaluación a la norma Covenin 2500-93.



8. Elaborar matriz FODA de los factores internos y externos que influyen en la niveladora.
9. Calcular los costos de reparación de mano de obra, material, repuesta de la Niveladora Alineadora Tamper Mark VI (FMO 033-0280) y Plasser & Theurer (FMO 033-0333)
10. Evaluar alternativa técnica económica más rentable de adquisición o reparación de niveladoras de vía férrea.
11. Establecer propuesta de mejora en función de los resultados obtenidos del estudio.



CAPÍTULO V

SITUACIÓN ACTUAL

El presente capítulo muestra la situación actual de las niveladoras de vía férrea que se encuentran ubicadas en el taller de equipos ferroviarios, se empleará las diferentes herramientas de ingeniería industrial para conocer el estado en el que se encuentran las mismas. A continuación se describirá:

5.1 DIAGNOSTICAR LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS CONDICIONES EN QUE SE ENCUENTRA LAS NIVELADORAS TAMPER MARK VI (FMO 033-0280) Y PLASSER & THEURER (FMO 033-0333).

Considerando las operaciones, procedimientos y funciones que ejecutan el personal de mantenimiento de vías férreas de la gerencia en C.V.G FERROMINERA ORINOCO C.A; se da a conocer la necesidad que tiene contar con equipos que ofrezcan las condiciones óptimas de trabajo. Es por ello que el departamento de mantenimiento de Vías y Estructuras tiene como función mantener las vías férreas en estado operativo para asegurar el desplazamiento del tren, el cual se encarga de transportar el mineral y los productos desde las minas de Ciudad Piar hasta los patios de Puerto Ordaz para su posterior despacho a sus clientes.

Es por ello que hoy en día Ferrominera Orinoco cuenta con muchos kilómetros de vías férreas, a los cuales es preciso realizarle mantenimiento preventivo y correctivo a través de diferentes equipos especializados entre ellos se encuentran las niveladoras, estas se encargan de mantener la estabilidad de la vía y disminuir el desgaste lateral causado por la desalineación. Actualmente la empresa cuenta con tres equipos de este tipo, uno de la marca Tamper modelo Mark VI y dos marca Plasser & Theurer operando una de estas en Ciudad Piar y otra en la Superintendencia de Equipos Ferroviarios en Puerto Ordaz con el modelo 08-16 SH. A continuación en la Tabla N° 1 se muestran la condición actual de cada una de las niveladoras.

Tabla N°1: Condición actual de las niveladoras de equipos ferroviarios.

EQUIPO FMO	ADQUISICIÓN	VIDA ÚTIL		ESTADO DEL EQUIPO
		REAL	ESTIMADA	
33-0280	1997	17	10	Activo
33-0333	2004	10	10	Activo

Fuente: Elaboración propia.

La niveladora Tamper Mark VI FMO (33-0280) es uno de los equipos más viejo y la cual tiene funciones más automáticas que la otra marca, tan solo necesita de un operador para realizar sus tareas lo que significa que es una maquina muy versátil. Para cumplir con su función proceden de la siguiente manera, por medio de detectores electrónicos se define el estado en que se encuentra la vía, luego se determinan los valores para la corrección, tomando siempre como base el punto más bajo encontrado en la



vía. En la ejecución del trabajo, la máquina levanta la vía mediante un tren de levante, que engancha y alza los rieles hasta conseguir los valores establecidos, éste además se encarga de alinear la vía. Finalmente el equipo con la ayuda de 4 grupos de bateo apisona el balasto debajo de los durmientes, logrando así una base compacta que garantice el nivel al pasar el tren.

Debido al continuo uso de la niveladora para cubrir parte del trabajo, esta se encuentra operando con bajo rendimiento, dado a que casi dobla su tiempo de vida útil en servicio para la empresa y por esta razón presenta un alto grado de desgaste y deterioro, entre ellas se pueden mencionar que la bomba manifiesta fallas, el grupo de bateo está derramando aceite debido a que la mayoría de los sellos del sistema hidráulico están vencidos, el motor se encuentra a media vida sin la fuerza que lo caracteriza, en la caja a menudo se registran deslizamientos, además de presentar fallas con la tarjeta electrónica de alineación y nivelación lo cual es grave pues es la principal función de la niveladora, las válvulas exhiben gran decadencia, en cuanto sistema de freno las bombonas están perforadas y la estructura muestra una apariencia muy fatigada.

Por el contrario Plasser & Theurer 08-16 SH (33-0333), estos equipos suelen realizar a menudo muchos trabajos de rehabilitación pero a diferencia de la Tamper esta necesita por lo mínimo dos operarios más una persona que se encuentre en la vía férrea avisando el estado en el que se encuentra la vía si hay juntas o imperfecciones, ya que la principal desventajas es que no posee sensores que las detecten por lo que no sujeta bien los rieles, sube los ganchos y rompe los boom. Los errores que tiene la vía se sacan por medio de valores que le da el operario dependiendo del requerimiento que necesite con respecto al levantamiento o desplazamiento que tiene la vía de desalineación (es decir la perspectiva que tenga la persona) esta tiene dos



funciones: los ganchos para los empates y tiene los discos cuando no tiene empate puede trabajar sin problemas. Lo que quiere decir que la máquina es ideal para trabajar en vías con balasto no contaminado, terrenos suaves donde no se realice grandes esfuerzos.

Por otra parte se puede mencionar que esta presenta obsolescencia, debido a que ya cumplió su periodo de vida útil y que a causa del tiempo que lleva operando se han manifestado diversas fallas con respecto al grupo de bateo por bote de aceite, pues esta máquina es hidráulica, el sistema eléctrico con constantes fallas en sus tarjetas electrónicas y en las válvulas, entre otros. Estas fallas que se presentan evidentemente y que suelen afectar la disponibilidad de la misma a pesar de que el departamento de equipos ferroviarios efectúa reparaciones y se cuenta con plan de mantenimiento. Más adelante se estudiara a profundidad cada una de las fallas y cual sistema presenta más problemas.

Sin duda alguna ambos equipos cumplen la misma función solo que uno es más eficaz que el otro y que con las continuas fallas se debe evaluar cuál de ellas implica mayores gastos para la prestación del servicio, con el fin de garantizar calidad, disposición inmediata para las rehabilitaciones y disminución de pérdidas para la empresa. Por ende, la Superintendencia de Equipos Ferroviarios necesita conocer cuál de estas niveladoras (Tamper Mark o Plasser & Theurer) es más factible con el fin de tomar la mejor decisión además de conocer los puntos más críticos aspectos más relevantes y las posibles soluciones.



5.2 FALLAS PRESENTADAS POR LAS NIVELADORAS TAMPER MARK VI (FMO 033-0280) Y PLASSER & THEURER 08-16 SH (FMO 033-0333).

Las fallas que se presentan a continuación, fueron obtenidas tomando como base de datos el libro de reporte diario que llevan los operadores del equipo, en la supervisión de la jefatura de área de conservación de equipos y mantenimiento de equipos ferroviarios, en el cual se lleva asentado un registro sobre el funcionamiento que ha presentado el equipo por día trabajado, anotándose cualquier falla que haya podido presentar este, durante el tiempo que estuvo en operación. Las fallas que fueron tomadas en cuenta son las que ocasionaron una demora en la máquina, por lo cual se hace necesario un estudio de estas fallas.

Para realizar el análisis se tomaron los datos pertenecientes al periodo 2008-2014 de ambas máquinas para conocer cuál niveladora presenta más problemas. Dada la existencia de un innumerable número de fallas, se procederá a clasificarlas de acuerdo a nueve sistemas claramente definidos. A continuación se exponen los sistemas:

- **SISTEMA HIDRÁULICO**

Está conformado por todos los cilindros hidráulicos, bombas, motores, válvulas, mangueras de fluido hidráulico y de lubricación; en general toda pieza por donde circule fluido hidráulico.

- **Válvulas:** Estas fallas por fugas debido a desgastes de los sellos por las condiciones ambientales, por contaminación del fluido de trabajo y en muchos casos si son electroválvulas se dañan los



solenoides o se producen falso contacto por oxidación o por sulfatación de estos.

- **Manómetros:** Sus fallas son debido a las condiciones ambientales en las que trabajan, ya que son elementos delicados.
- **Motores hidráulicos:** Sus frecuencias de fallas son bajas, pero cuando ocurren es debido al desgaste en sus partes producto de la contaminación del fluido de trabajo. Se aconseja un cambio periódico del aceite y filtros.
- **Bombas hidráulicas:** Sus frecuencias de fallas son bajas, pero cuando ocurren es debido al desgaste en sus partes producto de la contaminación del fluido de trabajo. Se aconseja un cambio periódico de aceite y filtros.
- **Fugas de aceite (válvulas, cilindros, mangueras y tuberías):** La frecuencia de que esto ocurra es alta, esto puede ser debido a mal apriete de los fittings, mal estados de las mangueras debido a las condiciones de ambientales y de trabajo, vencimiento de los sellos de los cilindros.
- **Bulbos de presión de aceite:** Sus fallas son debido a la contaminación del fluido y por las condiciones ambientales que dañan los contactos eléctricos de los bulbos.
- **Cilindros hidráulicos:** Los cilindros hidráulicos pueden fallar por rupturas de vástagos debido a sobre cargas, fugas de aceites por los sellos.



- **GRUPO MOTRIZ.**

Este sistema genera la potencia inicial, es todo el conjunto que permite el desplazamiento del equipo en la vía, y de él depende el funcionamiento de todos los sistemas que requieren de la potencia que produce.

- **Correas del motor:** Generalmente sus rupturas son debido a la falta de revisión de las condiciones en que se hallan.
- **Motor diesel:** Sus averías por lo general son debidos al desgaste normal, pero este desgaste puede controlarse haciendo un cambio periódico del aceite y filtro.
- **Diferencial:** Su falla por lo general es debido a desgaste y a la falta de cambios programados de aceite.
- **Aislantes del eje:** Estos están estrechamente relacionado con las ruedas y por estar hechos de teflón son susceptibles a desgastes, por lo tanto, es necesario una periódica inspección de sus estados.
- **Empacadura del escape:** Su deterioro no depende de ningún factor en sí, va de acuerdo del uso del motor, pero si hay que tener en cuenta que es necesario un ajuste periódico de los tornillos del múltiple de escape.
- **Bomba de inyección:** Se presenta con marcha irregular, requiriendo reglajes y mantenimiento preventivo.



- **Caja de velocidad:** La mayoría de los casos es debido a uso incorrecto, además de problemas con los interruptores de presión causado por la humedad que daña los contactos eléctricos.
- **Punta de eje:** esta necesita una periódica revisión de la grasa de los rodamientos para evitar averías.
- **Radiador:** Sus fallas se limitan a fugas por corrosión, probablemente a la falta de cambio del fluido refrigerante y al no contener una bebida mezcla de anticorrosivo.

- **GRUPO DE BATEO**

Es el encargado de cumplir con la función específica para la cual fue diseñado el equipo, está directamente relacionado con el sistema hidráulico. En este sistema se incluirán todas las piezas de ajuste y sujeción que tiene que ver directamente con el sistema.

- **Tornillería y pasadores:** Debido a las vibraciones del equipo los tornillos se fracturan, al igual que los pasadores del conjunto se rompen ya que estos están sometidos a elevadas cargas, deformándose y endureciéndose poco hasta fracturarse.
- **Plogas de bateo:** Estas tienen un severo desgaste debido al trabajo que realizan y las vibraciones que esto produce.
- **Guaya de alineación:** Debido al uso frecuente y las condiciones de trabajo, esta se va deshilachando y perdiendo tensión hasta



llegar a un punto de ruptura o a la entrega de datos de medición errados.

- **Seguros del grupo de bateo:** Se deforman debido al gran peso que deben soportar.
- **Ruedas dentadas:** Por lo general se dañan debido a la entrada de partículas con que se hallan en el ambiente de trabajo.
- **Carro de medición:** este sufre ruptura en su estructura, falla en los equipos de medición o en los equipos de encostamiento del carro a la vía. Esto se produce por las duras condiciones trabajo.
- **Pasadores del conjunto:** Los pasadores se rompen, por efectos de altas cargas a las cuales están sometidos deformándose hasta llegar a la ruptura.
- **Dientes de trabajo:** Estos pueden sufrir desgaste o perderse por falta de ajuste periódico.
- **Correas transportadoras:** Se rompen debido al desgaste, aunado a la falta de un ajuste periódico a ser tensión.

- **SISTEMA ESTRUCTURAL.**

Es el esqueleto del equipo, esa donde están soportados todos los componentes de este, se incluye, además la tornillería, los puntos soldados y en general todo elemento que garantice la rigidez del sistema.



- **Tornillería y aislantes:** Estos sufren desgastes, fracturas o extravío, debido a las altas vibraciones a las que está sometido el equipo, además de aplicársele en determinados casos cargas de tracción mayores a las que soporta el material.
- **Soldaduras:** La falla en las soldaduras también es producto de las vibraciones en el equipo.
- **Fractura del tanque hidráulico:** El deterioro del tanque hidráulico es debido fundamentalmente a la corrosión, para la cual cada cierto tiempo se debería aplicar un tratamiento anticorrosivo.

- **SISTEMA NEUMÁTICO**

Conformado por todas las piezas o componentes que funcionen con aire, presión o que a través de ellos circule este, excluyendo el sistema de freno que por poseer componentes exclusivamente mecánicos se ha colocado por separado.

- **Mangueras y válvulas:** En ambos casos las condiciones ambientales producen deterioro en los sellos y al material de las mangueras, además de la falta de apriete en los terminales y conexiones.
- **Cilindros neumáticos:** Los sellos de los cilindros son los más propensos a fallar, además que en muchos casos la falla es el cuerpo del cilindro debido a deformaciones.
- **Compresor:** el compresor sufre desgaste por el uso y por un mantenimiento no adecuado.



- **SISTEMA DE FRENOS**

Compuestos exclusivamente por las piezas referidas a este sistema, por ejemplo las bombas, las zapatas, válvulas reguladoras, etc.

- **Zapatas de frenos:** Sus desgastes dependen del uso del vehículo, pero tiene que ver su reglaje, esto influye directamente en la vida útil de las zapatas.
- **Cilindro de frenos:** Los cilindros fallan normalmente por deformación del vástago al ceder el material, en otros casos se dañan los diafragmas por desgaste.
- **Bombona de pedal de freno:** Generalmente presenta fuga debido al desgaste de los sellos.
- **Válvula de frenos:** Estas presentan fugas debido al desgaste de los sellos y por las condiciones ambientales, también se dañan la parte eléctrica debido a la sulfatación de los contactos o en los casos se quema la bobina.

- **SISTEMA ELÉCTRICO**

Compuesto por todo el cableado eléctrico y accesorios, dentro de este se incluye el sistema eléctrico (computadora) de los equipos y todos los componentes del tablero de control.



- **Gobernador:** Su falla se produce fundamentalmente por problemas en los contactos.
- **Interruptor de encendido:** El desgaste y la mala manipulación de estos interruptores son la causa fundamental de las fallas de estos interruptores.
- **Arranque y alternador:** La falla de estos sistemas a pesar de pertenecer al sistema eléctrico, se originan por desperfectos mecánicos de algunos de sus componentes.
- **SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO:** este sistema proporciona enfriamiento a la cabina y está compuesto por un compresor, válvulas, intercambiadores de calor, evaporador, condensador, líquido refrigerante que fluye a través del sistema, etc.
 - **Aire acondicionado:** presenta problemas por fugas en las mangueras y fallas en el compresor.
 - **Tuberías:** presenta fugas en las uniones o soldaduras, también puede ser ocasionada por perforaciones en las mismas.
- **SISTEMA MECÁNICO:** está conformado por piezas pequeñas que ameritan cambio por desgaste o daños estos pueden ser: gomas, ruedas, rotulas, arandelas, etc.



5.2.1 Niveladora Plasser & Theurer 08-16 SH (Fmo 033-0333).

A continuación se tiene en la Tabla N°2 donde se presentan el número de fallas por sistema, las cuales se obtuvieron de los libros de reportes de la niveladora Plasser & Theurer 08-16 SH (Fmo 033-0333).

Tabla N°2: Fallas por sistema de la niveladora Plasser & Theurer 08-16 SH.

ENTRADA	SALIDA	TIEMPO ENTRE FALLA	DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	OBSERVACIONES
05/01/2008	05/01/2008	1	Batería dañada	ELECT
15/01/2008	15/01/2008	10	Válvula averiada	SN
30/03/2008	30/03/2008	75	Luces quemadas.	ELECT
15/04/2008	15/04/2008	16	Cambio de aceite de motor 15w-40 y filtros- Lubricación de los grupos de bateo.	GM-SH
07/08/2008	07/08/2008	114	Solenoides de apagado de motor dañado.	ELECT
11/09/2008	11/09/2008	35	Bajo nivel de gas de aire acondicionado.	S A/A
26/12/2008	28/12/2008	108	Plogas malas.	GB
12/01/2009	12/01/2009	15	Ajustar los frenos- Zapata gastadas.	SF-SF
21/04/2009	21/05/2009	129	Reparar tarjeta	ELECT
22/05/2009	22/05/2009	1	Batería de 500 amp dañada	ELECT

Fuente: Elaboración propia.



Tabla N°2: Continuación de tabla N°2.

ENTRADA	SALIDA	TIEMPO ENTRE FALLA	DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	OBSERVACIONES
25/06/2009	25/06/2009	34	7 bates o plogas del conjunto de bateo inservibles.	GB
04/07/2009	07/07/2009	12	Disco de levante desgastado-Baterías de 12v 1300amp dañadas	GB-ELECT
07/09/2009	08/09/2009	63	Correa rota.	GM
12/11/2009	11/11/2009	65	Cambio aceite del motor -Filtros tapados.	GM-SH
25/11/2009	25/11/2009	14	Ventilador del A/A averiado	ELECT
14/04/2010	01/06/2010	217	Reparación de cámara de freno (taller foráneo)- Cambio válvula reductora-Se purgo neumático.	SF-SH-SN
01/06/2010	11/06/2010	10	Ajustar filtro del motor vibrador derecho- Tuerca del gato que sube y baja el grupo de bateo floja-Cambio filtro TF-5052,BD903 filtro de aceite de motor 15w40 y gas-oil-25lts de aceite de motor dañados.	SH-SE-SH-SH-GM
21/06/2010	23/06/2010	12	Falla de frenos - Tornillos flojos -Seguros de combo clamp.	SF-SE-GB

Fuente: Elaboración propia.



Tabla N°2: Continuación de tabla N°2.

ENTRADA	SALIDA	TIEMPO ENTRE FALLA	DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	OBSERVACIONES
04/08/2010	05/08/2010	43	2 correas del alternador 13405 rotas-Cambio regla de medición - Ajuste de potenciómetro.	GM-ELECT-ELECT
30/03/2011	30/03/2011	237	Reemplazar cilindro neumático de seguro de combo clamp	SN
18/10/2011	20/10/2011	204	Tarjeta de potencia averiada-Alternador dañado-Aire acondicionado averiado-Cambio de aceite y filtro del motor, hidráulicos, granulados-Frenos en malas condiciones-Reparación del apagado del motor-Mantenimiento de válvulas transmisora-Mantenimiento de grupo de bateos-Gomas dañadas de soporte de eje de bateo-Luces de viaje quemadas.	ELECT-ELECT-SA/A-GM-SH-GM-SF-MEC-SH-GB-SN-ELECT
02/11/2011	28/11/2011	38	Reparación de limit swich-Correa de alternador floja-Cambio de válvula macho-Calibración de bomba,- Reparación de A/A lavado de equipo.	ELECT-ELECT-SH-SH-SA/A

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°2: Continuación de tabla N°2.

ENTRADA	SALIDA	TIEMPO ENTRE FALLA	DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	OBSERVACIONES
07/12/2011	08/12/2011	10	2 baterías 4D-12V - 1100amp dañadas-Dos bornes en malas condiciones.	ELECT-ELECT
13/12/2011	14/12/2011	6	Sistema de marcha-Gomas de tren de alineación dañadas-Tarjeta electrónica de potencia con problemas.	ELECT -MEC-ELECT
06/06/2012	11/08/2012	261	2 válvulas eléctricas con fallas-Hacer adaptación tarjeta electrónica.	ELECT-ELECT
15/09/2012	15/09/2012	35	Cambio de aceite del motor y filtro del motor.	GM
03/02/2013	03/02/2013	141	Filtros de combustible tapados -Filtro de aire-Aceite de motor en malas condiciones.	SH-SN-GM
07/02/2013	07/02/2013	4	Sistema de frenado presenta problemas-Cambio válvula de aire chequeo.	SF-SN
19/05/2013	19/05/2013	113	Cambio de aceite del motor-Filtros de combustibles tapados-Soplar filtros de aire.	GM-SH-SN

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°2: Continuación de tabla N°2.

ENTRADA	SALIDA	TIEMPO ENTRE FALLA	DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	OBSERVACIONES
07/08/2013	12/01/2014	238	Tarjeta electrónica dañada-Válvulas neumáticas en malas condiciones.	ELECT-SN
16/03/2014	16/03/2014	63	Contaminación del tanque de combustible (gasoil)-Filtros de combustible dañados.	SE-SH
24/03/2014	28/03/2014	12	Baterías dañadas	ELECT
01/07/2014	01/07/2014	95	Manguera de conjunto de bateo rota - Completar niveles de aceite.	GM-GM

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 2 se presenta el tiempo entre fallas el cual está determinado desde la puesta en actividad del equipo y la próxima entrada al taller, también se incluye la descripción de la falla y a que sistema o grupo pertenece, por otra parte en la tabla N° 3, se especifica el total de fallas y el total de tiempo entre fallas.

Tabla N°3: Tiempo total entre fallas de la niveladora Plasser & Theurer 08-16 SH.

Total tiempo entre fallas(Días)	2431
Total de fallas	74

Fuente: Elaboración propia

Igualmente en la Tabla N°4, se encuentra registrado un informe detallado de la distribución de la frecuencia de fallas de la niveladora Plasser & Theurer 08-16H, donde se refleja los sistemas con sus respectivos números de fallas y porcentualidad, en base a esta tabla podemos construir el Grafico N°1, donde se aprecia de forma visual y clara que el con más frecuencia de falla.

Tabla N°4: Distribución de la frecuencia de fallas de la niveladora Plasser & Theurer 08-16 SH.

SISTEMA	N° DE FALLAS	PORCENTAJE
Eléctrico	22,00	29,73
Hidráulico	13,00	17,57
Grupo motriz	12,00	16,22
Neumático	8,00	10,81
Frenos	6,00	8,11
Grupo de bateo	5,00	6,76
Estructural	3,00	4,05
Aire acondicionado	3,00	4,05
Grupo mecánico	2,00	2,70

Fuente: Elaboración propia

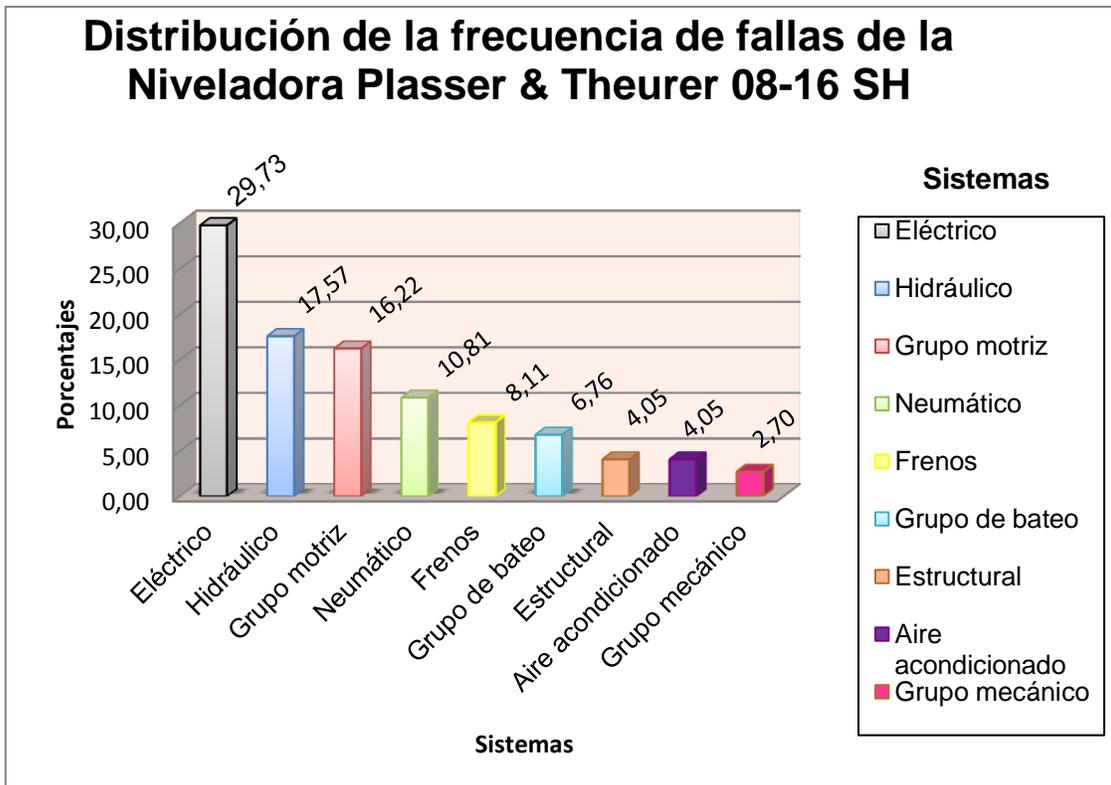


Gráfico N°1: Distribución de la frecuencia de fallas de la niveladora Plasser & Theurer 08-16SH

Fuente: Elaboración propia.

Al observar en el gráfico N°1 de distribución de la frecuencia de fallas de la niveladora Plasser & Theurer 08-16H, se evidencia que el sistema eléctrico es el que más sufre fallas con 29,73% , el sistema hidráulico que presenta casi la mitad del sistema anterior con un 17,57%, seguido del grupo motriz que por poco lo iguala con 16,22%, mientras que los otros sistemas como el neumático, frenos, grupo de bateo, estructural, aire acondicionado y grupo mecánico van en descenso, los cuales reflejan poca frecuencia en comparación con los mencionados anteriormente y que afectan poco la disponibilidad de la misma.

5.2.2 Niveladora Tamper Mark VI (Fmo 033-0280)

Para esta niveladora se procede a realizarle el mismo procedimiento que a la anterior, en la Tabla N°5 se presentan el número de fallas por sistema, las cuales fueron recolectadas de los libros de reportes diarios de la niveladora Tamper Mark VI (Fmo 033-0280)

Tabla N°5: Fallas por sistema de la niveladora Tamper Mark VI.

ENTRADA	SALIDA	TIEMPO ENTRE FALLA	DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	SISTEMA
28/01/2008	28/01/2008	1	Caja de velocidad dañada - Filtros de aire.	GM-SN
30/01/2008	31/01/2008	3	Grupo de bateo lado derecho malo -Reemplazo un gato del combo clamp.	GB-GB
03/02/2008	03/02/2008	3	Aceite al motor dañado- Filtro (1°, 2°) aire-Filtro de gasoil-Grupo de bateo.	GM-SN-SH-GB
10/02/2008	21/02/2008	18	Luces de viaje-Reemplazo la bomba(P2)-Reemplazo de la bomba (P1)	ELECT-SH
24/02/2008	08/03/2008	16	Reemplazo del motor de transmisión inservible	GM
09/03/2008	15/03/2008	7	Falla de bomba Nyd P2	SH

Fuente: Elaboración propia.



Tabla N°5: Continuación de la tabla N°5.

ENTRADA	SALIDA	TIEMPO ENTRE FALLA	DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	SISTEMA
17/03/2008	17/03/2008	2	Cambio de válvula	SH
08/04/2008	08/04/2008	22	Reparación limit switch	ELECT
08/05/2008	09/05/2008	1	Falla de bomba doble P7 y P8 del sistema de trabajo	SH
18/06/2008	20/06/2008	42	Cambio de A/A	SA/A
31/07/2008	31/07/2008	41	Reparación de bomba P8 - Baterías descargadas.	SH-ELECT
28/08/2008	28/08/2008	28	Cambios de aceite -Cambio de filtros de gasoil	GM-SH
26/09/2008	26/09/2008	29	Desgaste de 2 correas del compresor de enfriamiento de la cabina.	SH
18/10/2008	18/10/2008	22	Palpador del grupo combo clamp del nivelador dañado	GB
01/11/2008	01/11/2008	14	Filtros de aceite tapado- Filtro de refrigerante dañados-Filtro de gasoil tapados-Filtro de aire dañados.	GM-SA/A-SH-SN
12/12/2008	13/12/2008	42	Cambio de los siguientes componentes averiados: Red valver- Batería 4d, Válvula HYD ,Flow cont.	SH-ELECT-SH-SH

Fuente: Elaboración propia.



Tabla N°5: Continuación de la tabla N°5.

ENTRADA	SALIDA	TIEMPO ENTRE FALLA	DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	SISTEMA
15/01/2009	16/01/2009	34	Cilindro de levantar y bajar el grupo de bateo del lado derecho dañado- Fitting del motor vibrador del grupo de bateo del lado izquierdo se encuentran flojos -Reemplazo de manguera neumática del gato izquierdo del combo - clamp-El pasador vertical del grupo de bateo izquierdo delantero se encuentra flojo.	SH-SE-SN-SE
26/01/2009	27/01/2009	11	Desgaste de correas	GM
13/02/2009	14/02/2009	18	Cambio de limit swith- Bloque de la válvula de tracción trasera malo- Tornillos y sello del clutch.	ELECT-SH-SE
17/03/2009	17/03/2009	31	Eje rueda motriz fuera de posición	GM
26/05/2009	26/05/2009	70	Manguera rota	SH
10/06/2009	19/08/2009	85	Eje delantero dañado- Cambio de las estoperas y rolinera-Zapata de freno dañada	GM-MEC-SF
23/09/2009	01/10/2009	43	Motor del sistema de a/a dañado - Descalibración de la presión de la bomba HYD P8-Pinzas del combo clamp inservibles.	SA/A-SH-GB
05/10/2009	06/10/2009	5	Gato hidráulico combo clamp dañado-Reemplazar mangueras HD	GB-SH

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°5: Continuación de la tabla N°5.

ENTRADA	SALIDA	TIEMPO ENTRE FALLA	DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	SISTEMA
31/10/2009	31/10/2009	25	Filtro de aceite del motor tapado y cambio de aceite del motor.	GM
04/11/2009	04/11/2009	4	Manguera desgastada-Fitting del grupo de bateo rota.	SN-GB
23/02/2010	23/02/2010	111	Cambios de aceite de motor y filtro tapado-Filtros de combustibles-Se sopló el filtro de admisión.	GM-SH-SN
13/03/2010	13/03/2010	18	Fuga de aire por válvulas(scuip)-Fuga de hidráulico por base de válvulas-Cadena de grupo de bateos- Reemplazamiento de 4 plogas del grupo de bateo derecho -Cambiar 2 mangueras hidráulicas	SN-SH-GB-GB-SH
16/03/2010	17/03/2010	4	Gato neumático dañado-Bote de aceite por filtro.	SN-GM
24/04/2010	07/05/2010	51	Instalación y adopción del tubo de escape-Batería dañada	SE-ELECT
17/07/2010	17/07/2010	71	Aceite de la transmisión contaminado-Se fabricó manguera #12 de conj. Bateo.	GM-SH

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°5: Continuación de la tabla N°5.

ENTRADA	SALIDA	TIEMPO ENTRE FALLA	DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	SISTEMA
02/11/2010	03/11/2010	109	Reparar el sistema de combustible-Limpiar los filtros de gas-oil-Válvulas averiadas	GM-SH-SN
26/01/2011	15/02/2011	104	2 plogas de bateo-Bombillo del proyector ameritan cambio-Fuga de aceite hidráulico por la bomba HYD-Reparación de rueda contadora-Cambio de rótula del cilindro de grupo de levantamiento	GB-ELECT-SH-MECA-MECA
26/02/2011	26/02/2011	11	Cambio de aceite y de filtro del motor-Filtro de gasoil-Tornillos flojos .	GM-SH-SE
16/03/2011	21/03/2011	23	Motorin del CLOCKCH averiado -Mangueras del sistema de tracción delantero dañadas.	GM-SH
17/04/2011	20/04/2011	30	Bomba de inyección 6CTA.8.3 QUMIMG mala.	SH
28/06/2011	28/06/2011	69	Cambio de aceite y filtros de motor -Filtros de gas-oil	GM-SH
27/10/2011	27/10/2011	121	Tornillos flojos-Cambiar aceite del motor y lavado de filtros.	SE-GM
23/02/2012	23/02/2012	119	Filtros de aire tapado-Filtro de gas oil tapados-Filtros de aceite dañados.	SN-SH-GM
28/06/2012	28/06/2012	126	Cambio de aceite y filtros del motor.	GM

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°5: Continuación de la tabla N°5.

ENTRADA	SALIDA	TIEMPO ENTRE FALLA	DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	SISTEMA
24/10/2012	24/10/2012	118	Se lavaron filtros de gasoil- Cambio de aceite del motor.	SH-GM
04/03/2013	04/03/2013	131	Aceite de motor dañado y filtro tapado-Filtros de combustible-Filtros aire.	GM-SH-SN
24/06/2013	24/06/2013	112	Filtros de combustible-Filtro de aire - cambiar aceite del motor y filtros tapados.	SH-SN-GM
30/03/2014	30/03/2014	279	Cambio de aceite del motor y filtros tapados	GM

Fuente: Elaboración propia

En relación a la Tabla N° 5 se presenta el tiempo entre fallas el cual está determinado desde la puesta en actividad en equipo y la próxima entrada al taller, también se incluye la descripción de la falla y a que sistema o grupo pertenece, por otra parte en la Tabla N°6, se especifica el total de fallas y el total de tiempo entre fallas.

Tabla N°6: Tiempo total entre fallas de la niveladora Tamper Mark VI

Total tiempo entre fallas(Días)	2224
Total de fallas	96

Fuente: Elaboración propia

Igualmente en la Tabla N°7, se encuentra registrado un informe detallado de la distribución de la frecuencia de fallas de la niveladora Tamper Mark VI, donde se refleja los sistemas con sus respectivos números de fallas y porcentualidad, en base a esta tabla podemos construir el Gráfico N°2, donde se aprecia de forma visual y clara que el con más frecuencia de falla.

Tabla N°7: Distribución de la frecuencia de fallas de la niveladora Tamper Mark VI.

SISTEMA	N° DE FALLAS	PORCENTAJE
Hidráulico	31,00	32,29
Grupo motriz	23,00	23,96
Neumático	12,00	12,50
Grupo de bateo	10,00	10,42
Eléctrico	7,00	7,29
Estructural	6,00	6,25
Aire acondicionado	3,00	3,13
Grupo mecánico	3,00	3,13
Frenos	1,00	1,04

Fuente: Elaboración propia

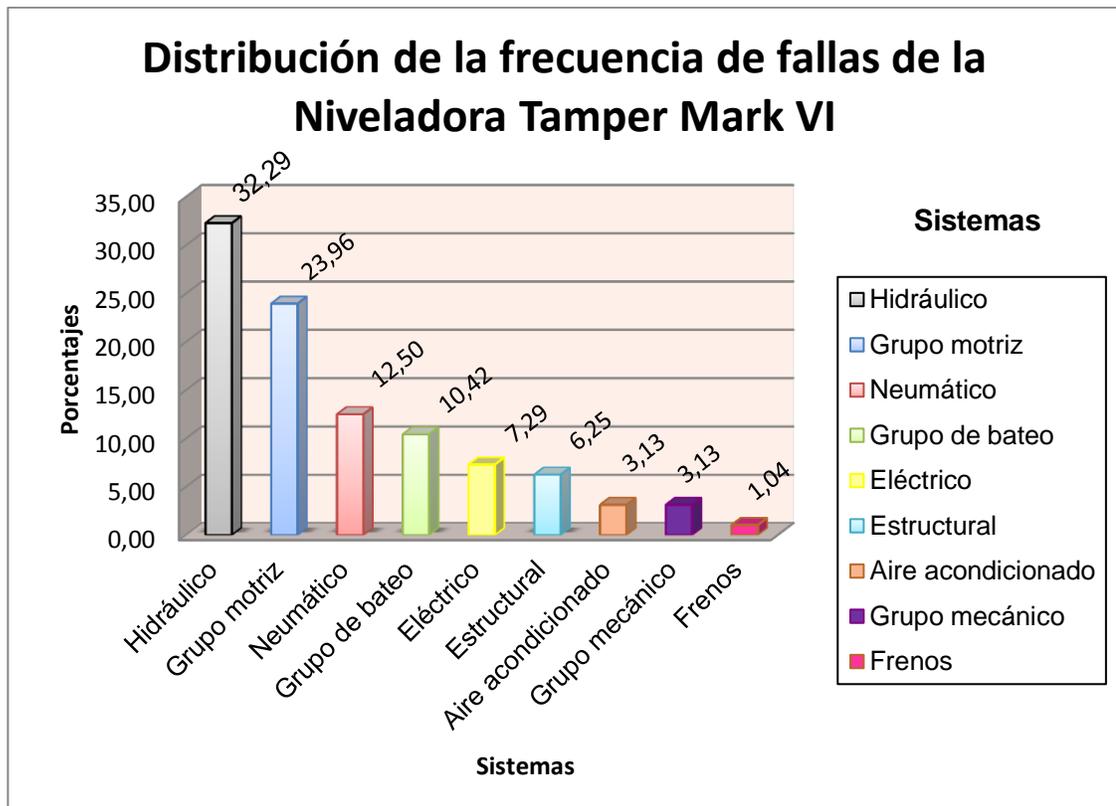


Gráfico N°2: Distribución de la frecuencia de fallas de la niveladora Tamper Mark VI.

Fuente: Elaboración propia

Con lo antes descrito, al observar en el gráfico N°2 de distribución de la frecuencia de fallas de la niveladora Tamper Mark VI. se puede demostrar que a diferencia de la niveladora anterior, el sistema que más presenta problemas es el hidráulico con un promedio de 32,29 fallas seguido del grupo motriz con 23,96 fallas, además se puede apreciar que los otros sistemas se van en descenso proporcionalmente y que el sistema que menos genera anomalías es el de frenos con 1,04 fallas que afectan poco la disponibilidad de la misma.



5.3 EVALUACIÓN DE LA NORMA COVENIN 2500-93 DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO ACTUAL

Para el análisis de la información recopilada se utilizó la norma COVENIN 2500-93 (Manual para evaluar los sistemas de mantenimiento en la industria) de FONDONORMAS, ya que en esta se muestran una serie de factores necesarios para evaluar los sistemas de mantenimiento.

La norma COVENIN 2500-93, permitirá evaluar el sistema de mantenimiento lo más concreto posible en cuanto a su (organización, planificación, control y recursos), la norma contiene una ficha de evaluación que describe 12 áreas entre ellas: La organización de la empresa, organización de mantenimiento, planificación de mantenimiento, mantenimiento rutinario, mantenimiento programado, mantenimiento circunstancial, mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo, mantenimiento por avería, personal de mantenimiento, apoyo logístico y recursos a cada una se le asigna un porcentaje de cumplimiento por puntuaciones de méritos, lo que permite conocer el perfil de la función de mantenimiento que le compete a la empresa en relación con la forma de realizar el mantenimiento y por consiguiente cumplir con los objetivos del mismo en la organización.

A continuación se presenta la ficha de evaluación realizada al taller de equipos ferroviarios, perteneciente a la superintendencia de equipos ferroviarios donde se puede apreciar el porcentaje de cumplimiento de la norma (ver tabla N° 8).



Tabla N°8: Ficha de Evaluación al Sistema de Mantenimiento.

**SISTEMA DE MANTENIMIENTO
FICHA DE EVALUACIÓN**

Fecha:12/12/14



Empresa: CVG Ferrominera Orinoco-Taller De Equipos Ferroviarios

Evaluadora:
Luzbelys Rosario

Inspección: N° 1

A	B	C	D	E	F	G%														
						10	20	30	40	50	60	70	80	90	100					
AREA	PRINCIPIO BASICO	PTS	ΣD	TOTAL DE MERITOS	PTOS															
I Organización de la empresa	1.Funciones y responsabilidades	60			60															
	2.Autoridad y autonomia	40	D3	10	30															
	3.Sistema de información	50	D3	5	45															
	Total obtenido	150	Total obtenido	135	90%															
II Organización de mantenimiento	1.Funciones y responsabilidades	80	D6	15	65															
	2.Autoridad y autonomia	50			50															
	3.Sistema de información	70			70															
	Total obtenido	200	Total obtenido	185	92.5%															
III Planificación de mantenimiento	1. Objetivos y metas	70			70															
	2. Políticas para la planificación	70			70															
	3.Control y evaluación	60			60															
	Total obtenido	200	Total obtenido	200	100%															
IV Mantenimiento Rutinario	1.Planificación	100	D6	10	90															
	2. Programación e implementación	80	D3+D4+D5	30	50															
	3.Control y evaluación	70			70															
	Total obtenido	250	Total obtenido	210	84%															
V Mantenimiento Programado	1. Planificación	100			100															
	2. Programación e implementación	80	D5	10	70															
	3.Control y evaluación	70	D1	15	55															
	Total obtenido	250	Total obtenido	225	90%															
VI Mantenimiento Circunstancial	1. Planificación	100	D2	20	80															
	2. Programación e implementación	80	D4+D5	30	50															
	3.Control y evaluación	70			70															
	Total obtenido	250	Total obtenido	200	80%															

Fuente: Elaboración Propia



Tabla N°8: Continuación de la tabla N° 8

**SISTEMA DE MANTENIMIENTO
FICHA DE EVALUACIÓN**

Fecha:
12/12/14



Empresa: CVG Ferrominera Orinoco-Taller De Equipos Ferroviarios

Evaluadora:
Luzbelys Rosario

Inspección: N° 1

A	B	C	D	E	F	G%														
						10	20	30	40	50	60	70	80	90	100					
AREA	PRINCIPIO BASICO	PTS	ΣD	TOTAL DE MERITOS	PTOS															
VII Mantenimiento Correctivo	1. Planificación	100			100															
	2. Programación e implementación	80	D3	20	60															
	3. Control y evaluación	70			70															
	Total obtenido	250	Total obtenido	230	92%															
VIII Mantenimiento Preventivo	1. Determinación de los parámetros	80			80															
	2. Planificación	40	D1	20	20															
	3. Programación e implementación	70			70															
	4. Control y evaluación	60			60															
Total obtenido	250	Total obtenido	230	92%																
IX Mantenimiento por Averia	1. Atención a fallas	100	D3+D4+D5	45	55															
	2. Supervisión y ejecución	80	D4	10	70															
	3. Información sobre Averías	70			70															
	Total obtenido	250	Total obtenido	195	78%															
X Personal de mantenimiento	1. Cuantificación de las necesidades del personal	70	D2	20	50															
	2. Selección y Formación	80	D2+D5+D7+D8	40	40															
	3. Motivación e incentivos	50	D2+D3	20	30															
	Total obtenido	200	Total obtenido	120	60%															
XI Apoyo Logístico	1. Apoyo administrativo	40	D1+D3+D4	25	15															
	2. Apoyo gerencial	40			40															
	3. Apoyo general	20	D1	10	10															
	Total obtenido	100	Total obtenido	65	65%															
XII Recursos	1. Equipos	30	D6	5	25															
	2. Herramientas	30	D5	5	25															
	3. Instrumentos	30	D4	5	25															
	4. Materiales	30	D4+D7+D8	9	21															
	5. Repuestos	30	D1+D4+D7+D9	12	18															
	Total obtenido	150	Total obtenido	114	76%															
		2500			2109	Puntuación puntual Global										83%				

Fuente: Elaboración Propia



Realizada la evaluación al sistema de mantenimiento con la norma 2500-93, se observaron los porcentajes de cumplimiento para cada una de las áreas de la estructura actual de mantenimiento, donde se obtuvo la puntuación total de cumplimiento de 2109 puntos y la puntuación porcentual global fue de 83%, lo que simboliza que en la organización se cumple a pero no a su total cabalidad con los procedimientos para que todo marche en completo funcionamiento sin embargo más adelante en la situación propuesta se detallaran cada una de las áreas, para determinar cuáles son las más vulnerables y así establecer estrategias que mejoren su situación.

5.4 EVALUACIÓN DEL CONTEXTO DE LOS FACTORES INTERNOS Y EXTERNOS RELACIONADOS CON EL ESTADO DE LAS NIVELADORAS DE VÍA FÉRREA.

5.4.1 Elaboración de matriz FODA de la niveladora Tamper Mark VI

A continuación se presenta un análisis a través de una “**MATRIZ FODA**” donde se visualizó, el contexto interno como el externo de los factores que puedan afectar el funcionamiento de la niveladora de manera que se facilite el diagnóstico preciso del problema, con el propósito de plantear acciones; con el fin de diseñar estrategias de solución que puedan implementarse en pro de mejoras de la situación actual de la misma.

Los aspectos considerados en el cuadro muestran de forma general el análisis interno (debilidades y fortalezas) y externo (oportunidades y amenazas) que inciden en la problemática, como:



Contexto Interno

- **Fortalezas (F):**

1. Realiza el trabajo por medidas computarizadas (correcciones de la vía automáticas)
2. El personal cuenta con constantes capacitaciones anuales.
3. La niveladora es ideal para trabajar en cualquier terreno (blando o duro) o en vías férreas con balastos contaminados.
4. Personal con experiencia, comprometido con el trabajo, capacitado que cuentan con habilidades y destrezas para la resolución de problemas técnicos.
5. Cuenta con el sistema SAP para gestionar a cabo todas las actividades que se encuentran involucradas en el de gestión de mantenimiento.
6. La cabina absorbe la vibración.

- **Debilidades (D):**

1. Constata fallas hidráulicas las cuales hacen que el equipo se encuentre fuera de servicio.
2. Pocos repuestos en stock.
3. Planificación de costos, cada vez los presupuestos estimados para cada área del taller es recortado, esto pone en riesgo el cumplimiento de la planificación del mantenimiento por falta de recurso o repuestos.
4. La procura del suministro de repuestos es muy lento.



5. Desgaste en las piezas, ya que el tiempo de adquisición igualo el tiempo de vida útil de la niveladora es muy antiguo.
6. Ausencia de asistencia técnica, y suministros ya que no se tiene contacto con los proveedores.

Contexto Externo

- **Oportunidades (O):**

1. Como empresa pública cuenta con el apoyo del estado para el mejoramiento y modernización de la empresa.
2. Cuenta con programas de capacitación, cursos para su personal a nivel nacional e internacional.
3. Igualdad de tareas en el equipo de trabajo.
4. Contar con la participación de personas jóvenes.
5. Responsabilidad por parte de los mecánicos para realizar mantenimiento cada vez que la niveladora presente fallas.

- **Amenazas (A):**

1. La devaluación que sufre el bolívar con respecto al dólar, ya que las partes de la niveladora es importada Tiempo de entrega de repuestos.
2. La vida útil del equipo se sobrepasó.
3. Situación política-económica del país afecta la compra de repuestos, lo cual es vital para el mantenimiento ya sea preventivo o correctivo.



4. Riesgo de paralización de la niveladora en el proceso de rehabilitación por falta de repuestos.
5. Comunicación deficiente entre las superintendencias.

En la siguiente Tabla N° 9 se muestra de manera general los factores indicados por el análisis FODA de la niveladora Tamper Mark VI.



Tabla N° 9: Matriz FODA niveladora Tamper Mark VI

<p style="text-align: center;">CONTEXTO INTERNO</p> <p style="text-align: center;">CONTEXTO EXTERNO</p>	<p style="text-align: center;">FORTALEZAS</p>	<p style="text-align: center;">DEBILIDADES</p>
	<p style="text-align: center;">OPORTUNIDADES</p>	<p style="text-align: center;">FO</p>
<p>O1: Como empresa pública cuenta con el apoyo del estado para el mejoramiento y modernización de la empresa.</p> <p>O2: Cuenta con programas de capacitación, cursos para su personal a nivel nacional e internacional.</p> <p>O3: Igualdad de tareas en el equipo de trabajo.</p> <p>O4: Contar con la participación de personas jóvenes.</p> <p>O5: Responsabilidad por parte de los mecánicos para realizar mantenimiento cada vez que la niveladora presente fallas.</p>		
<p style="text-align: center;">AMENAZAS</p>	<p style="text-align: center;">FA</p>	<p style="text-align: center;">DA</p>
<p>A1: La devaluación que sufre el bolívar con respecto al dólar, ya que las partes de la niveladora es importada.</p> <p>A2: La vida útil del equipo se sobrepasó.</p> <p>A3: Situación política-económica del país afecta la compra de repuestos, lo cual es vital para el mantenimiento ya sea preventivo o correctivo.</p> <p>A4: Riesgo de paralización de la niveladora en el proceso de rehabilitación por falta de repuestos.</p> <p>A5: Comunicación deficiente entre las superintendencias.</p>		



Una vez aclarado el contexto interno y el externo, se combinan las Fortalezas - Oportunidades, Fortalezas - Amenazas, Debilidades - Oportunidades y Debilidades - Amenazas, para determinar estrategias que se puedan implementar a futuro con el fin de alcanzar los objetivos de esta investigación. Estas estrategias serán desarrolladas en el siguiente capítulo.

5.4.2 Elaboración de matriz FODA de la niveladora Plasser & Theurer 08-16 SH.

Del mismo modo como se analizó los factores internos y externos de la niveladora Tamper Mark VI se procederá igualmente a realizárselo a la Plasser & Theurer 08-16 SH, con el propósito de plantear acciones; con el fin de diseñar estrategias de solución que puedan implementarse en pro de mejoras de la situación actual de la misma.

A continuación se presentan las variables del contexto interno (Fortalezas y debilidades) y las variables del contexto externo (Oportunidades y Amenazas).

Contexto Interno

- **Fortalezas (F):**

1. Personal con experiencia, comprometido con el trabajo, capacitado que cuentan con habilidades y destrezas para la resolución de problemas técnicos.



2. El personal cuenta con constantes capacitaciones anuales.
3. Cuenta con el sistema SAP para gestionar a cabo todas las actividades que se encuentran involucradas en la de gestión de mantenimiento.
4. Cuentan con registros de fallas que presenta la niveladora.
5. Adquisición de repuestos originales por parte de la casa matriz.
6. Contacto con el proveedor.

- **Debilidades (D):**

1. El suministro de repuestos es muy lento por parte de almacén, debido a procedimientos internos que se deben seguir en la empresa.
2. Planificación de costos, cada vez los presupuestos estimados para cada área del taller es recortado, esto pone en riesgo el cumplimiento de la planificación del mantenimiento por falta de recurso o repuestos.
3. Constata fallas eléctricas.
4. Emisión de vibraciones en la cabina del operario.
5. Desgaste en las piezas, ya que el tiempo de adquisición igualo el tiempo de vida útil de la niveladora.
6. La niveladora es ideal para trabajar en terrenos suaves o en vías férreas con balastos no contaminados.



Contexto Externo

- **Oportunidades (O):**

1. Como empresa pública cuenta con el apoyo del estado para el mejoramiento y modernización de la empresa.
2. Cuenta con programas de capacitación, cursos para su personal a nivel nacional e internacional.
3. Responsabilidad por parte de los mecánicos para realizar mantenimiento cada vez que la niveladora lo requiera.
4. Igualdad de tareas en el equipo de trabajo.
5. Contar con la participación de personas jóvenes.

- **Amenazas (A):**

1. Vida útil del equipo
2. La devaluación del bolívar con respecto al dólar, ya que las partes de la niveladora es importada
3. Situación política-económica del país afecta la compra de repuestos, lo cual es vital para el mantenimiento ya sea preventivo o correctivo.
4. Riesgo de paralización de la niveladora en el proceso de rehabilitación por falta de repuestos.
5. Comunicación deficiente entre las superintendencias.



6. Tener un solo proveedor, y si este sale del mercado se vería afectada seriamente.

En la siguiente Tabla N° 10 se muestra de manera general los factores indicados por el análisis FODA de la niveladora Plasser & Theurer 08-16 SH.



Tabla N° 10: Matriz FODA niveladora Plasser & Theurer 08-16 SH.

<p style="text-align: center;">CONTEXTO INTERNO</p> <p style="text-align: center;">CONTEXTO EXTERNO</p>		FORTALEZAS	DEBILIDADES
		FO	DO
		<p>F1: Personal con experiencia, comprometido con el trabajo, capacitado que cuentan con habilidades y destrezas para la resolución de problemas técnicos.</p> <p>F2: El personal cuenta con constantes capacitaciones anuales</p> <p>F3: Cuenta con el sistema SAP para gestionar a cabo todas las actividades que se encuentran involucradas en la de gestión de mantenimiento.</p> <p>F4: Cuentan con registros de fallas que presenta la niveladora.</p> <p>F5: Adquisición de repuestos originales por parte de la casa matriz.</p> <p>F6: Contacto con el proveedor.</p>	<p>D1: El suministro de repuestos es muy lento por parte de almacén, debido a procedimientos internos que se deben seguir en la empresa.</p> <p>D2: Planificación de costos, cada vez los presupuestos estimados para cada área del taller es recortado, esto pone en riesgo el cumplimiento de la planificación del mantenimiento por falta de recurso o repuestos.</p> <p>D3: Constates fallas eléctricas.</p> <p>D4: Emisión de vibraciones en la cabina del operario.</p> <p>D5: Desgaste en las piezas, ya que el tiempo de adquisición igualo el tiempo de vida útil de la niveladora.</p> <p>D6: La niveladora es ideal para trabajar en terrenos suaves o en vías férreas con balastos no contaminados.</p>
OPORTUNIDADES		FO	DO
<p>O1: Como empresa pública cuenta con el apoyo del estado para el mejoramiento y modernización de la empresa.</p> <p>O2: Cuenta con programas de capacitación, cursos para su personal a nivel nacional e internacional.</p> <p>O3: Responsabilidad por parte de los mecánicos para realizar mantenimiento cada vez que la niveladora lo requiera.</p> <p>O4: Igualdad de tareas en el equipo de trabajo.</p> <p>O5: Contar con la participación de personas jóvenes.</p>			
AMENAZAS		FA	DA
<p>A1: Vida útil del equipo.</p> <p>A2: La devaluación del bolívar con respecto al dólar, ya que las partes de la niveladora es importada.</p> <p>A3: Situación política-económica del país afecta la compra de repuestos, lo cual es vital para el mantenimiento ya sea preventivo o correctivo.</p> <p>A4: Riesgo de paralización de la niveladora en el proceso de rehabilitación por falta de repuestos.</p> <p>A5: Comunicación deficiente entre las superintendencias.</p> <p>A6: Tener un solo proveedor, y si este sale del mercado se vería afectada seriamente.</p>			



Una vez aclarado el contexto interno y el externo, se combinan las Fortalezas - Oportunidades, Fortalezas - Amenazas, Debilidades - Oportunidades y Debilidades - Amenazas, para determinar estrategias que se puedan implementar a futuro con el fin de alcanzar los objetivos de esta investigación. Estas estrategias serán desarrolladas en el siguiente capítulo.



CAPITULO VI

ANÁLISIS Y RESULTADOS

En este capítulo se exponen los análisis y resultados obtenidos de la investigación realizada en la Superintendencia de equipos ferroviarios en la empresa CVG Ferrominera Orinoco.

6.1 ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN DE LA NORMA COVENIN 2500-93 DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO ACTUAL

A continuación se presenta los resultados de la aplicación de la norma COVENIN 2500-93, norma Venezolana para evaluar los sistemas de mantenimiento en la industria, lo cual determino la capacidad de gestión en lo que respecta al mantenimiento mediante el análisis y calificación de los siguientes factores:

- Organización de la empresa.
- Organización de la función mantenimiento.
- Planificación, programación y control de las actividades de mantenimiento.
- Competencia del personal

Permitiendo conocer detalladamente las áreas en las que se está fallando o su funcionamiento es deficiente. Para ello se presenta la tabla resumen de la evaluación realizada (Ver tabla N°11).

Tabla N°11: Resumen de la evaluación de la Norma Covenin 2500-93 del Sistema de Mantenimiento Actual.

ÁREA	DESCRIPCIÓN	PUNTUACIÓN NORMA	PUNTAJE OBTENIDO	PORCENTAJE (%)
I	Organización de la empresa	150	135	90%
II	Organización mantenimiento	200	185	92.5%
III	Plan de mantenimiento	200	200	100%
IV	Mantenimiento Rutinario	250	210	84%
V	Mantenimiento Programado	250	225	90%
VI	Mantenimiento Circunstancial	250	200	80%
VII	Mantenimiento Preventivo	250	230	92%
VIII	Mantenimiento Correctivo	250	230	92%
IX	Mantenimiento por avería	250	195	78%
X	Personal de mantenimiento	200	120	60%
XI	Apoyo Logístico	100	65	65%
XII	Recursos	150	114	76%
PUNTACIÓN TOTAL		2500	2109	83%

Fuente: Elaboración propia.

Según los resultados obtenidos en la investigación realizada en la empresa CVG Ferrominera Orinoco en el taller de Equipos Ferroviarios ante la aplicación de la norma venezolana COVENIN la puntuación global obtenida es de 83%, se puede observar que el comportamiento es eficiente desde del el área I hasta VIII , sin embargo, a partir del mantenimiento por avería, personal de mantenimiento, apoyo logístico y recursos se comienza a evidenciar que la organización no cumple con todos los requerimientos que dicta la norma para mantener en buen funcionamiento de los equipos y en buen estado la planta física como los programas de mantenimiento que se llevan a cabo.

Para poder apreciar de manera más clara el cumplimiento de la norma en el taller de equipos ferroviarios se presenta la siguiente grafica (Ver Gráfico N°3)

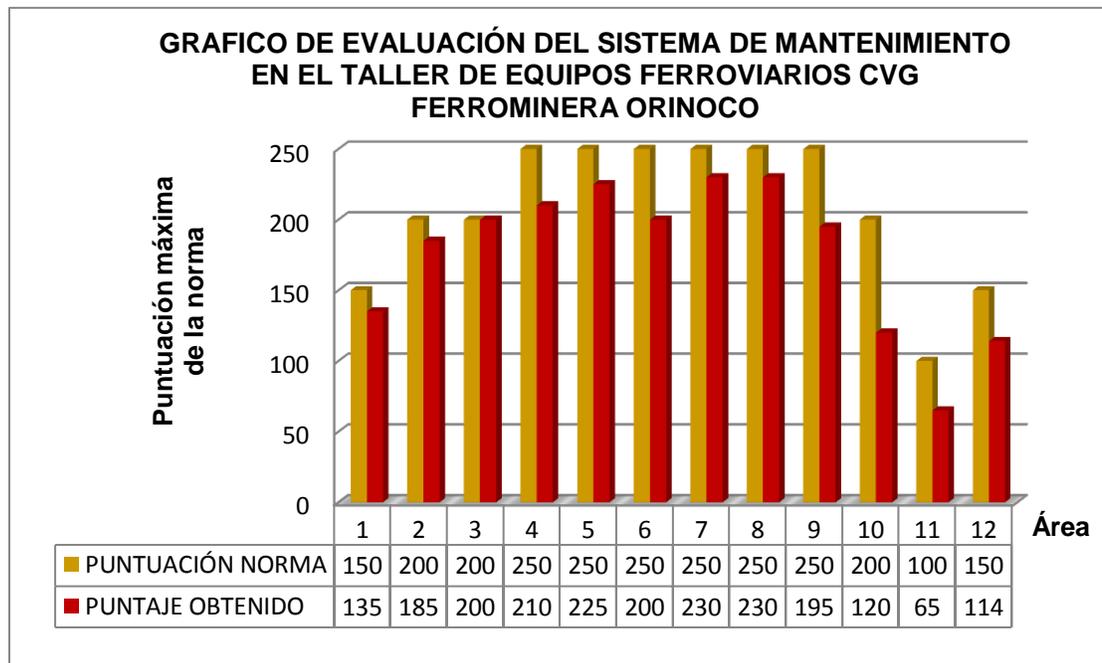


Gráfico N°3: Evaluación del sistema de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Comparando los valores reflejados en el Grafico N° 3 se puede observar la diferencia entre los valores programados acumulados con el valor real obtenido donde se tiene que las áreas que presentan más deficiencia son las VI, X, XI seguido de las areas IX,XII las cuales se deben corregir para tener sistema totalmente eficiente, a su vez tambien se pueden evidenciar areas que funcionan correctamente como lo es organización de la empresa, organización de mantenimiento, plan de mantenimiento, mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo que tienen un comportamiento óptimo.

A continuación se muestra el Gráfico N° 4 donde puede apreciar de manera más clara los porcentajes y el faltante para el cumplimiento total de la norma, dando así el siguiente resultado:

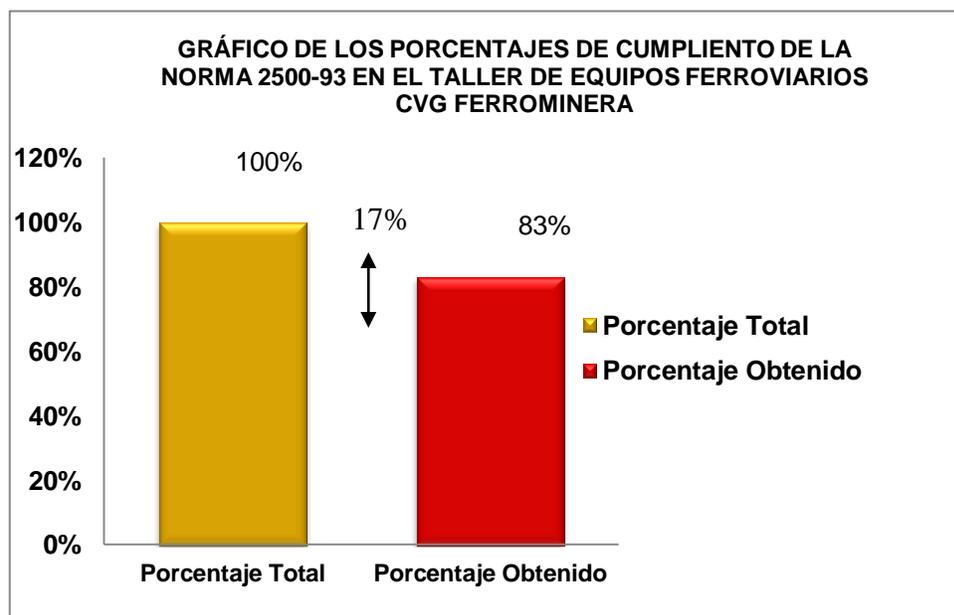


Gráfico N°4: Porcentajes de cumplimiento de la norma de la norma 2500-93 en el taller de equipos ferroviarios.

Fuente: Elaboración propia



Según los resultados obtenidos en el sistema de estudio realizado en el área de mantenimiento de equipos ferroviarios se tiene una estructura de mantenimiento eficiente, sin embargo la diferencia que los separa para alcanzar su puntaje total es de 17%, es por ello que se deben atacar las áreas en las cuales el sistema se vea afectado como lo es el caso de:

- **Mantenimiento por avería (78%):** En pro a la mejora de esta área se debe atacar primeramente las fallas al momento de estas manifestarse deben priorizar o solucionarlas de manera rápida para evitar demoras, logrando el funcionamiento a corto plazo también debe de mantener la supervisión de las actividades necesarias para que se ejecuten los procedimientos con la finalidad de que no ocasionen daños al proceso productivo de la empresa.
- **Personal de mantenimiento (60%):** Esta representa el área más crítica donde la organización debería de tener una cuantificación óptima del personal ajustada a la realidad de la empresa para así poder cumplir con los objetivos propuestos, para complementar esto se debe seleccionar de acuerdo a las características del trabajo a realizar como la educación, experiencia, conocimiento, habilidades, destrezas, actitudes personales; donde cada persona tenga en claro sus funciones dentro de organización por lo tanto la empresa debería realizar evaluaciones continuamente donde se otorguen incentivos o estímulos basados en la puntualidad, en la asistencia al trabajo, calidad del trabajo, iniciativa, sugerencias para mejorar el desarrollo de la actividad de mantenimiento y se pueda promover un buen espíritu de trabajo.
- **Apoyo logístico (65%):** El apoyo administrativo debe asignar los recursos suficientes a la organización de mantenimiento por lo cual se

debe definir una buena comunicación con la coordinación de mantenimiento para que se puedan cumplir los objetivos trazados por esta y contar con el apoyo general de la organización para llevar a cabo todas las acciones de mantenimiento en forma eficiente, evitando burocratizar muchos trámites que retrasen el otorgamiento de los recursos para la puesta en marcha de los planes.

- **Recursos (76%):** En el taller se debe de contar con controles de uso, estado de los equipos y estado de herramientas, como también se debe conocer los instrumentos con los que se cuenta para operar con eficiencia y así darle el uso correcto; la organización cuenta con un stock de repuestos, materiales en buen y mal estado por lo cual se debería de llevar registro de los costos que estos generan. Para realizar el mantenimiento se debe contar con los repuestos requeridos y conocer el tiempo de entrega por parte de los proveedores para ejecutar las tareas que se tienen planificadas.

6.2 ANÁLISIS DE LA MATRIZ FODA PARA LAS NIVELADORAS DE VIA FERREA.

6.2.1 Análisis de la matriz Foda para la niveladora Tamper Mark VI

Después del análisis interno y externo, se pasó a la realización de la matriz Foda, para ello se aconseja importante que se apliquen las estrategias para el mejoramiento del estado de las niveladoras de la vía férrea.

En la siguiente Tabla N°12 se muestra de manera general los factores indicados por el análisis Foda.



Tabla N°12: Análisis de la matriz FODA niveladora Tamper Mark VI

<p style="text-align: center;">CONTEXTO INTERNO</p> <p style="text-align: center;">CONTEXTO EXTERNO</p>		FORTALEZAS	DEBILIDADES
		FO	DO
OPORTUNIDADES		FO	DO
<p>O1: Como empresa pública cuenta con el apoyo del estado para el mejoramiento y modernización de la empresa.</p> <p>O2: Cuenta con programas de capacitación, cursos para su personal a nivel nacional e internacional.</p> <p>O3: Igualdad de tareas en el equipo de trabajo.</p> <p>O4: Contar con la participación de personas jóvenes.</p> <p>O5: Responsabilidad por parte de los mecánicos para realizar mantenimiento cada vez que la niveladora presente fallas.</p>		<p>-Aprovechar el potencial del capital humano con que se cuenta para realizar los procesos de la gestión de mantenimiento de forma más efectiva y así cubrir la demanda de servicios a operaciones.(F4,O5)</p> <p>-Capacitar a todos los trabajadores sobre el manejo del SAP .(F5,O2)</p> <p>-Adquirir equipos de esta marca.(F3,F1,F6,O1)</p>	<p>-Restablecer la comunicación con los proveedores y contar con una lista de diferentes distribuidores para establecer comparaciones (procura de repuestos, costos, calidad etc.).(D6,O1)</p> <p>-Crear manuales de procedimientos de trabajos.(D1,O5)</p> <p>- Realizar un inventario de los repuestos que se encuentran en stock y optimizar al máximo el uso de los repuestos.(D2,O3,O5)</p>
AMENAZAS		FA	DA
<p>A1: La devaluación que sufre el bolívar con respecto al dólar, ya que las partes de la niveladora es importada.</p> <p>A2: La vida útil del equipo se sobrepasó.</p> <p>A3: Situación política-económica del país afecta la compra de repuestos, lo cual es vital para el mantenimiento ya sea preventivo o correctivo.</p> <p>A4: Riesgo de paralización de la niveladora en el proceso de rehabilitación por falta de repuestos.</p> <p>A5: Comunicación deficiente entre las superintendencias.</p>		<p>-Realizar una evaluación de alternativas para conocer la factibilidad de la niveladora.(F4,F3,F6,A2)</p> <p>-Utilizar la niveladora en casos especiales.(F1,F3,A3)</p> <p>- Elaborar un plan de mejoras entre las superintendencias para la corregir fallas entre las niveladoras existentes.(F1,A5)</p>	<p>-Subastar equipos que no estén en funcionamiento para obtener capital (D3,A3)</p> <p>-Establecer prioridad de los repuestos medulares de la parte hidráulica para el funcionamiento de la niveladora(D1,A3,A4)</p> <p>-Gestionar en las aduanas la llegada de los repuestos retenidos, (partes de las niveladoras).(D4,A1,A4)</p>



A continuación se presenta un desglose de las estrategias propuestas:

- **Estrategias FO**

- 1) Aprovechar el potencial del capital humano con que se cuenta para realizar los procesos de la gestión de mantenimiento de forma más efectiva y así cubrir la demanda de servicios a operaciones.
- 2) Capacitar a todos los trabajadores sobre el manejo del SAP, ya que de esta manera se ayuda a ahorrar tiempo para sacar reportes, buscar información, hacer pedidos etc.
- 3) Adquirir equipos de esta marca, debido a que esta niveladora cuenta con un sinnúmero de ventajas pues puede trabajar en cualquier terreno además de ofrecerle confort al operador de la máquina.

- **Estrategias DO**

- 1) Restablecer la comunicación con los proveedores y contar con una lista de diferentes distribuidores para establecer comparaciones (procura de repuestos, costos, calidad etc.), ayudando a optimizar el proceso en la empresa.
- 2) Crear manuales de procedimientos de trabajos para crear una cultura de trabajo y solventar rápidamente las fallas ocasionadas.



- 3) Realizar un inventario de los repuestos que se encuentran en stock y optimizar al máximo el uso de los repuestos, contribuyendo a mejorar la toma de decisiones, reducción de costos, mayor rentabilidad.

- **Estrategias FA**

- 1) Realizar una evaluación de alternativas para conocer la factibilidad de la niveladora, determinando los pros y los contras que se presentan actualmente.
- 2) Utilizar la niveladora en casos especiales, ayudando prolongar el tiempo de vida útil.
- 3) Elaborar un plan de mejoras entre las superintendencias para la corregir fallas entre las niveladoras existentes, ayudando a priorizar los problemas en función de su importancia e impacto en la organización.

- **Estrategias DA**

- 1) Subastar equipos que no estén en funcionamiento para obtener capital, con el fin de inyectar ingresos que se conviertan en beneficios a la empresa.
- 2) Establecer prioridad de los repuestos medulares de la parte hidráulica para el funcionamiento de la niveladora y así mantenerla en óptimas condiciones para poder operar sin ningún tipo de dificultad.



- 3) Gestionar en las aduanas la llegada de los repuestos retenidos, (partes de las niveladoras) ayudando a mantenerla en operación y así evitar la paralización.

6.2.2 Análisis de la matriz Foda para la niveladora Plasser & Theurer 08-16 SH

Después del análisis interno y externo, se procedió a la realización de la matriz Foda, para ello se aconseja importante que se apliquen las estrategias para el mejoramiento del estado de las niveladoras de la vía férrea.

En la siguiente Tabla N° 13 se muestra de manera general los factores indicados por el análisis Foda.



Tabla N° 13: Análisis de la matriz FODA niveladora Plasser & Theurer 08-16 SH.

<p style="text-align: center;">CONTEXTO INTERNO</p> <p style="text-align: center;">CONTEXTO EXTERNO</p>	<p style="text-align: center;">FORTALEZAS</p>	<p style="text-align: center;">DEBILIDADES</p>
<p style="text-align: center;">OPORTUNIDADES</p>	<p style="text-align: center;">FO</p>	<p style="text-align: center;">DO</p>
<p style="text-align: center;">AMENAZAS</p>	<p style="text-align: center;">FA</p>	<p style="text-align: center;">DA</p>
	<p>F1: Personal con experiencia, comprometido con el trabajo, capacitado que cuentan con habilidades y destrezas para la resolución de problemas técnicos.</p> <p>F2: El personal cuenta con constantes capacitaciones anuales</p> <p>F3: Cuenta con el sistema SAP para gestionar a cabo todas las actividades que se encuentran involucradas en la de gestión de mantenimiento.</p> <p>F4: Cuentan con registros de fallas que presenta la niveladora.</p> <p>F5: Adquisición de repuestos originales por parte de la casa matriz.</p> <p>F6: Contacto con el proveedor.</p>	<p>D1: El suministro de repuestos es muy lento por parte de almacén, debido a procedimientos internos que se deben seguir en la empresa.</p> <p>D2: Planificación de costos, cada vez los presupuestos estimados para cada área del taller es recortado, esto pone en riesgo el cumplimiento de la planificación del mantenimiento por falta de recurso o repuestos.</p> <p>D3: Constates fallas eléctricas.</p> <p>D4: Emisión de vibraciones en la cabina del operario.</p> <p>D5: Desgaste en las piezas, ya que el tiempo de adquisición igualo el tiempo de vida útil de la niveladora.</p> <p>D6: La niveladora es ideal para trabajar en terrenos suaves o en vías férreas con balastos no contaminados.</p>
<p>O1: Como empresa pública cuenta con el apoyo del estado para el mejoramiento y modernización de la empresa.</p> <p>O2: Cuenta con programas de capacitación, cursos para su personal a nivel nacional e internacional.</p> <p>O3: Responsabilidad por parte de los mecánicos para realizar mantenimiento cada vez que la niveladora lo requiera.</p> <p>O4: Igualdad de tareas en el equipo de trabajo.</p> <p>O5: Contar con la participación de personas jóvenes.</p>	<p>-Aprovechar el potencial del capital humano con que se cuenta para realizar los procesos de la gestión de mantenimiento de forma más efectiva y así cubrir la demanda de servicios a operaciones.(F1,O5)</p> <p>-Capacitar a todo los trabajadores sobre el manejo del SAP (F2,F3,O2)</p> <p>-Mejorar la parametrización del sistema SAP en cuanto a la estadística de la programación de mantenimientos y los mantenimientos no realizados (documentación).(F3,F4,O1)</p>	<p>-Sugerir al fabricante mejoras para perfeccionar el equipo. (D4,D6,O1)</p> <p>-Cambio de piezas que se encuentren en mal estado(D5,O3,O4)</p> <p>-Aprovechar los conocimientos de los pasantes para determinar las fallas más comunes en la niveladora y posibles soluciones.(D3,O5)</p>
<p>A1: Vida útil del equipo.</p> <p>A2: La devaluación del bolívar con respecto al dólar, ya que las partes de la niveladora es importada.</p> <p>A3: Situación política-económica del país afecta la compra de repuestos, lo cual es vital para el mantenimiento ya sea preventivo o correctivo.</p> <p>A4: Riesgo de paralización de la niveladora en el proceso de rehabilitación por falta de repuestos.</p> <p>A5: Comunicación deficiente entre las superintendencias.</p> <p>A6: Tener un solo proveedor, y si este sale del mercado se vería afectada seriamente.</p>	<p>-Realizar evaluaciones sobre el desempeño al proveedor actual en cuanto al tiempo de entrega y calidad de repuesto.(F5,F6,A6)</p> <p>-Mejorar la comunicación entre el departamento de mantenimiento de equipos ferroviarios y mantenimiento de vías férreas.(F1,A5)</p> <p>-Establecer un sistema de evaluación por méritos a los mecánicos con mayor desempeño de habilidades y destrezas.(F1,F4,A3)</p>	<p>-Definir y realizar estrategias de obtención de piezas con antelación o partes para crear stock (D1,A4)</p> <p>-Establecer prioridad de los repuestos medulares de la parte eléctrica para el funcionamiento de la niveladora(D3,A3,A4)</p> <p>-Búsqueda de otros proveedores que ofrezcan mejores propuestas (bajos precios, calidad,etc),(D2,A6)</p>



A continuación se presenta un desglose de las estrategias propuestas:

- **Estrategias FO**

- 1) Aprovechar el potencial del capital humano con que se cuenta para realizar los procesos de la gestión de mantenimiento de forma más efectiva y así cubrir la demanda de servicios a operaciones.
- 2) Capacitar a todos los trabajadores sobre el manejo del SAP, ya que de esta manera se ayuda ahorrar tiempo para sacar reportes, buscar información, hacer pedidos etc. Llegue a destiempo y a unificar criterios a la hora de tomar decisiones.
- 3) Mejorar la parametrización del sistema SAP en cuanto a la estadística de la programación de mantenimientos y los mantenimientos no realizados (documentación), para conocer la cantidad de veces que un mantenimiento se suspende, reprograma, este insumo es muy valioso para la elaboración de los nuevos planes de mantenimiento.

- **Estrategias DO**

- 1) Sugerir al fabricante mejoras para perfeccionar el equipo, mostrando las características más deficientes para que la empresa fabricante realice los ajustes necesarios para optimizar la operatividad del equipo.
- 2) Cambio de piezas que se encuentren en mal estado, aprovechando la iniciativa por parte de los trabajadores para mantener el equipo en óptimas condiciones.



- 3) Aprovechar los conocimientos de los pasantes para determinar las fallas más comunes en la niveladora y posible solución.

- **Estrategias FA**

- 1) Realizar evaluaciones sobre el desempeño al proveedor actual en cuanto al tiempo de entrega y calidad de repuesto, con el fin de cumplir con los mantenimientos programados.
- 2) Mejorar la comunicación entre el departamento de mantenimiento de equipos ferroviarios y mantenimiento de vías férreas, ayudando a evitar que la información llegue a destiempo y a unificar criterios a la hora de tomar decisiones.
- 3) Establecer un sistema de evaluación por méritos a los mecánicos con mayor desempeño de habilidades y destrezas de manera ellos sientan motivación y así puedan mejorar sus funciones dentro de la organización.

- **Estrategias DA**

- 1) Definir y realizar estrategias de obtención de piezas con antelación o partes para crear stock, debido a que la procura de estos es lenta por los trámites administrativos requeridos para su adquisición, lo que ocasiona muchas veces retraso en la realización de los mantenimientos.

- 2) Establecer prioridad de los repuestos medulares de la parte eléctrica para el funcionamiento de la niveladora ya que suele ser una parte delicada de la máquina y esta pueda operar sin ningún tipo de dificultad.
- 3) Búsqueda de otros proveedores que ofrezcan mejores propuestas (bajos precios, calidad, etc.) con el objetivo de mejorar continuamente la gestión del mantenimiento.

6.3 EVALUAR LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN ANUAL DE LAS NIVELADORAS.

En relación a todos los objetivos anteriormente expuestos, se puede evidenciar que debido al constante uso de niveladoras en rehabilitaciones de la vía férrea, trae como consecuencia generación de costos ya sea de mantenimiento, reparaciones, mano de obra, entre otros. Por lo que, para el análisis o determinación de los costos se tomó en cuenta los datos obtenidos a través del sistema SAP y proveedores, seguidamente se utilizarán fórmulas principales para los cálculos de los factores anteriormente descritos.

- **Costo de Repuesto.**
 - *Cantidad* = Cantidad de repuesto utilizado por cada actividad.
 - *Costos* = Precio del repuesto.
 - *Costo Total* = cantidad x costo.
 - *Bs/ Total*.



- **Costo de Mano de Obra**
 - *Cantidad*= N° de personas que intervienen en el proceso.
 - *Salario*= *Jornada Laboral* = $\frac{\text{salario_Integral_trabajador_Diario}}{\text{Jornada de Trabajo}}$
 - *Costo Total*= *Cantidad* x *salario*

A continuación se procede a estimar los costos a cada una de las niveladoras de acuerdo al estado en el que se encuentran:

6.3.1 Costos de la Niveladora Plasser & Theurer (033-0333).

6.3.1.1 Costos de repuestos para mantenimiento preventivo.

Para el mantenimiento preventivo de la niveladora Plasser & Theurer 08-16 SH se necesitan los repuestos presentados en la Tabla N° 14.



Tabla N° 14: Costos del mantenimiento preventivo niveladora-alineadora
Plasser.

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	COSTO TOTAL
1	Unid	Filtro de aceite del motor	1970	1970
1	Unid	Filtro primario de gasoil	1065	1065
1	Unid	Filtro secundario de gasoil	1820	1820
1	Unid	Filtro primario de aire	2540	2540
1	Unid	Filtro secundario de aire	2600	2600
1	Unid	Filtro de agua	1035	1035
1	Unid	Strainer	8.750,00	8750
1	Unid	Filtro, N/P: G0641Y01	3.506,12	3506,12
1	Unid	Filtro hidráulico	1680	1680
1	Unid	Filter/snubber	1100	1100
1	Unid	In-line filter	2567	2567
0,1	Lts	Aceite lubricante ultra diesel SAE 15W40	14.932,00	1493,2
0,3	Lts	Aceite lubricante hidralub AW ISO 68	11.686,79	3506,0355
1	Unid	Filtro de combustible hyster	1012	1012
1	Unid	Cartucho granulado N/P: 4324069202	3890	3890
			Total(Bs)	38.534,36

Fuente: Elaboración propia.

Con lo anteriormente expuesto, se tiene que los costos de mantenimiento mostrados en la Tabla N°14 representan el cambio de repuestos por un periodo tres meses, por lo que para conocer el costo anual se multiplico el costo por cuatro y genero un total de **154.137,44 Bs.**

6.3.1.2 Costo de repuestos de mantenimiento correctivo.

Los costos de mantenimiento correctivos son tomados en base a las reparaciones que impidieron en un momento la disponibilidad de la niveladora pudiendo resaltar que los mismos fueron tomados por el periodo de un año, para ello se clasificaron según los sistemas en:

Tabla N° 15: Costo de mantenimiento correctivo del sistema eléctrico Plasser

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	COSTO TOTAL
1	Unid	Disyuntor, Interruptor, N/P:EL-T1151A	3.081,08	3081,075
2	Unid	Circuito impreso cpl mando de marcha	19.026,17	38052,33
2	Unid	Circuito impreso cpl n/p: EK- 813SV-00B	16.385,64	32771,28
8	Unid	Proyector bulb	872,94	6983,52
3	Unid	Fusible	162	486
3	Unid	Batería 4D,12v 1100amp	4.515,00	13545
1	Unid	Watchdog control de programa	2.769,69	2769,69
1	Unid	Solenoide	789,00	789
1	Unid	Alternador	8427,51	8427,51
1	Unid	Potenciómetro	1260	1260
2	Unid	Bornes de baterías	1120	2240

Fuente: Elaboración propia.



Tabla N° 15: Continuación tabla N°15

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	COSTO TOTAL
1	Unid	Tarjeta electrónica	52590	52590
3	Unid	Batería GP 43I AC/Plomo 12v, 700 amp.	714,33	2142,99
3	Unid	Baterías 500amp	525	1575
2	Unid	Alimentación de corriente +5	8.404,85	16809,69
1	Unid	Dinamo, N/P: 120469643	8.427,51	8427,51
1	Unid	Compresor R13A DKS 15	14297,19	14297,19
			Total (Bs)	206.247,785

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 16: Costo de mantenimiento correctivo del sistema neumático
Plasser.

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	COSTO TOTAL
2	Unid	Engrasador	1.190,00	2380
6	Unid	Disco de tenazas	4.969,49	29816,91
1	Unid	Cilindro neumático	3.258,41	3258,405
14	Unid	Gomas	52	728
4	Unid	Válvula de aire chequeo	4.785,00	19140
4	Unid	Válvula magnética 4/2 vía neumática	1.389,92	5559,66
4	Unid	Válvula 5/2	1480,065	5920,26
			Total(Bs)	66.803,235

Fuente: Elaboración propia.



Tabla N° 17: Costo de mantenimiento correctivo del grupo de bateo Plasser.

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	COSTO TOTAL
2	Unid	Disco de combo clamp N/P: UD313.3400IIIi	6628,613	13257,225
2	Unid	Disco de tenazas, N/P: UD311.505	4.969,49	9938,97
16	Unid	Bate, N/P:CU30.8820-FR-I	4.868,51	77896,08
1	Unid	Barra, N/P: EL-T609.45	273,09	273,09
			Total(Bs)	101.365,365

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 18: Costo de mantenimiento correctivo del sistema motriz Plasser.

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	COSTO TOTAL
2	Unid	Correas V	550,00	1100
1	Unid	Correa en V 3V315	679,00	679
1	Unid	Transmisor de profundidad	17437,56	17437,56
1	Unid	Cilindro de descanso carro tensor	1.234,00	1234

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 18: Continuación tabla N°18.

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	COSTO TOTAL
1	Unid	Cilindro de apoyo de la rueda	17.198,28	17198,28
2	Unid	Casquillo cónico N/P: G10.39-BUNA	769	1538
1	Unid	Use 7000197018 cilindro	113,535	113,535
1	Unid	Cilindro de apoyo de la rueda	1256	1256
			Total(Bs)	40.556,375

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 19: Costo de mantenimiento correctivo del sistema estructural
Plasser

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	COSTO TOTAL
4	Unid	Tornillo HEX. 3/4 X 2" G8 UNC C/TUER	21,74	86,94
1	Unid	Nozzle plate PIST DET CEMTEC 234-13178-1	1.177,07	1177,065
			Total(Bs)	1.264,005

Fuente: Elaboración propia.



Tabla N° 20: Costo de mantenimiento correctivo del sistema de frenos

Plasser

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	COSTO TOTAL
8	Unid	Zapata de freno N/P: WN146-730.K-4	1.156,43	9251,4
1	Unid	Cámara de freno	8.505,00	8505
			Total(Bs)	17.756,4

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 21: Costo de mantenimiento correctivo del sistema hidráulico

Plasser

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	COSTO TOTAL
2	Unid	Bomba regulable	75.989,70	151979,4
2	Unid	Cilindro de extender y retraer gancho	29.964,59	59929,17
16	Unid	Cilindro de cierre de discos de trenzas	8.729,33	139669,2
2	Unid	Jgo. De retenes N/P: UD50.550DS	329,88	659,76
2	Unid	Bomba N/P: HY701X1OL	5693,97	11387,94
2	Unid	Sellos de filtros	25,18	50,36
4	Unid	Válvula 3/2 vías	1350,885	5403,54
			Total(Bs)	369.079,37

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 22: Costo de mantenimiento correctivo del sistema de aire acondicionado.

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	COSTO TOTAL
1	Kg	Gas de aire acondicionado(134-a)	5.750,00	5750
1	Unid	Motor de aletas refrig.	8.684,06	8684,055
			Total(Bs)	14.434,055

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 23: Costo de mantenimiento correctivo del sistema mecánico.

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	COSTO TOTAL
30	Unid	Bolts, no 2 round head countersunk	80	2400
			Total(Bs)	2.400

Fuente: Elaboración propia.

En relación con los cuadros expuestos se procede a integrar todos los sistemas en la tabla N° 24 para totalizar los costos que acarrear el mantenimiento correctivo anual de la niveladora Plasser & Theurer 08-16SH.

Tabla N° 24: Costo total de mantenimiento correctivo.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
SISTEMA	COSTOS
Hidráulico	369079,37
Grupo bateo	101365,365
Neumático	66803,235
Estructural	1264,005
Eléctrico	206247,785
Motriz	40556,375
Frenos	17756,7
Aire acondicionado	14434,055
Mecánico	2400
Total(Bs)	819.906,89

Fuente: Elaboración propia.

Ya obtenido los costos de los mantenimiento en la tabla N° 24 se procede a calcular el costo general de los mantenimientos preventivos y correctivos anuales, los resultados se encuentran expuestos en la tabla N° 25 resultando un total de **974.044,33 Bs.**

Tabla N°25: Costo total de los mantenimientos de los repuestos.

MANTENIMIENTO	COSTO
Preventivo	154.137,44
Correctivo	819.906,89
Total(Bs)	974.044,33 Bs.

Fuente: Elaboración propia.

6.3.1.3 Costo de mano de obra del mantenimiento preventivo.

Anteriormente fue descrito los repuestos necesarios para el mantenimiento preventivo a continuación se presenta el costo de mano de obra que esto genera en la tabla N°26.

Tabla N°26: Costo de mano de obra del mantenimiento preventivo Plasser

DESCRIPCIÓN	CARGO	CANTIDAD	HORAS	HORAS TRABAJADAS	SALARIO	COSTO TOTAL
Preventivo	Mecánico	2	6	18	71,82	861,84
	Lubricador	1	6	6	53	318
	Técnico	2	6	18	65,77	789,24
	Supervisor	1	6	6	126,9	761,4
					Total	2.730,48

Fuente: Elaboración propia.

Los costos de la mano de obra del mantenimiento preventivo en la tabla N° 26 corresponden al realizado cada tres meses por lo que para conocer el costos anual se multiplicó por cuatro dando como resultado en **10.921,92 Bs.**

6.3.1.4 Costo de mano de obra del mantenimiento correctivo.

Como se hizo el cálculo del mantenimiento preventivo también se puede detallar el costo de mano de obra del mantenimiento correctivo en la tabla N° 27 por cada uno de los sistemas:

Tabla N°27: Costo de mano de obra del mantenimiento correctivo Plasser.

SISTEMA	CARGO	CANTIDAD	HORAS	HORAS TRABAJADAS	SALARIO	COSTO TOTAL
Hidráulico	Mecánico	3	16	48	71,82	3447,36
	Lubricador	1	16	16	53	848
	Técnico	3	16	48	65,77	3156,96
	Supervisor	1	16	16	126,9	2030,4
Grupo bateo	Mecánico	4	48	192	71,82	13789,44
	Lubricador	1	8	8	53	424
	Técnico	3	48	144	65,77	9470,88
	Supervisor	1	48	48	126,9	6091,2
Neumático	Mecánico	2	6	12	71,82	861,84
	Técnico	2	6	12	65,77	789,24
	Supervisor	1	6	6	126,9	761,4
Estructural	Mecánico	1	0,5	0,5	71,82	35,91
Eléctrico	Electricista	3	18	54	78,13	4219,02
	Técnico	1	18	18	65,77	1183,86
	Supervisor	1	18	18	126,9	2284,2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°27: Continuación tabla N° 27.

SISTEMA	CARGO	CANTIDAD	HORAS	HORAS TRABAJADAS	SALARIO	COSTO TOTAL
Motriz	Mecánico	4	10	40	71,82	2872,8
	Técnico	1	10	10	65,77	657,7
	Supervisor	1	10	10	126,9	1269
	Lubricador	2	10	20	53	1060
Frenos	Técnico	1	9	9	65,77	591,93
	Supervisor	1	9	9	126,9	1142,1
	Mecánico	3	9	27	71,82	1939,14
Aire acondicionado	Técnico	2	3	6	65,77	394,62
	Supervisor	1	3	3	126,9	380,7
	Mecánico	1	3	3	71,82	215,46
Mecánico	Mecánico	1	1	1	71,82	71,82
					Total(Bs)	59.988,98

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presenta el costo total de la mano de obra utilizada para los mantenimientos preventivos y correctivos de la niveladora. (Ver tabla N° 28)

Tabla N°28: Costo total de mano de obra para los mantenimientos.

COSTO DE MANO DE OBRA	COSTO
Preventivo	10.921,92
Correctivo	59.988,98
Total(Bs)	70.910,90

Fuente: Elaboración propia.

El monto que correspondió como inversión total a la mano de obra para la niveladora Plasser & Theurer (033-0333).es de **70.190,90 Bs.**

Con las situaciones planteadas en los objetivos anteriores se pudo apreciar que la niveladora presentan fallas y que a menudo presentan problemas debido mayormente a su periodo de vida útil, pues la mayoría de los repuestos presentan mucho desgaste o están funcionando a medias es por ello que ameritan que sean reemplazado para no afectar la disponibilidad de la máquina. En la tabla N° 29 podemos reflejar algunas reparaciones mayores para mantener en correcto funcionamiento de la máquina.

Tabla N°29: Costo total de reparaciones mayores Plasser.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	COSTO TOTAL
1	Sistema eléctrico.	373087	373087
1	Tarjetas	22897	22897
20	Mangueras	1000	20000
1	Transmisión	192000	192000
1	Motor cummins diesel engine 6CTA 8.3	789505	789505
1	Caja	175000	175000
20	Válvulas	5200	104000
4	Gatos de suspensión	34056	136224
1	Sistema de freno	98000	98000
1	Grupo de bateo	410000	410000
20	Sellos	30	600
50	Tornillos	21,74	1087
50	Arandelas	12	600
2	Bomba	88000	176000
		Total(Bs)	2.499.000

Fuente: Elaboración propia.



El costo de la compra de repuestos se estima que tenga un total **2.499.000 Bs**, mientras que el costo de mano de obra para las reparaciones mayores se calcula en la tabla N° 30.

Tabla N°30: Costo de mano de obra estimada para reparaciones mayores Plasser.

SISTEMA	CARGO	CANTIDAD	HORAS	HORAS TRABAJADAS	SALARIO	COSTO TOTAL
Hidráulico	Mecánico	3	22	66	71,82	4740,12
	Lubricador	1	22	22	53	1166
	Técnico	3	22	66	65,77	4340,82
	Supervisor	1	22	22	126,9	2791,8
Grupo bateo	Mecánico	4	72	288	71,82	20684,16
	Lubricador	1	72	72	53	3816
	Técnico	3	72	216	65,77	14206,32
	Supervisor	1	72	72	126,9	9136,8
Neumático	Mecánico	2	4	8	71,82	574,56
	Técnico	2	4	8	65,77	526,16
	Supervisor	1	4	4	126,9	507,6
Estructural	Mecánico	1	1,5	1,5	71,82	107,73
Eléctrico	Electricista	3	24	72	78,13	5625,36
	Técnico	1	24	24	65,77	1578,48
	Supervisor	1	24	24	126,9	3045,6
Motriz	Mecánico	4	48	192	71,82	13789,44
	Técnico	1	48	48	65,77	3156,96
	Supervisor	1	48	48	126,9	6091,2
	Lubricador	2	48	96	53	5088
Frenos	Técnico	1	12	12	65,77	789,24
	Supervisor	1	12	12	126,9	1522,8
	Mecánico	3	12	36	71,82	2585,52
Aire acondicionado	Técnico	0	0	0	65,77	0
	Supervisor	0	0	0	126,9	0
	Mecánico	0	0	0	71,82	0
Mecánico	Mecánico	1	1	1	71,82	71,82
					Total(Bs)	105.942,5

Fuente: Elaboración propia.

Ya calculados todos los costos en las tablas anteriores se estima el total de la inversión general para ello se presenta la tabla N° 31.

Tabla N°31: Costo total de la inversión necesaria para la niveladora Plasser.

DESCRIPCIÓN	COSTO
Costos de mantenimientos(preventivo y correctivo)	974.044,33
Costos de mano de obra de los mantenimientos	70.910,90
Costos de reparaciones mayores	2.499.000
Costos de mano de obras de reparaciones mayores	91.765
Total(Bs)	3.635.720,23

Fuente: Elaboración propia.

6.3.2 Costos de la Niveladora Tamper Mark VI (033-0280).

6.3.2.1 Costos de repuestos para mantenimiento preventivo.

Para el mantenimiento preventivo de la niveladora Tamper Mark VI se necesitan los repuestos presentados en la Tabla N° 32.



Tabla N°32: Costo total del mantenimiento preventivo niveladora-alineadora
Tamper Mark VI.

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	COSTO TOTAL
1	Unid	Filtro de aceite del motor	1867	1867
1	Unid	Filtro primario de gasoil	1030	1030
1	Unid	Filtro secundario de gasoil	1783	1783
1	Unid	Filtro primario de aire	2434	2434
1	Unid	Filtro secundario de aire	2648	2648
1	Unid	Separador de agua	1020	1020
1	Unid	Cartucho granulado	4.290,00	4290
0,3	Lts	Aceite hidráulico AW ISO 68	13.654,00	4096,2
1	Unid	Filtro hidráulico	1532	1532
1	Unid	Snubber	1212	1212
1	Unid	In-line filter	2430	2430
0,1	Lts	Aceite lubricante 16 SAE AO diesel	14.789,00	1478,9
0,3	Lts	Aceite lubricante 30 SAE 40 diesel	11.567,00	3470,1
1	Unid	Filtro de combustible	1012	1012
1	Unid	Strainer	8.532,00	8532
			Total(Bs)	38.835,2

Fuente: Elaboración propia.

Los repuestos expuesto anteriormente ameritan un cambio cada tres meses por lo que los costos de mantenimiento mostrados en la Tabla N° 32 representan el cambio de repuestos por un periodo del año, para conocer el costo anual se multiplico el costo por cuatro y genero un total de **155.340,80 Bs.**

6.3.2.2 Costo de repuestos de mantenimiento correctivo.

El costo del mantenimiento correctivo para la niveladora son tomados en base a las reparaciones que impidieron en un momento la disponibilidad de la misma, pudiendo resaltar que los mismos se tomaron por el periodo de un año, estos fueron clasificados según los sistemas en:

Tabla N°33: Costo de mantenimiento correctivo sistema hidráulico Tamper.

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	COSTO TOTAL
2	Unid	Bomba(p1) hidráulica	54.028,00	108056
2	Unid	Mangueras #8 y #12	1.320,00	2640
16	Unid	Gato de levantamiento	6.272,00	100352
4	Unid	Válvulas del sint HID	3.456,00	13824
2	Unid	Bomba N/P: hg701	5693,97	11387,94
2	Unid	Flow coat	1123	2246
1	Unid	Válvula 3/2 vías	1350,885	1350,885
1	Unid	Rotula de cilindro.	5673	5673
2	Unid	Manguera HyD	1.029,00	2058
6	Unid	Mangueras	1010	6060
2	Unid	Bomba(p2)	52347	104694
			Total(Bs)	358.341,83

Fuente: Elaboración propia.



Tabla N°34: Costo de mantenimiento correctivo grupo motriz Tamper.

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	COSTO TOTAL
2	Unid	Correas V	478,00	956
1	Unid	Bloque de la válvula de tracción trasera	12.540,00	12540
1	Unid	Eje delantero	24958	24958
1	Unid	Motorin del CLOCKCH	1.345,00	1345
1	Unid	Bomba de inyección 6CTA.8.3 QUMIMG mala.	16.784,00	16784
2	Unid	Cono Tinkem 25580	990	1980
1	Unid	Motor de transmisión	34938	34938
1	Unid	Cilindro de la rueda de apoyo	16534	16534
1	Unid	Tubo de escape	67.345,00	67345
			Total(Bs)	177.380

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°35: Costo de mantenimiento correctivo del sistema neumático Tamper.

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	COSTO TOTAL
2	Unid	Engrasador	1.033,00	2066
6	Unid	Manguera neumática del gato	2.389,00	14334
1	Unid	Gomas	52,00	52
14	Unid	Válvulas(scuip)	3456	48384
			Total(Bs)	64.836

Fuente: Elaboración propia



Tabla N°36: Costo de mantenimiento correctivo del grupo de bateo Tamper

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	COSTO TOTAL
1	Unid	Cilindro derecho del combo clamp	6204	6204
1	Unid	Palpador combo clamp	4.969,49	4969,485
2	Unid	Cadena	2.640,00	5280
8	Unid	Plogas de bateo	4.703,00	37624
			Total(Bs)	54.077,485

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°37: Costo de mantenimiento correctivo del sistema Eléctrico Tamper.

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	COSTO	COSTO TOTAL
1	Unid	Disyuntor	2.563,00	2563
2	Unid	Fusible N/P:275/4A	145,00	290
2	Unid	Circuito impreso cpl n/p: EK-3098LV-00	15.435,00	30870
8	Unid	Proyector bulb	745	5960
3	Unid	Limit swicth	4562	13686
4	Unid	Batería 4D,12v 1100amp	4.356,00	17424
1	Unid	Potenciómetro EL-595C	1.456,00	1456
1	Unid	Solenoid	756,00	756
1	Unid	Alternador	8654	8654
1	Unid	Bornes de baterías	1260	1260

Fuente: Elaboración propia.



Tabla N°37: Continuación tabla N° 37.

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	COSTO	COSTO TOTAL
1	Unid	Red wire	1120	1120
1	Unid	Tarjeta electrónica	52432	52432
3	Unid	Baterías 700 amp.	3412	10236
3	Unid	Baterías 500amp	2457	7371
2	Unid	Dinamo	8.502,00	17004
1	Unid	Clutch electromagnético 13/15	4.350,00	4350
			Total(Bs)	175.432

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°38: Costo de mantenimiento correctivo del sistema estructural
Tamper.

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	COSTO TOTAL
10	Unid	Sello de clutch	21,74	217,35
10	Unid	Arandela de rueda motriz	18,00	180
1	Unid	Tornillo HEX. 3/4 X 2"	21,74	21,74
			Total(Bs)	419,09

Fuente: Elaboración propia



Tabla N°39: Costo de mantenimiento correctivo del aire acondicionado
Tamper.

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	COSTO TOTAL
1	Unid	Aire acondicionado	34.256,00	34.257,00
2	Unid	Correas 2/8*38 1/8"	1.348,00	2696
			Total(Bs)	36.953

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°40: Costo de mantenimiento correctivo del grupo mecánico Tamper.

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	COSTO TOTAL
30	Unid	Rolineras Timken 15118	80	2400
4	Unid	Estoperas	1230	4920
			Total(Bs)	7.320

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°41: Costo de mantenimiento correctivo del sistema de frenos
Tamper.

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	COSTO TOTAL
1	Unid	Zapata de freno	1.324,00	1324
			Total(Bs)	1.324

Fuente: Elaboración propia

En relación con los cuadros planteados se procede a integrar todos los sistemas en la tabla N°42 para totalizar los costos que acarrearán el mantenimiento correctivo anual de la niveladora Tamper Mark VI.

Tabla N° 42: Costo total de mantenimiento correctivo Tamper.

SISTEMAS	COSTOS
Hidráulico	358341,8
Grupo bateo	54077,49
Neumático	64836
Estructural	419,09
Eléctrico	175432
Motriz	177380
Frenos	1324
Aire acondicionado	36953
Mecánico	7320
Total	876.083,4

Fuente: Elaboración propia.

Determinados los costos, se procede a calcular el costo general de los mantenimientos preventivos y correctivos anuales, los resultados se encuentran expuestos en la tabla N°43 resultando un total de **1.031.424,20 Bs.**

Tabla N°43: Costo total de repuestos para los mantenimientos Tamper.

MANTENIMIENTO	COSTO
Preventivo	155.340,80
Correctivo	876.083,40
Total(Bs)	1.031.424,20 Bs.

Fuente: Elaboración propia.

6.3.2.3 Costo de mano de obra del mantenimiento preventivo.

Anteriormente fue descrito los repuestos necesarios para el mantenimiento preventivo a continuación se presenta el costo de mano de obra que esto genera en la tabla N°44.

Tabla N°44: Costo de mano de obra del mantenimiento preventivo Tamper.

DESCRIPCIÓN	CARGO	CANTIDAD	HORAS	HORAS TRABAJADAS	SALARIO	COSTO TOTAL
Preventivo	Mecánico	2	6	18	71,82	861,84
	Lubricador	1	6	6	53	318
	Técnico	2	6	18	65,77	789,24
	Supervisor	1	6	6	126,9	761,4
					Total	2.730,48

Fuente: Elaboración propia

Los costos de la mano de obra del mantenimiento preventivo en la tabla N° 44 corresponden al realizado cada tres meses, para saber el costos anual se multiplicó por cuatro dando como resultado en **10.921,92 Bs.**

6.3.1.4 Costo de mano de obra del mantenimiento correctivo.

El costo de la mano de obra del mantenimiento correctivo se estima al igual que los repuestos por cada uno de los sistemas para conocerlo se detalla la cantidad de personal, horas que se requieren en la tabla N°45:

Tabla N°45: Costo de mano de obra del mantenimiento correctivo Tamper.

SISTEMA	CARGO	CANTIDAD	HORAS	HORAS TRABAJADAS	SALARIO	COSTO TOTAL
Hidráulico	Mecánico	3	8	24	71,82	1723,68
	Lubricador	1	5	5	53	265
	Técnico	3	8	24	65,77	1578,48
	Supervisor	1	8	8	126,9	1015,2
Grupo de bateo	Mecánico	4	24	96	71,82	6894,72
	Lubricador	1	4	4	53	212
	Técnico	3	24	72	65,77	4735,44
	Supervisor	1	24	24	126,9	3045,6
Neumático	Mecánico	1	5	5	71,82	359,1
	Técnico	1	5	5	65,77	328,85
	Supervisor	1	5	5	126,9	634,5
Estructural	Mecánico	1	1	1	71,82	71,82

Fuente: Elaboración propia



Tabla N°45: Continuación tabla N°45.

SISTEMA	CARGO	CANTIDAD	HORAS	HORAS TRABAJADAS	SALARIO	COSTO TOTAL
Eléctrico	Electricista	3	24	72	78,13	5625,36
	Técnico	2	24	48	65,77	3156,96
	Supervisor	1	24	24	126,9	3045,6
Motriz	Mecánico	4	12	48	71,82	3447,36
	Técnico	1	12	12	65,77	789,24
	Supervisor	1	12	12	126,9	1522,8
	Lubricador	2	12	24	53	1272
Frenos	Técnico	1	7	7	65,77	460,39
	Supervisor	1	7	7	126,9	888,3
	Mecánico	3	7	21	71,82	1508,22
Aire acondicionado	Técnico	1	5	5	65,77	328,85
	Supervisor	1	5	5	126,9	634,5
	Mecánico	1	5	5	71,82	359,1
Mecánico	Mecánico	1	3	3	71,82	215,46
Total(Bs)						44.118,53

Fuente: Elaboración propia

Ya calculados todos los costos de mano de obra se estima el total de la inversión general de mano de obra para ello se presenta la tabla N°46.

Tabla N°46: Costo total de mano de obra para los mantenimientos Tamper.

COSTO DE MANO DE OBRA	COSTO
Preventivo	10.921,92
Correctivo	44.118,53
Total(Bs)	55.040,45

Fuente: Elaboración propia.

El monto que correspondió como inversión total a la mano de obra para la niveladora Tamper Mark es de **55.040,45 Bs.**

Como fue mencionado en objetivos anteriores esta es uno de los equipos más viejos con constantes fallas debido a que sobrepaso su vida útil aunque se le realizo mantenimiento, esta niveladora amerita reparaciones mayores pues la mayoría de los repuestos se encuentran en mal estado, la mayoría de los repuestos se encuentran a media vida lo que afecta la disponibilidad de la máquina. En la tabla N°47 podemos reflejar algunas reparaciones mayores para mantener en correcto funcionamiento de la máquina.

Tabla N°47: Costo total de reparaciones mayores Tamper.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	COSTO TOTAL
1	Sistema hidráulico	456352	456352
1	Grupo de bateo	410000	410000
1	Sistema eléctrico.	373087	373087
1	Tarjeta electrónica de alineación y nivelación	112897	112897
1	Transmisión	192000	192000
1	Caja	175000	175000
2	Bomba	88000	176000
1	Motor	630569	630569
10	Válvulas	5200	52000
4	Gatos de suspensión	34056	136224
50	Tornillos	21,74	1087
50	Arandelas	12	600
60	Sellos	28	1680
1	Motor de a/a	30000	30000
1	Sistema de freno	98000	98000
40	Mangueras	1000	40000
		Total(Bs.)	2.885.496

Fuente: Elaboración propia.



A continuación en la tabla N°48 se estima el costo de la mano obra para las reparaciones mayores.

Tabla N°48: Costo de mano de obra estimada para reparaciones mayores Tamper.

SISTEMA	CARGO	CANTIDAD	HORAS	HORAS TRABAJADAS	SALARIO	COSTO TOTAL
Hidráulico	Mecánico	3	48	144	71,82	10342,08
	Lubricador	1	48	48	53	2544
	Técnico	3	48	144	65,77	9470,88
	Supervisor	1	48	48	126,9	6091,2
Grupo bateo	Mecánico	4	72	288	71,82	20684,16
	Lubricador	1	72	72	53	3816
	Técnico	3	72	216	65,77	14206,32
	Supervisor	1	72	72	126,9	9136,8
Neumático	Mecánico	2	7	14	71,82	1005,48
	Técnico	2	7	14	65,77	920,78
	Supervisor	1	7	7	126,9	888,3
Estructural	Mecánico	1	2	2	71,82	143,64
Eléctrico	Electricista	3	48	144	78,13	11250,72
	Técnico	1	48	48	65,77	3156,96
	Supervisor	1	48	48	126,9	6091,2
Motriz	Mecánico	4	48	192	71,82	13789,44
	Técnico	1	48	48	65,77	3156,96
	Supervisor	1	48	48	126,9	6091,2
	Lubricador	2	48	96	53	5088
Frenos	Técnico	1	9	9	65,77	591,93
	Supervisor	1	9	9	126,9	1142,1
	Mecánico	3	9	27	71,82	1939,14
Aire acondicionado	Técnico	0	0	0	0	0
	Supervisor	0	0	0	0	0
	Mecánico	0	0	0	0	0
Mecánico	Mecánico	1	1	1	71,82	71,82
					Total	131.619,1

Fuente: Elaboración propia.

Ya calculados todos los costos en las tablas anteriores se estima el total de la inversión general para ello se presenta la tabla N° 49.

Tabla N°49: Costo total de la inversión necesaria para la niveladora.

DESCRIPCION	COSTO
Costos de mantenimientos(preventivo y correctivo)	1.031.424,20
Costos de mano de obra de los mantenimientos	55.040,45
Costos de reparaciones mayores	2.885.496
Costos de mano de obras de reparaciones mayores	131.619,1
Total(Bs)	4.103.579,75

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se tiene los costos de las dos niveladoras en la tabla N° 50 donde se refleja inversión para la Tamper Mark VI y Plasser & Theurer 08-16SH.

Tabla N°50: Costo total de la inversión necesaria de las niveladoras

DESCRIPCION	COSTO(Bs.)
Costo de inversión de la niveladora Plasser & Theurer 08-16SH	3.635.720,23
Costo de inversión de la niveladora Tamper Mark VI	4.103.579,75

Fuente: Elaboración propia.

6.4 COMPARAR TÉCNICA ECONÓMICAMENTE LA ADQUISICIÓN DE EQUIPOS DE NIVELACIÓN PARA LA GERENCIA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS FERROVIARIOS.

Para efectos de la evaluación económica se establecerá una comparación entre el costo de un equipo nuevo y el costo de repotenciar los ya existentes.

Los equipos que estarán expuestos a la comparación es la niveladora Plasser &Theurer 08-16SH y la Tamper Mark VI, dado a los resultados obtenidos del análisis técnico realizado anteriormente; donde se establece claramente las condiciones actuales en las que están los equipos.

La comparación está basada en la rentabilidad de la combinación entre comprar equipos nuevos y/o repotenciar los existentes (033-0333 y 033-0280), las consideraciones a tomar en cuenta son: la vida útil, los costos de



mantenimiento de las alternativas de comparación, los costos de inversión.
 La evaluación económica se realizó a través de una hoja de cálculo de
 MICROSOFT EXCEL, a continuación: (Tabla N° 51 ,52)

Tabla 51: Alternativa 1: Flujo de efectivo de repotenciar niveladora Plasser.

AÑO	INVERSION (Bs.)	COSTOS DE MANTENIMIENTO (Bs.)	BENEFICIOS (Bs.)	FLUJO DE EFECTIVO (Bs.)
	(1)	(2)	(3)	(4)
0	-3.635.720			3.635.720
1		162.706		-162.706
2		162.706		-162.706
3		162.706		-162.706
4		162.706		-162.706
5		162.706		-162.706
6		162.706		-162.706
7		162.706		-162.706
8		162.706		-162.706
9		162.706		-162.706
10		162.706		-162.706

INDICES DE RENTABILIDAD		
COSTO DE CAPITAL		15%
MONTO DE LA INVERSION AÑO 2015 (Bs.)		3.635.720
COSTO ACTUAL DE MANTENIMIENTO (Bs./año)		162.706
VALOR PRESENTE NETO (Bs.)		2.819.137
COSTO ANUAL EQUIVALENTE (Bs.)		-561.719

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 52: Alternativa 2: Flujo de efectivo de compra de niveladora nueva.

AÑO	INVERSION (Bs.)	COSTOS DE MANTENIMIENTO (Bs.)	BENEFICIOS (Bs.)	FLUJO DE EFECTIVO (Bs.)
	(1)	(2)	(3)	(4)
0	-3.984.000			3.984.000
1		199.200		-199.200
2		199.200		-199.200
3		199.200		-199.200
4		199.200		-199.200
5		199.200		-199.200
6		199.200		-199.200
7		199.200		-199.200
8		199.200		-199.200
9		199.200		-199.200
10		199.200		-199.200

INDICES DE RENTABILIDAD		
COSTO DE CAPITAL		15%
MONTO DE LA INVERSION AÑO' 2015 (Bs.)		3.984.000
COSTO DE MANTENIMIENTO (Bs./año) 5% ESTIMADO DE INVERSIÓN		199.200
VALOR PRESENTE NETO (Bs.)		2.984.261
COSTO ANUAL EQUIVALENTE (Bs.)		-594.620

Fuente: Elaboración propia

En ejecución de la evaluación económica se utilizó una tasa de interés de 15% para realizar una evaluación económica donde se estudia la rentabilidad de dos alternativas, a través de los indicadores económicos como valor presente y costo anual equivalente, se debe realizar en una base tiempos iguales; en este caso la comparación es de 10 años que representa la vida útil del equipo nuevo, la cual fue suministrada por el fabricante; por otra parte la vida de un equipo repotenciado es de 5 años. A continuación se presenta un resumen de las alternativas en la tabla N°53.

Tabla N°53: Resumen del valor presente y costo anual equivalente.

VPN	ALTERNATIVAS		CAE
2.819.137	1	Repotenciar niveladora Plasser	-561.719
2.984.261	2	Comprar niveladora nueva	-594620

Fuente: Elaboración propia

Tomando en cuenta los resultados obtenidos y comparando el valor presente neto de las alternativas (Ver tabla 53), es notorio que económicamente resulta más rentable repotenciar la niveladora Plasser existente que adquirir una nueva.

Por otra parte, también se hace evidente que la diferencia entre ambas alternativas no es impactante, ya que son **165.124 Bs.** lo que los separa una alternativa de otra, por lo que al evaluar las condiciones actuales de estos equipos tenemos que:



- La vida útil de un equipo repotenciado es de cinco(5) años, lo que significa que cinco (5) años más tarde será necesario realizar una inversión mayor a la que se puede hacer en los momentos actuales.
- La estructura de las niveladoras FMO 033-0333 está muy desgastada por lo que será imposible restablecerla completamente, puesto que la repotenciación no considera el desgaste de la estructura.
- La vida real de la niveladora es de diez (10) años; lo que justifica la obsolescencia de estos equipos, por haber cumplido al máximo con su vida útil.

En relación a la incidencia de lo expresado anteriormente, queda totalmente demostrado que la repotenciación no es la mejor opción ya que acarrea el doble de la inversión y en consecuencia la alternativa a seguir es la adquisición de las niveladoras nuevas. Es por ello que no se le realizara el mismo estudio a la alineadora Tamper Mark pues esta es mucho más vieja que la anteriormente descrita y acarrea mucho más gastos que la Plasser.

CONCLUSIONES

Del análisis del estudio efectuado, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- 1) La frecuencia de falla que más impacta la disponibilidad de la niveladora Plasser & Theurer 08-16H es el sistema eléctrico con 29,73%, mientras que en la niveladora Tamper Mark VI el sistema hidráulico con un promedio de 32,29 fallas.
- 2) El tiempo total de falla de la niveladora (Plasser & Theurer 08-16H , Tamper Mark VI) es de 2431 y 2224 días respectivamente causa que origina demora en la ejecución del mantenimiento de los niveladoras , es la falta de repuestos y equipos en el taller y almacén de la empresa.
- 3) La evaluación de la norma COVENIN 2500-93, en el taller de equipos ferroviarios tuvo una puntuación total de cumplimiento de 2109 puntos y la puntuación porcentual global fue de 83% para aumentarla se le debe prestar atención a las áreas más críticas como al personal de mantenimiento y apoyo logístico.
- 4) Todos los mantenimientos preventivos de las niveladoras se rigen por el mismo sistema de mantenimiento (90 días).



- 5) Los costos de mantenimiento de la Plasser & Theurer 08-16H es 3.635.720,23 Bs mientras los de la Tamper Mark VI 4.103.579,75 Bs.
- 6) La niveladora Tamper Mark VI implica una perdida para la empresa pues ya excedió su tiempo de vida útil y repotenciarla genera un costo muy elevado, es por ello que debe tomar en cuenta la desincorporación.
- 7) Con un valor presente neto de 2.984.261 Bs. se debe adquirir una niveladora nueva ya que hoy en día hay equipos más actualizados.



RECOMENDACIONES.

- 1) Registrar detalladamente las paradas de los equipos según los procedimientos por los formatos utilizados, para así poder tener un correcto seguimiento de los equipos con el fin de mejorar la planificación.
- 2) Mejorar la parametrización del sistema SAP en cuanto a la estadística de la programación de mantenimientos y los mantenimientos no realizados (documentación), para conocer la cantidad de veces que un mantenimiento se suspende, reprograma, este insumo es muy valioso para la elaboración de los nuevos planes de mantenimiento.
- 3) Establecer prioridad de los repuestos medulares para garantizar la existencia de repuestos en stock de almacén para los equipos que sean considerados como críticos, para disminuir las demoras de los mantenimientos y aumentar la disponibilidad.
- 4) Optimizar al máximo los repuestos.
- 5) Subastar equipos que no estén en funcionamiento para obtener capital, con el fin de inyectar ingresos que se conviertan en beneficios a la empresa.



- 6) Gestionar en las aduanas la llegada de los repuestos retenidos, (partes de las niveladoras) ayudando a mantenerla en operación y así evitar la paralización.
- 7) Elaborar una guía de las posibles soluciones a fallas presentadas.
- 8) Realizar evaluaciones de desempeño a proveedores en cuanto al tiempo de procura de repuestos, costos, calidad de repuesto. Para así mejorar los tiempos de disponibilidad de las máquinas.
- 9) Adquirir nuevas niveladoras con sistemas avanzados con el fin de garantizar las continuas rehabilitaciones a la vía férrea.



BIBLIOGRAFÍA

Arias, F. (2004). El proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología científica. Caracas: Editorial Episteme.

Dessler, G. (2001). Administración de personal. México: Ed. Prentice Hall Hispanoamericana S.A.

Fairmont Tamper, Cayce - west Columbia, U.S.A. (1996). Parts Manual Mark VI Tamper, catálogo N° 0-3002334-0-00.

Hernández R., Fernández C. y Baptista, P. (2003) Metodología de la Investigación, Editorial Mc GrawHill. Segunda Edición.

Norma COVENIN 2500-93. (2001). Manual para Evaluar los Sistemas de Mantenimiento en la Industria. Caracas: FONDONORMA.

Plasser & Theurer, Linz-Austria (2003). Manual de mantenimiento Plasser & Theurer 08-16 SH, catálogo N° BA 4520.

Portal Web. C.V.G. FERROMINERA ORINOCO. Disponible en: <http://portal:1020/principal/>.

Ralph S. Polimeni – Frank J. Fabozzi – Arthur H. Adelberg (1994). Contabilidad de Costos. Tercera Edición Caracas Venezuela. Editorial Mc Granw Hill.



APÉNDICE



Apéndice 1: Niveladora Tamper Mark VI(033-0280)



Apéndice 2: Grupo de bateo Tamper Mark VI(033-0280)



Apéndice 3: Grupo de bateo Plasser & Theurer 08-16H (033-0333)



Apéndice 4: Niveladora Plasser & Theurer 08-16H (033-0333)