

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS



**MODELO DE SISTEMA DE MANTENIMIENTO PARA
UNA EMPRESA DE TRANSPORTE URBANO**

TESIS

Para optar por el Título Profesional de:
INGENIERO INDUSTRIAL

**CAMIZÁN LOZANO, GLEISER OSCAR
PINTO ZEGARRA, ALBERTO AUGUSTO**

Lima – Perú
2010

Digitalizado por:

**Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse**

A mis padres por haberme apoyado en todo momento y enseñarme mediante el ejemplo que el amor tiene muchas y diversas formas de expresión, a mis hermanos por haber sido escudo y espada para mí en mis primeros años de vida y aún hasta hoy.

A Santiago, hijo mío por ser el más fuerte motor y motivo para superarme a mí mismo cada día, a Mily por ser la madre paciente y amorosa que admiraré toda mi vida.

A Renzo, Carlos, Julio, José, Ronald y Jorge, los Piramova, por ayudarme a probar que en esta vida nada es imposible. y a Katty, Javier y todos aquellos que participaron en la realización de esta tesis.

Alberto

A mis padres, Mary y Oscar, pilares de amor, esfuerzo y motivación para lograr cada una de mis metas, a mis hermanos los "J", Jacky Jeison, fuerzas de inspiración y apoyo incondicional en labor diaria.

A mi familia, cada uno de ellos están presentes en cada logro porque juntos me han ayudado a lograrlo...y a mis amigos por sus consejos y tiempo en los buenos y malos momentos.

Gleiser

INDICE

INDICE.....	2
DESCRIPTORES TEMÁTICOS.....	14
RESUMEN.....	15
INTRODUCCIÓN.....	17
CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA.....	1
1.1.1 Datos de la Empresa.....	1
1.1.2 Reseña Histórica.....	1
1.1.3 Misión.....	2
1.1.4 Visión.....	2
1.1.5 Organigrama de la Empresa.....	3
1.2 DIAGNÓSTICO DE LA UNIDAD DE MANTENIMIENTO.....	4
1.2.1 Descripción de la Unidad de Mantenimiento.....	4
1.2.2 Sistema de Información de Mantenimiento.....	5
1.2.3 Inventario de Vehículos.....	5
1.2.4 Evaluación por deméritos de Mantenimiento.....	8

1.2.5	<i>Radar de Mantenimiento</i>	10
1.2.6	<i>Análisis Causa - Efecto</i>	14
1.3	<i>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</i>	16
1.4	<i>DELIMITACIÓN DE OBJETIVOS</i>	17
1.5	<i>HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN</i>	18
1.6	<i>JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN</i>	18
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO		20
2.1	<i>MANTENIMIENTO</i>	20
2.2	<i>TIPOS DE MANTENIMIENTO</i>	20
2.2.1	<i>Mantenimiento Correctivo</i>	20
2.2.2	<i>Mantenimiento Preventivo</i>	22
2.2.3	<i>Mantenimiento Predictivo</i>	24
2.3	<i>DEFECTO Y FALLA</i>	25
2.3.1	<i>Defecto</i>	25
2.3.2	<i>Falla</i>	25
2.4	<i>SISTEMAS DE MANTENIMIENTO</i>	25
2.5	<i>SISTEMAS DE MANTENIMIENTO EN EMPRESAS DE TRANSPORTE URBANO</i>	28
2.5.1	<i>Costo real del mantenimiento</i>	29
2.6	<i>METODOLOGÍA 5 'S</i>	33
2.7	<i>EVALUACIÓN POR DEMÉRITOS</i>	37

2.8	CONCEPTO DE DIAGRAMA DE PARETO	38
2.8.1	Uso del diagrama de Pareto	39
2.8.2	Objetivos de aplicar un diagrama de Pareto	39
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		42
3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN	42
3.2	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	42
3.3	VARIABLES E INDICADORES.....	43
3.4	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	44
CAPÍTULO IV: DISEÑO DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO		46
4.1	ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO.....	46
4.2	DEFINICIÓN DE LA UNIDAD DE MANTENIMIENTO.....	47
4.2.1	Organigrama de la Unidad.....	47
4.2.2	Personal de mantenimiento	48
4.2.2.1	Definición de los perfiles del personal.....	48
4.2.2.1.1	Jefe de la Unidad de Mantenimiento	48
4.2.2.1.2	Técnico de Mantenimiento.....	50
4.2.2.1.3	Conductores de Vehículos.....	52
4.2.3	Procedimientos de la Unidad de mantenimiento.....	54
4.2.3.1	Gestión de Órdenes de Trabajo.....	54
4.2.3.2	Elaboración del Plan de Mantenimiento.....	58
4.2.3.3	Aprobación del Plan de Mantenimiento.....	61

4.2.3.4	<i>Control Diario de Buses</i>	63
4.2.3.5	<i>Análisis de Calidad del Mantenimiento</i>	65
4.2.3.6	<i>Aprobación de Orden de Subcontratación</i>	67
4.3	SISTEMAS DE COMPONENTES	70
4.3.1	<i>Definición de Sistemas y Subsistemas de Componentes</i>	70
4.3.2	<i>Diagnóstico Cualitativo de Componentes</i>	72
4.3.3	<i>Codificación de Componentes</i>	73
4.3.3.1	<i>Sistema</i>	73
4.3.3.2	<i>Subsistema</i>	74
4.3.3.3	<i>Detalle - Componente</i>	75
4.4	DESARROLLO DEL ESQUEMA METODOLÓGICO PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	77
4.4.1	<i>Análisis de fallas históricas</i>	77
4.4.2	<i>Identificación del Tipo Mantenimiento para cada Componente</i>	79
4.4.3	<i>Definición de Actividades</i>	81
4.4.3.1	<i>Codificación de Actividades</i>	81
4.4.4	<i>Definición de Actividades Preventivas a Planificar</i>	82
4.4.5	<i>Cálculo de la Vida Media Útil de Componentes</i>	85
4.4.6	<i>Cálculo de la Frecuencia Óptima de Operaciones</i>	86
4.5	DISEÑO DE FORMATOS DE CONTROL	96
4.5.1	<i>Orden de trabajo</i>	96

4.5.2	<i>Ficha de Automantenimiento</i>	98
4.6	IMPLEMENTACION DEL SISTEMA	100
4.6.1	<i>Implementación de Automantenimiento y 5'S</i>	100
4.6.1.1	<i>Etapa 1: Decisión de la Dirección</i>	101
4.6.1.2	<i>Etapa 2: Información y Formación a la Empresa</i>	104
4.6.1.3	<i>Etapa 3: Designar y poner en marcha la Estructura de Pilotaje</i>	107
4.6.1.4	<i>Etapa 4: Diagnóstico de la Situación o Estado de los Lugares</i>	110
4.6.1.5	<i>Etapa 5: Elaboración del Programa de Acciones</i>	114
4.6.1.6	<i>Etapa 6: Desarrollo del Automantenimiento y de 5'S</i>	116
4.6.1.6.1	<i>Implementación de Automantenimiento</i>	117
4.6.1.6.2	<i>Implementación de Plan 5'S</i>	123
4.6.2	<i>Implementación de Mantenimiento Preventivo Programado</i>	139
CAPÍTULO V: EVALUACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO		140
5.1	DEFINICIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN	140
5.1.1	<i>Generalidades</i>	140
5.1.2	<i>VARIABLES A ESTUDIAR</i>	141
5.1.3	<i>Recopilación de datos</i>	142
5.2	ESQUEMA GENERAL DEL MODELO DE SIMULACIÓN	143
5.3	DEFINICIÓN DE ENTIDADES Y ATRIBUTOS	144
5.3.1	<i>Definición de variables del sistema a simular</i>	146

5.3.2	<i>Parámetros de la simulación</i>	147
5.4	<i>FLUJOGRAMA DE LA SIMULACIÓN</i>	149
5.5	<i>RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN</i>	151
5.5.1	<i>Evaluación preliminar de resultados</i>	153
CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN ECONÓMICO FINANCIERA.....		161
6.1	<i>PRESUPUESTO DEL PROYECTO</i>	161
6.2	<i>ELABORACIÓN DE FLUJOS DE CAJA</i>	161
6.3	<i>ANÁLISIS FINANCIERO</i>	165
6.3.1	<i>Cálculo del ratio Beneficio – Costo</i>	165
6.3.2	<i>Cálculo de la Tasa Interna de Retorno</i>	166
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		167
<i>CONCLUSIONES</i>		167
<i>RECOMENDACIONES</i>		168
ANEXOS.....		174

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Inventario de Vehículos	7
Tabla 2 Puntajes por Tipo de Respuesta.....	9
Tabla 3 Estructura del Cuestionario.....	9
Tabla 4 Distribución de Sistemas en un vehículo	74
Tabla 5 Codificación de Sub-Sistemas de un Vehículo	75
Tabla 6 Codificación a nivel de Componentes de un vehículo.....	76
Tabla 7 Distribución de Costos de Mantenimiento en base a Componentes	77
Tabla 8 Participación en Costos por Componente.....	78
Tabla 9 Componentes Plan de Mantenimiento	80
Tabla 10 Actividades de Mantenimiento	81
Tabla 11 Codificación Actividades de Mantenimiento.....	81
Tabla 12 Codificación Actividades de Mantenimiento por Componente	82
Tabla 13 Estructura del Equipo de Pilotaje	108
Tabla 14 Problemas Identificados.....	112
Tabla 15 Indicadores de Seguimiento.....	113
Tabla 16 Cálculo de Indicadores	113
Tabla 17 Programa de Acciones para el Taller de Mantenimiento	115
Tabla 18 Cronograma de Implementación de Automantenimiento.....	117

Tabla 19 Valores Prefijados para inspección de neumáticos.....	121
Tabla 20 Actividades de Automantenimiento para los Neumáticos	122
Tabla 21 Programa de Implementación de 5'S	124
Tabla 22 Descripción de Tarjetas de Control.....	126
Tabla 23 Definición de Atributos de Componente.....	144
Tabla 24 Definición de Atributos de Ómnibus.....	145
Tabla 25 Definición de Variables de Simulación.....	146
Tabla 26 Parámetros de Entrada para Ambos Estados.....	147
Tabla 27 Parámetros de Simulación del Estado Inicial	148
Tabla 28 Parámetros de Simulación del Estado Mejorado	148
Tabla 29 Distribución de Ingresos y Egresos de Mantenimiento - Estado Inicial.....	151
Tabla 30 Tasa de Disponibilidad por Vehículo – Estado Inicial	151
Tabla 31 Distribución de Ingresos y Egresos de Mantenimiento - Estado Mejorado.....	152
Tabla 32 Tasa de Disponibilidad por Bus - Estado Mejorado	153
Tabla 33 Cálculo de Indicadores Operativos	154
Tabla 34 Cálculo de Indicadores Estado Inicial	154
Tabla 35 Cálculo de Indicadores Estado Mejorado	155
Tabla 36 Resultados de Indicadores Operativos	156

Tabla 37 Presupuesto del Proyecto.....	161
Tabla 38 Flujo de Caja sin el Proyecto	163
Tabla 39 Flujo de Caja con el Proyecto	163
Tabla 40 Flujo de Caja Diferenciado.....	164

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama SATELITE S.A.	3
Figura 2 Organigrama Unidad de Mantenimiento	4
Figura 3 Los 3 tipos de Unidades según el tipo de servicio	6
Figura 4 Radar de Mantenimiento	11
Figura 5 Pizarra informativa	12
Figura 6 Herramientas deterioradas y duplicadas en taller	13
Figura 7 Herramientas en desuso del Taller	13
Figura 8 Estado actual del almacén.....	14
Figura 9 Diagrama Causa - Efecto de la Unidad de Mantenimiento	15
Figura 10 Diagrama de Relaciones del Sistema de Producción	26
Figura 11 Esquema de un Sistema de Mantenimiento	28
Figura 12 Distribución de Costos de Mantenimiento	31
Figura 13 Esquema General del Sistema de Mantenimiento Propuesto.....	46
Figura 14 Organigrama Propuesto para la Unidad de Mantenimiento	48
Figura 15 Procedimiento de Gestión de Órdenes de Trabajo.....	57
Figura 16 Procedimiento de Elaboración del Plan de Mantenimiento.....	60
Figura 17 Procedimiento de Aprobación del Plan de Mantenimiento	62
Figura 18 Procedimiento de Control Diario de Buses	64
Figura 19 Procedimiento del Análisis de Calidad del Mantenimiento	66

Figura 20 Procedimiento de Aprobación y Ejecución de Orden de Trabajo Externa	69
Figura 21 Unidad modelo.....	70
Figura 22 Diagrama de Pareto de Costos de Mantenimiento en base a Componentes	79
Figura 23 Metodología de Elección de Tipo de Mantenimiento	84
Figura 24 Eventos de Mantenimiento en un tiempo "T"	89
Figura 25 $\mu= 100$ $\sigma= 20$ $C_{prv}/C_{cor} = 2.2$	92
Figura 26 $\mu= 100$, $\sigma= 20$ y $C_{prv}/C_{cor} = 1.6$	92
Figura 27 $\mu= 30$, $\sigma= 20$ y $C_{prv}/C_{cor} = 2.2$	93
Figura 28 $\mu= 100$, $\sigma= 30$ y $C_{prv}/C_{cor} = 2.2$	93
Figura 29 Formato de Orden de Trabajo	97
Figura 30 Formato Ficha de Automantenimiento.....	99
Figura 31 Modelo de Implementación de Automantenimiento y 5'S	100
Figura 32 Fases de Implementación de Automantenimiento y 5'S	101
Figura 33 Comité de Dirección de Implementación	101
Figura 34 Pilares de la Implementación de Automantenimiento y 5'S	103
Figura 35 Política de Implementación Mantenimiento Autónomo	105
Figura 36 Fases de la Implementación de Mantenimiento Autónomo	106
Figura 37 Integrantes y alcance del Equipo de Pilotaje	107

Figura 38 Programa de Formación del Equipo de Pilotaje.....	109
Figura 39 Cigüeñal Reparado en condiciones deficientes	111
Figura 40 Programa de acciones propuesto	114
Figura 41 Metodologías y zonas de implementación de Automantenimiento y 5'S.....	116
Figura 42 Flujo de Actividades de Automantenimiento.....	119
Figura 43 Taller Mecánico	123
Figura 44 Modelo de Simulación	143
Figura 45 Flujograma de Simulación	150
Figura 46 Averías Arrancador vs Tiempo	156
Figura 47 Avería Llantas vs Tiempo	157
Figura 48 Averías Batería vs Tiempo	157
Figura 49 Averías Válvulas vs Tiempo	158
Figura 50 Avería Caja de Cambio vs Tiempo	158
Figura 51 Averías Alternador vs Tiempo.....	159
Figura 52 Variación de averías por Componente vs Tiempo	160

DESCRIPTORES TEMÁTICOS

GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

AUTOMANTENIMIENTO

MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN

NUEVAS TÉCNICAS DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

SIMULACIÓN

EMPRESA DE TRANSPORTE

TRANSPORTE URBANO

RESUMEN

El presente trabajo de investigación muestra el diseño del sistema de mantenimiento en una empresa de transporte urbano, como parte de la iniciativa de esta empresa por mejorar la gestión del mantenimiento, reducir las fallas técnicas en sus vehículos e incrementar sus beneficios.

Las empresas reconocen la necesidad del mantenimiento para conservar operativos sus equipos, sin embargo, aún no entienden la magnitud real de los costos de la falta de mantenimiento y cómo afecta a la calidad de los procesos.

La metodología propuesta se centra en elaborar el método de planeamiento y programación del mantenimiento, complementado con procedimientos de automantenimiento; para ello se trabajó con información histórica de los componentes. Asimismo, se realizaron evaluaciones para obtener los puntos más débiles de la gestión del mantenimiento actual.

El resultado muestra los procedimientos, programas de acción y criterios de evaluación para implementar un programa de mantenimiento planificado, que mejore la productividad operativa, también la implementación de tareas de automantenimiento que complementen el sistema de mantenimiento; también se justifica la implementación de este sistema mediante resultados

obtenidos por medio de la simulación del programa de mantenimiento planificado y calculando las mejoras en los índices operativos para la flota de vehículos.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la presente tesis consiste en el diseño de un Sistema de Mantenimiento en la Empresa de Transporte y Servicios Múltiples Satélite S.A., ubicada en el distrito de Breña.

La problemática que enfrenta la empresa es producto de un crecimiento rápido de las operaciones de la empresa que no ha ido a la par con una adecuada gestión del mantenimiento, lo cual se evidencia en pérdidas económicas debido a las frecuentes fallas en los vehículos y el bajo índice de operatividad de los vehículos.

En el primer Capítulo, se define el problema de investigación en base a la información obtenida por la aplicación de un cuestionario sobre la gestión del mantenimiento en la empresa, y la el uso de herramientas cualitativas para la detección de problemas, como el diagrama Causa – Efecto y técnicas semi – cuantitativas como el Radar de Mantenimiento.

En el Capítulo II, se presentan el conjunto de conceptos teóricos y herramientas más importantes utilizadas para el diagnóstico y el diseño del Sistema de Mantenimiento,

El Capítulo III, se enfoca principalmente los principios y la metodología utilizada para el estudio del problema y el diseño del Sistema de Mantenimiento.

En el Capítulo IV, se procede a diseñar el Sistema de Mantenimiento, el cual comprende la reorganización de la Unidad de Mantenimiento, la elaboración de los perfiles de personal de mantenimiento, la elaboración de los procedimientos más importantes de la gestión del mantenimiento, el diseño de la metodología de programación del mantenimiento Preventivo, la sistematización y codificación tanto de actividades como de componentes de un vehículo; así como también un plan de implementación.

La comprobación de la hipótesis se verifica en el Capítulo V, donde se hace uso de un modelo de simulación para poder estimar el comportamiento operativo de la empresa. Para tal fin, se construye un modelo simplificado del proceso operativo de la empresa y se simulan 4 años de operación tanto sin la aplicación del sistema como con la aplicación del mismo.

En base a la comparación de ambos estados se analiza la efectividad del sistema.

En el Capítulo VI se evalúa la conveniencia económica del proyecto, estimando los beneficios percibidos por la aplicación del sistema, y los gastos adicionales y la inversión adicional, para lo cual se obtiene un Ratio Beneficio – Costo conveniente.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

1.1.1 Datos de la Empresa

Nombre: Empresa de Transporte y Serv. Múltiples Satélite
SA

Nº RUC: 20106977608

Dirección: Jr. Manoa Nº 391 – Breña

Representante Legal: Ing. Ramírez García Luis Edgardo Leonardo

Inicio de Actividades: 18/08/1992

Nº de Trabajadores: 22

1.1.2 Reseña Histórica

E.T.S.M. SATÉLITE S.A. comienza sus actividades el 18 de Agosto de 1992, siendo su dueño el grupo MODASA S.A. y teniendo como rubro principal el transporte de pasajeros en la ruta NO-100. A diferencia de otras empresas de transporte, SATÉLITE es una empresa de transporte con dueño y

administrador definido, mientras que la mayoría de empresas de transporte que se iniciaron en aquellos años eran agrupaciones de conductores.

En el año 1998 la empresa inicia el servicio de transporte turístico de pasajeros, al ser una empresa formalmente constituida y con una trayectoria sólida, logra obtener los permisos por parte de la Municipalidad de Lima para transitar por zonas históricas de la ciudad de Lima, de esta manera E.T.S.M. SATÉLITE logra diversificar su cartera de servicios y hacerse de un nombre en el mercado.

En el año 2006 MODASA vende la mayoría del accionariado al Sr. Edgardo Ramírez García. Es así que surge el nombre URBANITO, que caracteriza actualmente a la empresa en el medio local, nombre que es luego patentado debido a que diversas empresas tomaron el nombre para aprovecharse de su popularidad.

1.1.3 Misión

Brindar transporte, entretenimiento y cultura, con seguridad, puntualidad precios competitivos.

1.1.4 Visión

Nuestra visión al futuro es llegar a ser la mejor y más eficiente empresa de transportes turística del país implementando cada vez nuevas estrategias que nos permitan satisfacer las necesidades de nuestros clientes quienes son los más grandes colaboradores para el éxito de nuestra empresa.

1.1.5 Organigrama de la Empresa

En la Figura 1 se observa el organigrama de la empresa. Hasta la fecha en que se realizó el estudio la empresa contaba con 18 trabajadores, distribuidos en 4 Áreas y 2 Unidades.

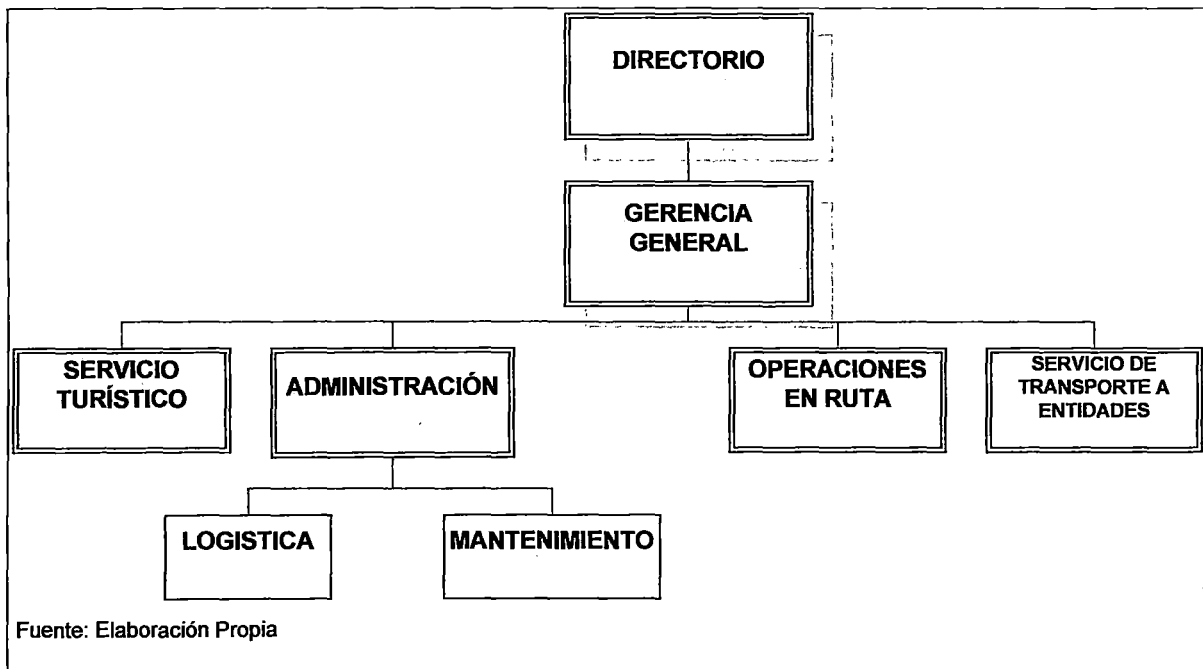


Figura 1 Organigrama SATELITE S.A.

La Gerencia General está a cargo de un socio minoritario de la compañía que se encarga de gestionar los temas vinculados a la generación de nuevas alternativas de crecimiento del negocio, delegando los temas operativos y administrativos al área de Administración.

El área de administración está compuesta por las unidades de Logística y Mantenimiento, la Unidad de Logística está integrada por un personal responsable de la gestión de compras. La Unidad de Mantenimiento está compuesta por 5 personas, el Jefe de Unidad y 2 técnicos de mantenimiento,

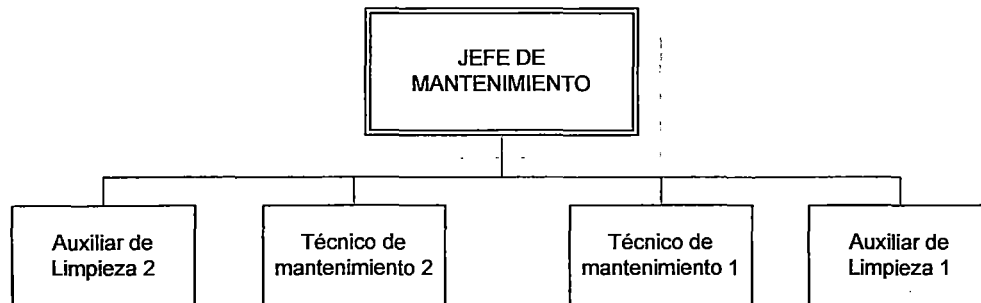
adicionalmente comparte con Logística los 2 operarios de limpieza que son generalmente quienes apoyan en las compras.

1.2 DIAGNÓSTICO DE LA UNIDAD DE MANTENIMIENTO

1.2.1 Descripción de la Unidad de Mantenimiento

La Unidad de Mantenimiento depende directamente de Administración, cuenta con 4 personas (Figura 2):

- 1 Jefe de Mantenimiento
- 2 Técnicos de Mantenimiento
- 2 Auxiliares de Limpieza



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2 Organigrama Unidad de Mantenimiento

Dentro de las actividades de mantenimiento de vehículos el Jefe de Mantenimiento y sus técnicos realizan aquellas tareas que exigen conocimiento técnico sobre los vehículos, las labores de limpieza son realizadas por los auxiliares de limpieza, además el mantenimiento que exige un alto grado de especialización es tercerizado.

1.2.2 Sistema de Información de Mantenimiento

La Unidad de Mantenimiento opera en base a la existencia de necesidades de mantenimiento correctivo, que toman prioridad y son fácilmente identificables. No existe una base de datos de fallas. Sin embargo, como parte de una buena iniciativa para el ordenamiento y control de las operaciones, se anotan en un cuaderno todas las operaciones de mantenimiento realizadas a los vehículos, facilitando la ejecución de algunas actividades preventivas.

Existe también un formato de revisión simple de vehículos que debe ser llenado por los conductores de vehículos, actualmente no se registra la información con la debida regularidad.

La logística del mantenimiento se controla con una hoja de cálculo donde se ingresan las compras realizadas de repuestos, suministros y lubricantes. Sin embargo, se ha registrado parcialmente la información y únicamente se toma como referencia para no comprar a precios mucho mayores o menores de los que figuran la hoja de cálculo.

1.2.3 Inventario de Vehículos

Dado que el contexto principal a analizar es la Unidad de Mantenimiento de la empresa, en la Tabla 1 se detalla el inventario de vehículos que cumplen una función específica y los más homogéneos. En la figura 3 se pueden apreciar los distintos tipos de unidades para cada tipo de servicio, en la presente tesis se sistematizarán las unidades de ruta diaria (izquierda).



Figura 3 Los 3 tipos de Unidades según el tipo de servicio

Cabe resaltar que las metodologías presentadas para este tipo de vehículos pueden ser adaptadas para otras familias de vehículos.

Tabla 1 Inventario de Vehículos

PADRON	KILOMETRAJE	PLACA	MARCA	AÑO	COMBUSTIBLE	Nº MOTOR	MODELO	SERVICIO	Nº SERIE MOTOR
001	522137	VG-1535	MODASA-AGRALE	1997	Petroleo	AB60074U826487C	MA-75T	Ruta	9BYC12F1SVC000052
002	530999	VG-1536	MODASA-AGRALE	1997	Petroleo	AB60074U796494C	MA-75T	Ruta	9BYC12F1STC000019
003	537051	VG-1537	MODASA-AGRALE	1997	Petroleo	AB60074U796495C	MA-75T	Ruta	9BYC12F1STC000017
004	327020	VG-1538	MODASA-AGRALE	1997	Petroleo	AB60074U796497C	MA-75T	Ruta	9BYC12F1STC000015
005	528726	VG-1539	MODASA-AGRALE	1997	Petroleo	AB60074U796500C	MA-75T	Ruta	9BYC12F1SVC000047
006	532086	VG-1540	MODASA-AGRALE	1997	Petroleo	AB60074U796499C	MA-75T	Ruta	9BYC12F1SVC000048
007	438223	VG-1541	MODASA-AGRALE	1997	Petroleo	AB60074U826488C	MA-75T	Ruta	9BYC12F1SVC000049
008	333908	VG-1542	MODASA-AGRALE	1997	Petroleo	AB60074U826481C	MA-75T	Ruta	9BYC12F1SVC000050
009	523824	VG-1543	MODASA-AGRALE	1997	Petroleo	AB60074U826482C	MA-75T	Ruta	9BYC12F1SVC000051
010	536564	VG-1544	MODASA-AGRALE	1997	Petroleo	AB60074U826490C	MA-75T	Ruta	9BYC12F1SVC000053
011	356439	VG-1811	MODASA-AGRALE	1997	Petroleo	AB60074U796496C	MA-75T	Ruta	9BYC12F1STC000014
012	530823	VG-1097	MODASA-AGRALE	1997	Petroleo	ABU706755ARP36130PL01	MA-75T	Ruta	9BYC12F1STC000016
013	444582	UD-3145	MODASA-AGRALE	2000	Petroleo		MA80T	Ruta	
014	438223	VG-7410	MODASA-AGRALE	2005	GNV		MA8.5T	Ruta	
015	356738	VG-2694	MODASA-AGRALE	1997	Petroleo	TX67501X12908Y	MAS 8.0110UP	Turístico	9BYC12F1SVC000112
016	519239	VG-3528	MODASA-AGRALE	1998	Petroleo	YC67525U673638	MAS 8.0-130UE	Turístico	9BYC12F1SWC000154
017		UI-9189	YueYin	1996	Petroleo	LP1D67802X12582Y	HZ1110WKR2	Turístico	HZZ1110WRKR295C0031
018	444535	VG-6907	MUDAN	2004	Petroleo		MD6605	Turístico	
019	338399	VG-6910	MUDAN	2004	Petroleo		MD6605	Turístico	
020		ROT-390	HYUNDAI	2007	Petroleo		H-1 M/BUS	Turístico	

1.2.4 Evaluación por Deméritos de Mantenimiento

La evaluación por deméritos de mantenimiento permite evaluar el desempeño de la Unidad de Mantenimiento, de modo que se identifiquen los problemas principales.

La evaluación se realizó considerando los siguientes aspectos principales, los cuales definen el desempeño de la Unidad:

- Organización general
- Métodos de trabajo
- Control técnico de equipos
- Gestión de las órdenes de trabajo
- Gestión de repuestos
- Compras y aprovisionamiento de repuestos y materias primas
- Organización del taller de mantenimiento
- Herramientas
- Documentación técnica
- Control de actividades

El cuestionario se construye otorgando un puntaje a cada valoración de las preguntas, para así determinar el porcentaje de eficiencia en el aspecto seleccionado.

En las Tablas 2 y 3 se muestran la escala de puntajes de las preguntas y la estructura del cuestionario por aspectos, respectivamente.

Tabla 2 Puntajes por Tipo de Respuesta

Valor	No	Casi Nunca	A veces	Casi Siempre	Si
Puntaje	0	5	10	15	20

Tabla 3 Estructura del Cuestionario

Aspecto	Cantidad de Preguntas	%
Organización general	8	10%
Métodos de trabajo	9	11%
Control técnico de equipos	9	11%
Gestión de las órdenes de trabajo	10	12%
Gestión de repuestos	9	11%
Compras y aprovisionamiento de repuestos y materias primas	7	9%
Organización del taller de mantenimiento	6	7%
Herramientas	9	11%
Documentación técnica	6	7%
Control de actividades	9	11%
TOTAL	82	100%

Los resultados del cuestionario de la evaluación realizada, se muestran en el Anexo D.

En base a la evaluación por deméritos de mantenimiento podemos deducir que existen problemas en:

- Organización general
- Métodos de trabajo
- Gestión de las órdenes de trabajo

- Gestión de repuestos
- Organización del taller
- Herramientas
- Documentación técnica
- Control de actividades

1.2.5 Radar de Mantenimiento

En base al puntaje obtenido por cada aspecto en el cuestionario de evaluación por deméritos se elaboró el Radar de Mantenimiento para diagnosticar el estado actual de la Unidad de Mantenimiento.

En la Figura 4 podemos observar el Radar de Mantenimiento obtenido, donde se puede observar el estado de cada uno de los rubros de la gestión del mantenimiento.

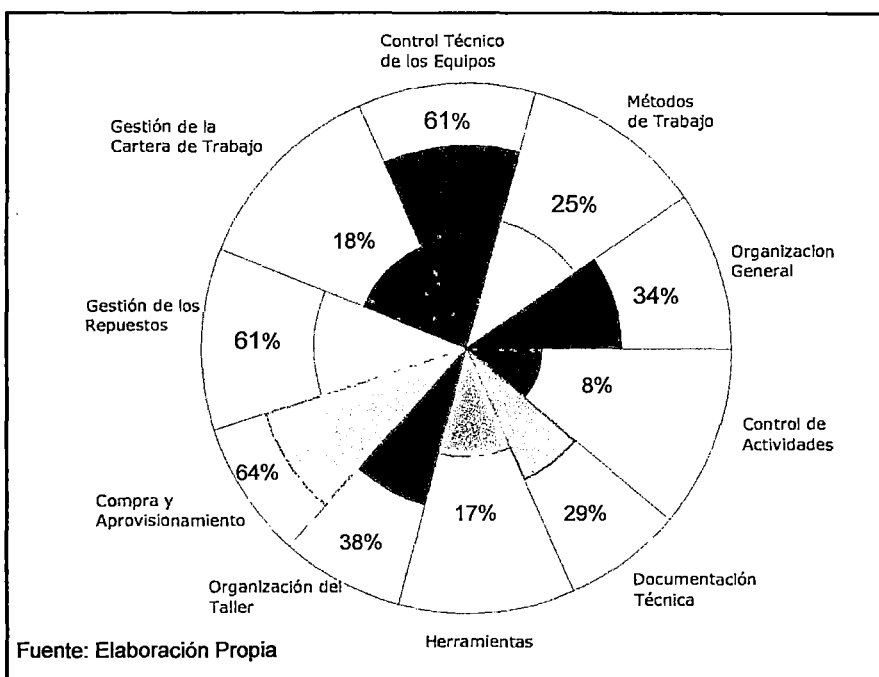


Figura 4 Radar de Mantenimiento

El aspecto más débil es el Control de las Actividades, su desempeño está evaluado en 8% del área total q le corresponde en el radar, debido a que no existen responsables de las actividades de mantenimiento; además no existe un programa de revisión de las actividades de mantenimiento, las actividades de mantenimiento son controladas con una pizarra que no permite un control correcto de las actividades y su ejecución (Véase Figura 5).

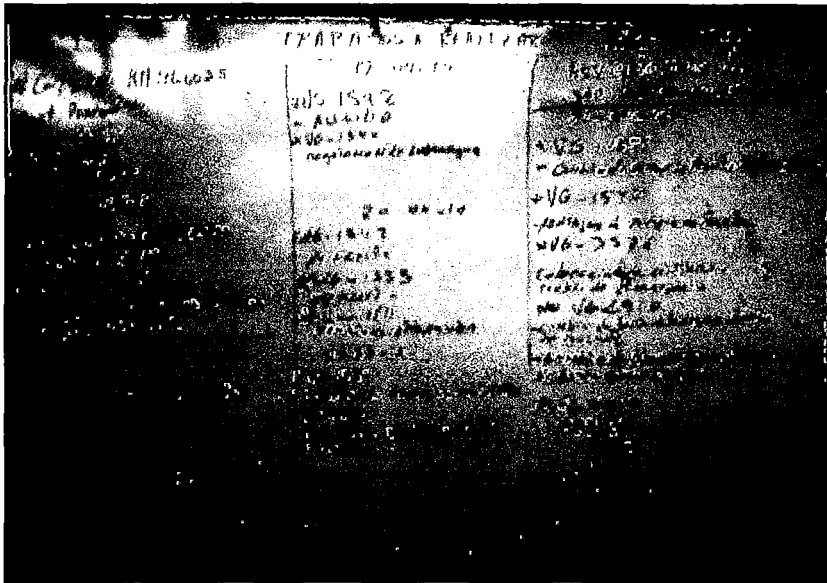


Figura 5 Pizarra informativa

Asimismo, no hay una definición exacta del papel de los conductores en el mantenimiento.

Otro aspecto muy débil es la Gestión de Herramientas, el cual alcanza el 17% respecto a su máximo puntaje, esto se debe a que las herramientas no están bien cuidadas e inventariadas. Cabe mencionar que en el taller existen herramientas duplicadas, también se han encontrado herramientas ya inservibles que aún continúan en uso por parte del taller (Figuras 6 y 7).

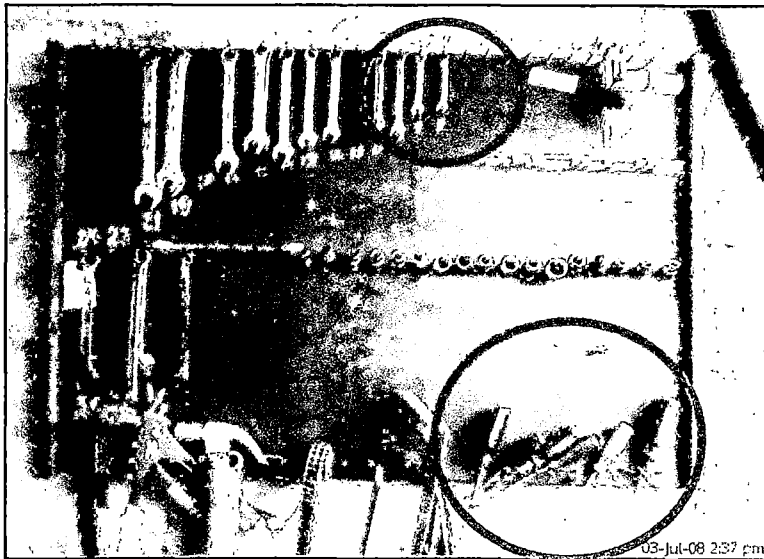


Figura 6 Herramientas deterioradas y duplicadas en taller

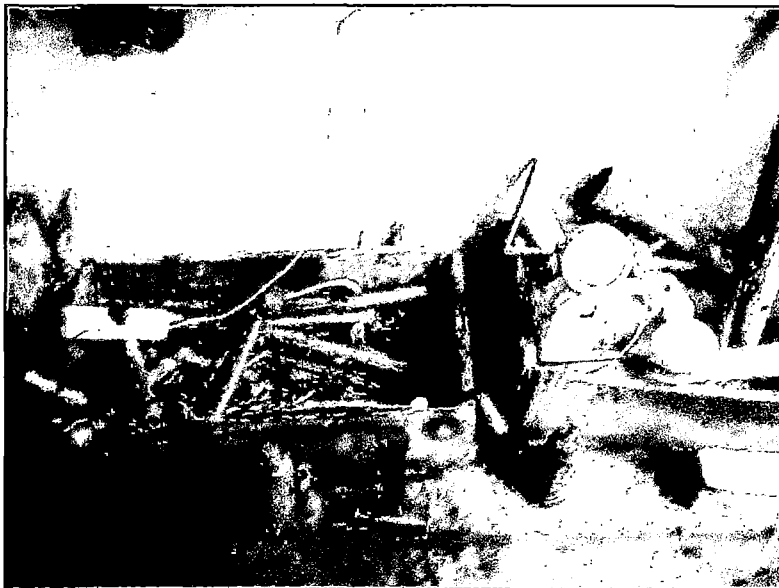


Figura 7 Herramientas en desuso del Taller

A excepción de los aspectos Control técnico de los equipos y Gestión de las compras y aprovisionamiento no se supera la mitad del radio del radar lo cual establece una problemática bastante seria.

El control técnico de los equipos tiene una alta puntuación porque existen similitudes técnicas evidentes en una flota de vehículos. Las compras también son eficaces debido a que la mayor parte de los repuestos son de fácil acceso en el mercado y la compra de un repuesto es útil para varios tipos de vehículos, lo cual disminuye los riesgos de sobre-stock, sin embargo la organización del almacén es deficiente debido a que no se sabe tiene un lugar para cada tipo de repuesto (Véase Figura 8).



Figura 8 Estado actual del almacén

1.2.6 Análisis Causa - Efecto

Los problemas identificados en la Unidad de Mantenimiento se muestran en el Diagrama de Ishikawa en la Figura 9.

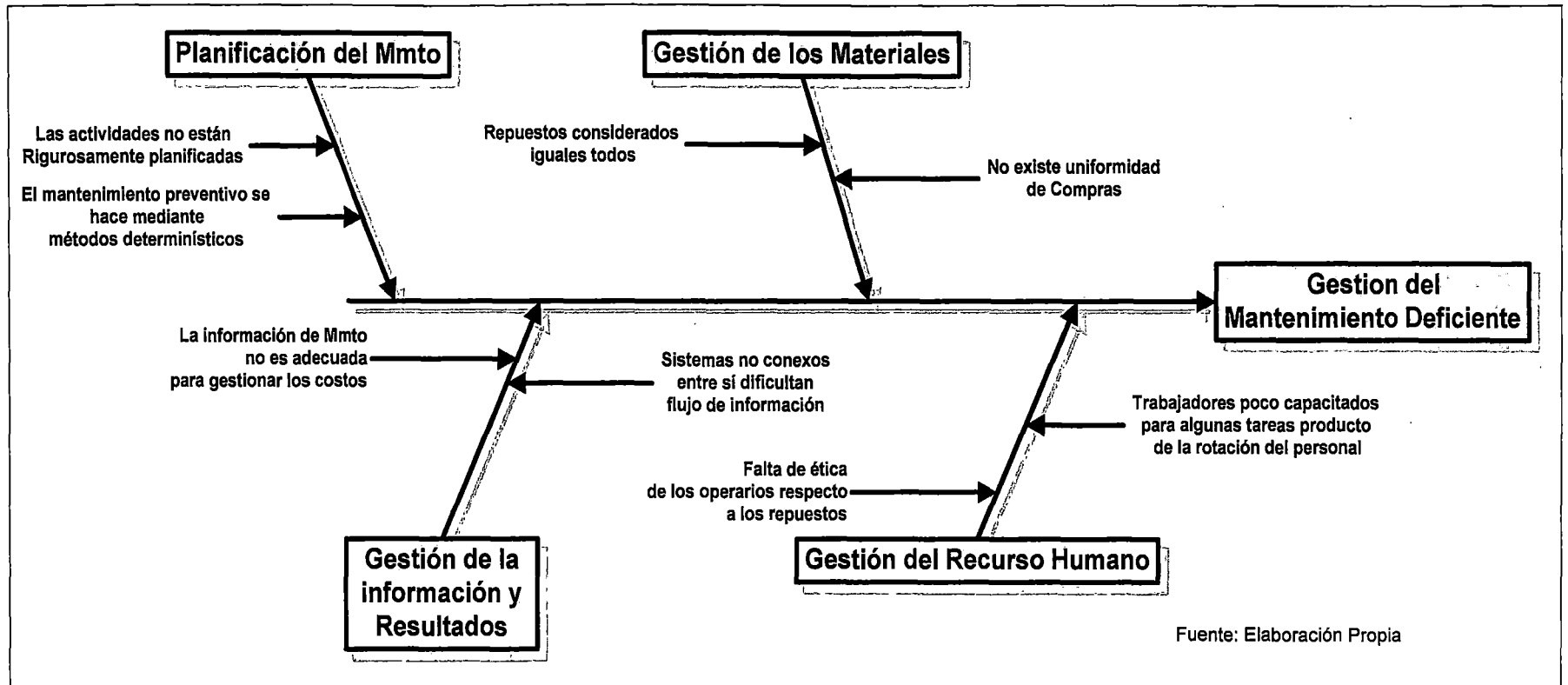


Figura 9 Diagrama Causa - Efecto de la Unidad de Mantenimiento

El diagrama muestra que existen problemas relacionados con la planificación del trabajo de mantenimiento, esta no se cumple de manera eficiente y tampoco se registran las tareas de mantenimiento de una manera ordenada. El factor humano también presenta deficiencias debido a la falta de ética de algunos operarios que revenden los repuestos nuevos comprados por la empresa.

Se plantea resolver mediante la presente tesis las causas relacionadas con la planificación del mantenimiento, incidiendo en el control del cumplimiento de las actividades de mantenimiento.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.3.1 Problema General

¿En qué medida, el diseño de un sistema de mantenimiento permitirá a la empresa SATÉLITE S.A. incrementar la productividad de la flota?

1.3.2 Subproblemas

Se han definido los siguientes sub problemas de la Unidad de Mantenimiento:

Problema N° 01

- ¿En qué medida la aplicación de un plan de mantenimiento permitirá obtener una mayor disponibilidad de vehículos?

Problema N° 02

- ¿En qué medida una planificación sistemática mantenimiento, influye en la frecuencia de fallas de los vehículos?

Problema N° 03

- ¿En qué medida la asignación y capacitación en actividades de mantenimiento simple a los conductores de vehículos contribuye al incremento de la disponibilidad de los vehículos?

1.4 DELIMITACIÓN DE OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Incrementar las tasa de productividad de la flota de vehículos.

1.4.2 Objetivos Específicos

Objetivo Específico N° 1: Incrementar la tasa de disponibilidad de los vehículos.

Objetivo Específico N° 2: Disminuir la tasa de fallas por componente.

Objetivo Específico N° 3: Incrementar las horas disponibles por vehículo.

1.5 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1 Hipótesis General

El diseño del sistema de mantenimiento permitirá a la empresa SATÉLITE S.A. incrementar la productividad de la flota de vehículos.

1.5.2 Hipótesis Específicas

Hipótesis Específica N° 1:

La aplicación de un plan de Mantenimiento permitirá incrementar la disponibilidad de los vehículos.

Hipótesis Específica N° 2:

La planificación sistemática mantenimiento permitirá disminuir la tasa de fallas por componente.

Hipótesis Específica N° 3:

La asignación y capacitación en actividades de mantenimiento simple a los conductores de vehículos incrementará la disponibilidad de los vehículos.

1.6 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La implementación del sistema de mantenimiento propuesto tiene relevancia para la empresa porque permitirá reducir costos de oportunidad por vehículos inoperativos, costos por mala gestión de compras y almacén de repuestos. También plantea la reorganización de la Unidad de

Mantenimiento, incrementando su productividad. Asimismo, la empresa estará en capacidad brindar un mejor nivel de servicio a sus clientes.

Una síntesis del planteamiento del problema lo podemos observar en la Matriz de Consistencia, ver Anexo B.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 MANTENIMIENTO

El mantenimiento se define como el conjunto de actividades necesarias para mantener los equipos e instalaciones en una condición en particular o volverlos a dicha condición, de tal manera que estén en las condiciones de poder cumplir con la función para la cual fueron proyectados con la capacidad y calidad específicas, utilizados en condiciones de seguridad y economía de acuerdo a un nivel de ocupación definido.

2.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO

2.2.1 Mantenimiento Correctivo

Comprende el que se lleva a cabo para corregir (reparar) una falla en el equipo, se clasifica asimismo en:

- **No Planificado:** Es el mantenimiento de emergencia y debe efectuarse con urgencia, ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer.

- Planificado: Es el mantenimiento en el que se sabe con anticipación que debe hacerse para reparar la falla, cuando el equipo sufra una falla, de tal manera que se disponga del personal, repuestos y documentación técnica necesaria para realizar la tarea.

Ventajas

- Si el equipo esta preparado, la intervención en el fallo es rápida y la reposición en la mayoría de los casos será con el mínimo tiempo.
- No se necesita una infraestructura excesiva, un grupo de operarios competentes es suficiente, por lo tanto el costo de mano de obra es mínimo, es más importante la experiencia y la pericia de los operarios, que la capacidad de análisis o de estudio del tipo de problema que se produzca.
- Es rentable en equipos que no intervienen de manera instantanea en la producción, donde la implantación de otro sistema resultaría poco económico.

Desventajas

- Se producen paradas y daños imprevisibles en la producción que afectan a la planificación de manera incontrolada.
- Se suele producir una baja calidad en las reparaciones debido a la rapidez en la intervención, y a la prioridad de reponer antes que reparar

definitivamente, por lo que produce un hábito a trabajar defectuosamente, sensación de insatisfacción e impotencia, ya que este tipo de intervenciones a menudo generan otras al cabo del tiempo por mala reparación.

2.2.2 Mantenimiento Preventivo

Es el mantenimiento que surge a partir de la eliminación de las desventajas del correctivo, ya que plantea la eliminación del mismo, en sí el objetivo principal que persigue reducir la frecuencia de reparaciones mediante inspecciones periódicas y renovación de elementos dañados.

Ventajas

- Si se hace correctamente, exige un conocimiento de las máquinas y un tratamiento de los históricos que ayudará en gran medida a controlar la maquinaria e instalaciones.
- El cuidado periódico conlleva un estudio óptimo de conservación, para contribuir a un correcto sistema de calidad y a la mejora continua.
- La reducción del mantenimiento correctivo representará una disminución de costos de producción y un aumento de la disponibilidad, esto posibilita una planificación de los trabajos del departamento de mantenimiento, así como una previsión de los recambios o medios necesarios.

- Se concreta de mutuo acuerdo el mejor momento para realizar el paro de las instalaciones con producción.

Desventajas

- Representa una inversión inicial en infraestructura y mano de obra. El desarrollo de planes de mantenimiento se debe realizar por técnicos especializados.
- Si no se hace un correcto análisis del nivel de mantenimiento preventivo, se puede sobrecargar el costo de mantenimiento sin mejoras sustanciales en la disponibilidad.
- Los trabajos rutinarios cuando se prolongan en el tiempo produce falta de motivación en el personal, por lo que se deberán crear sistemas imaginativos para convertir un trabajo repetitivo en un trabajo que genere satisfacción y compromiso, la implicación de los operarios es indispensable para el éxito del plan.

Para efectos de este trabajo, se considera al mantenimiento predictivo como un enfoque netamente independiente del mantenimiento preventivo, ya que algunos autores lo asocian al preventivo como una derivación del mismo según nuestra interpretación recoge algunos de los elementos del mantenimiento preventivo pero la forma de evaluar, actuar y gestionar es bastante diferente.

2.2.3 Mantenimiento Predictivo

Mantenimiento basado fundamentalmente en detectar una falla antes de que suceda, para dar tiempo a corregirla sin perjuicios al servicio, ni detención de la producción, etc. Estos controles pueden llevarse a cabo de forma periódica o continua, en función de tipos de equipo, sistema productivo, etc.

Se usan para ello instrumentos de diagnóstico, aparatos y pruebas no destructivas, como análisis de lubricantes, comprobaciones de temperatura de equipos eléctricos, etc.

Ventajas

- Reduce los tiempos de parada.
- Permite seguir la evolución de un defecto en el tiempo.
- Optimiza la gestión del personal de mantenimiento.
- La verificación del estado de la maquinaria, tanto realizada de forma periódica como de forma accidental, permite confeccionar un archivo histórico del comportamiento mecánico.
- Conocer con exactitud el tiempo límite de actuación que no implique el desarrollo de un fallo imprevisto.
- Toma de decisiones sobre la parada de una línea de máquinas en momentos críticos.

Desventajas

- La implantación de un sistema de mantenimiento predictivo requiere de una inversión inicial alta, ya que se necesitan equipos de diagnósticos costosos.
- Se necesita personal técnico altamente capacitado para analizar los datos que se obtienen de los equipos y llevar a obtener las predicciones necesarias para el mantenimiento.

2.3 DEFECTO Y FALLA

2.3.1 Defecto

Ocurrencia de un ítem que aunque compromete al equipo al desencadenamiento de algún tipo de falla no impide el funcionamiento del mismo.

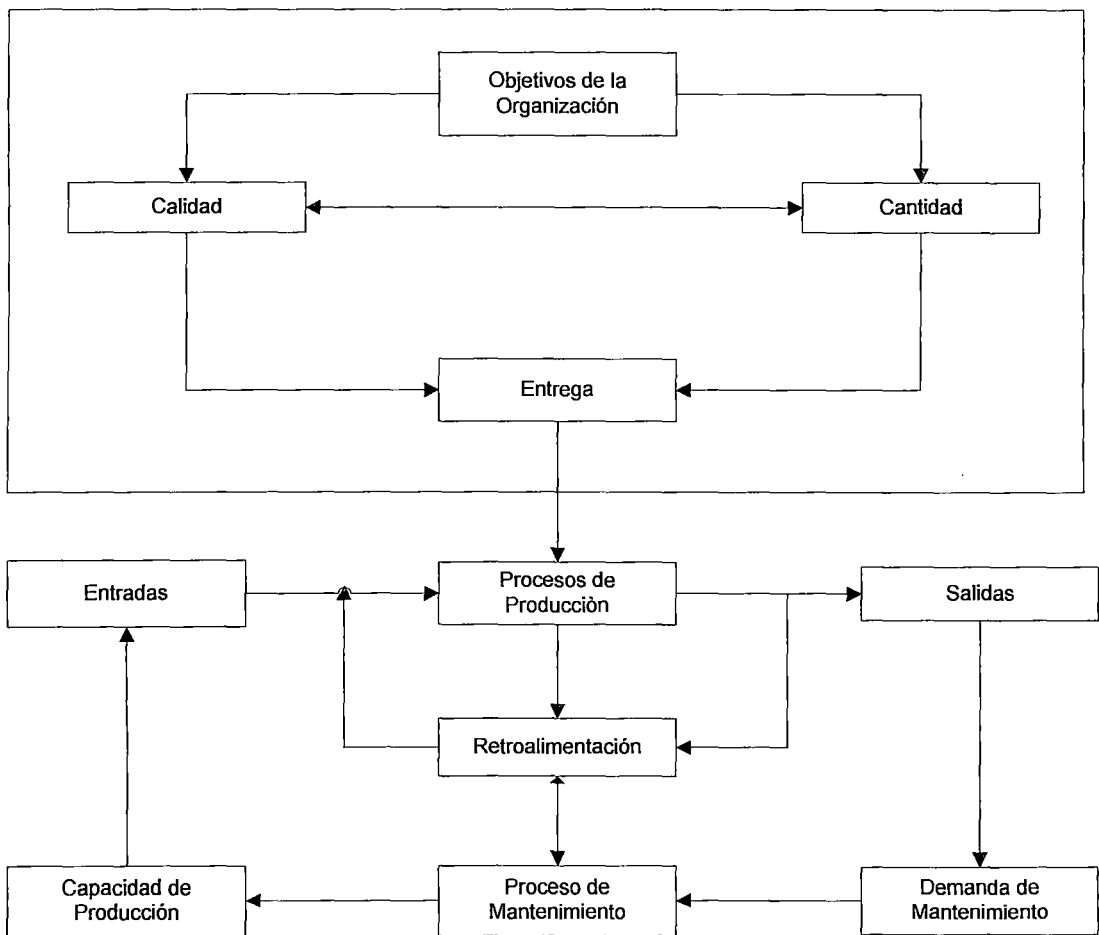
2.3.2 Falla

Ocurrencia de un ítem que impide el funcionamiento de un dispositivo, sistema o componente.

2.4 SISTEMAS DE MANTENIMIENTO

Un sistema es un conjunto de componentes que trabajan de manera combinada hacia un objetivo común. El mantenimiento puede ser considerado como un

sistema con un conjunto de actividades que se realizan en paralelo con los sistemas de producción. En la Figura 10 se muestra un diagrama de relaciones entre los objetivos de la organización, el proceso de producción y el mantenimiento.



Fuente: Sistemas de Mantenimiento, Duffuaa, Salih; 2000; Página 30

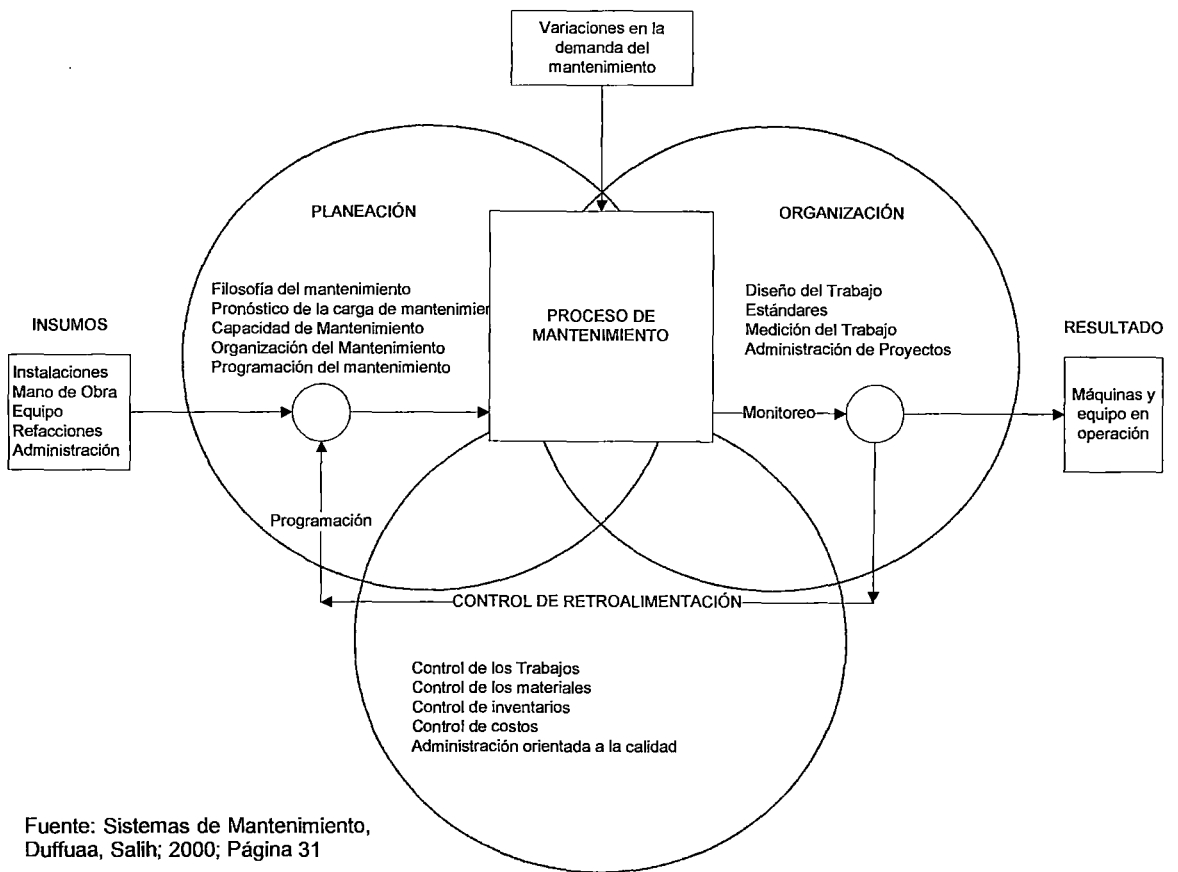
Figura 10 Diagrama de Relaciones del Sistema de Producción

La principal salida de un sistema de producción son los productos terminados; una salida secundaria es la falla de un equipo. Esta salida secundaria genera una demanda de mantenimiento. El sistema de mantenimiento toma esto como

una entrada y le agrega conocimiento experto, mano de obra y refacciones lo cual produce un equipo en buenas condiciones.

Los sistemas de mantenimiento contribuyen al logro de las metas de la organización reduciendo al mínimo el tiempo muerto de la planta, Mejorando la calidad e incrementando la productividad.

Un sistema de mantenimiento puede verse como un modelo sencillo de entrada – salida. Las entradas son mano de obra, administración, herramientas, refacciones, equipo, etc., y la salida es el equipo funcionando confiable y bien configurado, en la Figura 11 se muestra un sistema típico de mantenimiento.



Fuente: Sistemas de Mantenimiento, Duffuaa, Salih; 2000; Página 31

Figura 11 Esquema de un Sistema de Mantenimiento

2.5 SISTEMAS DE MANTENIMIENTO EN EMPRESAS DE TRANSPORTE URBANO

En muchas empresas de transporte el mantenimiento se considera como un mal necesario o un centro de costo sin rentabilidad. La empresa busca ante todo dar prioridad a funciones más rentables como es el área de operaciones, que proporciona utilidades y poner al mantenimiento bajo el dominio del sistema de operaciones.

Es fundamental buscar y lograr un mejor balance entre los diferentes centros operativos de la empresa, sobre todo entre los sistemas de mantenimiento y los de operación.

2.5.1 Costo real del mantenimiento

Este costo depende básicamente de cinco factores:

- Selección del vehículo (fabricación, tren motriz, confiabilidad)
- Actividad (recorridos, demanda, sobrecarga, etc.)
- Estilo de conducción (capacitación, agresiva, tradicional, técnico-económica, etc.)
- Gestión de Mantenimiento (calidad, frecuencia, disponibilidad de refacciones, tableros de control, etc.)

Selección del vehículo

Las nociones de confiabilidad y mantenibilidad deben primar en la selección y deberían ser los argumentos básicos de los proveedores puesto que se trata de una probabilidad de funcionamiento sin falla de un dispositivo que se utiliza bajo condiciones fijas y por un período definido. Se prefiere la noción de potencialidad que queda íntimamente ligada a la selección vehicular.

Actividad

La actividad de cada vehículo varía de una empresa a otra. Los ciclos de utilización de los vehículos fluctúan. Hay que recordar que la disponibilidad teórica de un vehículo es de 24 horas al día.

El perfil de recorrido (montaña autopista, plano, etc.) y el tipo de servicio (urbano, foráneo, interurbano, etc.) tienen un impacto muy fuerte y directo sobre la velocidad promedio, así como en la periodicidad del mantenimiento.

Además la sobrecarga que se observa a menudo en el transporte de carga, acelera el envejecimiento de los vehículos.

Estilo de conducción de los operadores

La influencia del comportamiento de los operadores puede representar hasta un 30% del costo de mantenimiento, este valor puede reducirse en un 5% por acciones de capacitación.

Gestión de Mantenimiento

El costo de mantenimiento varía mucho y está ligado a la actividad y al sistema de operación. Generalmente este rubro representa entre un 7 y 18% del costo operativo.

En la Figura 12 vemos un desglose de los costos de mantenimiento en cuatro rubros, basados en la actividad de transporte urbano, estos son:

- Mano de Obra

- Refacciones
- Llantas
- Lubricantes

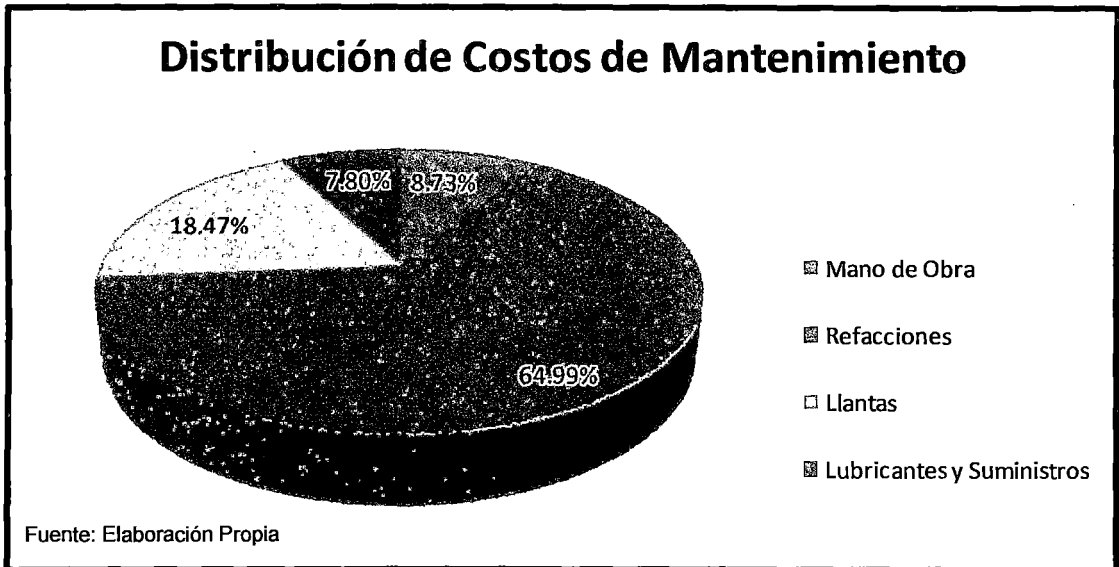


Figura 12 Distribución de Costos de Mantenimiento

Si el costo de mantenimiento permite determinar los costos directos por rubro, los costos indirectos tendrían que ser también afectados para llegar al costo real de utilización.

El rubro de llantas puede distorsionar el análisis, puesto que sus cambios se realizan de manera puntual y pueden modificar el costo total.

Para las empresas de transporte, los objetivos en materia de control del mantenimiento son los siguientes:

- Conocer los costos reales

- Simplificar y mejorar la recolección de datos
- Mejorar la imagen de marca de la empresa
- Balancear las relaciones entre operación y mantenimiento
- Manejar correctamente la inmovilización de los vehículos
- Disponer de un stock mínimo de refacciones en función de los requisitos reales
- Mejorar el abastecimiento de refacciones
- Motivar al personal de taller
- Optimizar el costo técnico
- Mejorar la calidad de las reparaciones
- Establecer un plan de mantenimiento adecuado a los requerimientos
- Disminuir el número de reparaciones fuera de la empresa
- Disponer de vehículos más confiables

En las empresas dedicadas al transporte de carga y de pasajeros, el cálculo del costo operativo y del costo de mantenimiento son factores de extrema importancia, pues otorgan al empresario la posibilidad de evaluar todos los aspectos inherentes a la administración de su flota, así como de sanar las deficiencias que surjan de la aplicación inadecuada del equipo del que disponen, del aprovechamiento poco racional del personal necesario para la

operación y mantenimiento de los vehículos de la flota. Por lo tanto se debe considerar que siendo cada vehículo un caso particular dentro de una flota, los estudios de costos operativos y de mantenimiento deben ser adaptados en función de los criterios de utilización de esos vehículos y de la estructura administrativa de la empresa.

2.6 METODOLOGÍA 5 'S

La metodología de las 5'S toma su nombre de cinco palabras japonesas que constituyen el mantenimiento de la fábrica, la oficina o la casa y todas las palabras principian con la letra "S" que son:

- Seiri
- Seiton
- Seiso
- Seiketsu
- Shitsuke

Seiri

Diferenciar entre elementos necesarios e innecesarios en el lugar de trabajo y descartar los innecesarios.

Por ejemplo en:

- El trabajo en proceso

- Las herramientas innecesarias
- La maquinaria no ocupada
- Los productos defectuosos
- Los papeles y documentos

Se debe establecer un tope sobre el número de artículos necesarios, ya que en el lugar de trabajo se encuentran toda clase de objetos y en el trabajo diario sólo se necesita un número pequeño de estos, muchos otros artículos no se utilizarán nunca o solo se necesitarán en un futuro lejano.

Un método práctico consiste en retirar cualquier cosa que no se vaya a utilizar en los próximos treinta días.

Las cosas que no tengan razón para permanecer en el lugar de trabajo, que no tengan un uso a corto plazo y que no tengan valor intrínseco se descartan y las cosas que no se vayan a necesitar en los próximos treinta días pero que se pudieran utilizar en algún momento se deberán de llevar a su correspondiente lugar y el trabajo en proceso que exceda las necesidades deberá de enviarse a la bodega o regresarse al proceso responsable de producir el excedente.

Este punto se puede aplicar también en áreas de oficinas, clasificando los artículos de acuerdo a su uso, por ejemplo teniendo únicamente en un cajón, cierta cantidad de lápices, bolígrafos, goma de borrar, block de papel, etc., pero una cantidad máxima de 2 artículos de cada uno y a lo mejor en otro cajón

todos los artículos personales pero también teniendo una cantidad máxima de dulces, aspirinas, monedas, fósforos, etc.

Seiton

Poner las cosas en orden de todos los elementos necesarios.

Las cosas se deben mantener en orden de manera que estén listas para ser utilizadas cuando se necesiten.

Cada artículo debe tener una ubicación, un nombre y un volumen (cantidad) designado (especificado claramente),

Por ejemplo en el área de producción debe delimitarse o marcarse claramente el espacio designado para ese tipo de producción y al alcanzar ese nivel máximo permitido debe detenerse la producción en el proceso anterior, para lograr esto se pueden colocar objetos pesados del techo que impidan que se apilen más de las cajas necesarias, en otras palabras no darle opción a producir más de la cantidad asignada.

Las herramientas se deben colocar al alcance de la mano y deben ser fáciles de recoger y regresar a su sitio.

Seiso

Mantener limpias las máquinas y los ambientes de trabajo.

Mantener limpio el lugar de trabajo, incluidos pisos, paredes y sobre todo cuando un operador limpia una máquina y su área de trabajo puede descubrir

muchos defectos de funcionamiento y problemas de operación y cuando reconocemos estos problemas pueden solucionarse con facilidad, se ha comprobado que la mayoría de las veces las fallas o averías en las máquinas comienzan con vibraciones debidas a tuercas y tornillos flojos, con la introducción de partículas extrañas como polvo o rebabas de metales o con lubricación o engrases inadecuados.

Seiketsu

Extender hacia uno mismo el concepto de limpieza y practicar continuamente los tres pasos anteriores.

Significa mantener la limpieza de la persona por medio de uso de ropa de trabajo adecuada, lentes, guantes y zapatos de seguridad, así como mantener un entorno de trabajo saludable y limpio. Hacer del aseo personal y de la pulcritud un hábito, principiando con la propia persona.

Es muy fácil hacer el paso 1 ó Seiri una vez y realizar algunas mejoras, pero sin esfuerzo por continuar tales actividades muy pronto la situación volverá a lo que era originalmente.

Para realizar esto continuamente, la gerencia debe diseñar sistemas y procedimientos que aseguren la continuidad.

Shitsuke

Construir autodisciplina y formar el hábito de comprometerse en las 5's mediante el establecimiento de estándares y seguir los procedimientos en el taller o lugar de trabajo.

Para poder practicar continuamente estos puntos las personas deben adquirir autodisciplina.

Las 5'S se pueden considerar como una filosofía, como una forma de vida en nuestro trabajo diario.

En la actualidad practicar las 5'S se ha vuelto algo casi indispensable para cualquier empresa que participa en el área de manufactura. Estos 5 puntos representan un punto de partida para cualquier empresa que busca ser reconocida como un fabricante responsable apto para un status de clase mundial.

Los proveedores que no practican las 5'S no serán tomados en serio por los clientes potenciales.

2.7 EVALUACIÓN POR DEMÉRITOS

Método mediante el cual se evalúa a una empresa en base a la definición de perspectivas, en base a las cuales se prepara un cuestionario que tiene como objetivo analizar el grado de efectividad de los procesos, métodos y

organización de las actividades y recursos de la empresa desde cada perspectiva.

Las respuestas del cuestionario tienen una escala de puntuaciones, que van desde el 1 al 5, tomando 1 como un cumplimiento satisfactorio hasta 5 que representa un cumplimiento deficiente o insuficiente.

El puntaje alcanzado en cada perspectiva se resta del máximo puntaje, el resultado es el desempeño real de la empresa en esa perspectiva.

2.8 CONCEPTO DE DIAGRAMA DE PARETO

Es una herramienta que se utiliza para priorizar los problemas o las causas que los generan.

El nombre de Pareto fue dado por el Dr. Juran en honor del economista italiano VILFREDO PARETO (1848-1923) quien realizó un estudio sobre la distribución de la riqueza, en el cual descubrió que la minoría de la población poseía la mayor parte de la riqueza y la mayoría de la población poseía la menor parte de la riqueza.

El Dr. Juran aplicó este concepto a la calidad, obteniéndose lo que hoy se conoce como la regla 80/20.

Según este concepto, si se tiene un problema con muchas causas, podemos decir que el 20% de las causas resuelven el 80 % del problema y el 80 % de las causas solo resuelven el 20 % del problema.

2.8.1 Uso del diagrama de Pareto

- Para identificar oportunidades de mejora.
- Para identificar un producto o servicio para el análisis de mejora de la calidad.
- Cuando existe la necesidad de llamar la atención a los problemas o causas de una forma sistemática.
- Para analizar las diferentes agrupaciones de datos.
- Al buscar las causas principales de los problemas y establecer la prioridad de las soluciones
- Para evaluar los resultados de los cambios efectuados a un proceso comparando sucesivos diagramas obtenidos en momentos diferentes, (antes y después)
- Cuando los datos puedan clasificarse en categorías
- Cuando el rango de cada categoría es importante
- Para comunicar fácilmente a otros miembros de la organización las conclusiones sobre causas, efectos y costes de los errores.

2.8.2 Objetivos de aplicar un diagrama de Pareto

- Analizar las causas

- Estudiar los resultados
- Planear una mejora continua

La Gráfica de Pareto es una herramienta sencilla pero poderosa al permitir identificar visualmente en una sola revisión las minorías de características vitales a las que es importante prestar atención y de esta manera utilizar todos los recursos necesarios para llevar a cabo una acción de mejora sin malgastar esfuerzos ya que con el análisis descartamos las mayorías triviales.

Algunos ejemplos de tales minorías vitales serían:

- La minoría de clientes que representen la mayoría de las ventas.
- La minoría de productos, procesos, o características de la calidad causantes del grueso de desperdicio o de los costos de re trabajos.
- La minoría de rechazos que representa la mayoría de quejas de los clientes.
- La minoría de vendedores que está vinculada a la mayoría de partes rechazadas.
- La minoría de problemas causantes del grueso del retraso de un proceso.
- La minoría de productos que representan la mayoría de las ganancias obtenidas.

- La minoría de elementos que representan la mayor parte del costo de un inventario etc.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es aplicada y mediante el uso del modelamiento de los procesos del área de estudio, asimismo se usarán la investigación de campo para estudiar las actividades de mantenimiento.

Posteriormente se implementa un estudio explicativo de los fenómenos presentes en la Unidad de Mantenimiento así como las variables que definen el comportamiento del modelo.

3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se realizó siguiendo los siguientes pasos:

1. Visita exploratoria del taller mecánico y seguimiento de las actividades de mantenimiento.
2. Identificación de los agentes y factores que intervienen en las actividades de mantenimiento.

3. Definición de los procedimientos implicados en la gestión del mantenimiento de vehículos.
4. Análisis de los problemas de la Unidad de Mantenimiento, mediante la elaboración de un diagrama Causa Efecto teniendo en cuenta el aporte de 3 niveles de la organización:
 - a. Operaciones
 - b. Administración
 - c. Gerencia
5. Resolución de un cuestionario de Evaluación por Deméritos de mantenimiento para identificar las áreas claves donde la gestión del mantenimiento es más débil.
6. Análisis de la información histórica de reparaciones y fallas de los vehículos.
7. Análisis del impacto económico de las fallas de mantenimiento.

3.3 VARIABLES E INDICADORES

- Costo de las actividades de mantenimiento
- Frecuencia de Fallas por tipo de falla
- Tiempo entre fallas.
- Tiempo de inmovilización de vehículos.

- Tiempo de espera de vehículos por falla.
- Vida media útil de los repuestos

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Las técnicas e instrumentos para la recolección de datos que incluyen la interpretación de la data histórica que dispone la empresa, se realizaron:

- Análisis de tendencias,
- Determinación de medias teóricas.
- Análisis de costos.

Para efectos de determinar problemas inherentes al mantenimiento se utilizaron los métodos:

- Observación Directa
- Entrevistas y Cuestionarios a las personas implicadas en la ejecución de las actividades de mantenimiento.

Además se utilizó el modelamiento del proceso de negocio y de la ejecución de las actividades de mantenimiento, esto se realizó mediante la observación directa y entrevistas.

Para la clasificación de las fallas en base a su severidad se hizo un estudio de los costos de los repuestos lo que permitirá la construcción de la curva ABC.

La vida útil media para la planificación del mantenimiento se hizo tomando en cuenta los siguientes criterios:

- La data histórica de las operaciones de mantenimiento.
- El Juicio de Expertos, para lo cual se entrevistó al Jefe de la Unidad de Mantenimiento y el Jefe Mecánico de un taller mecánico externo.

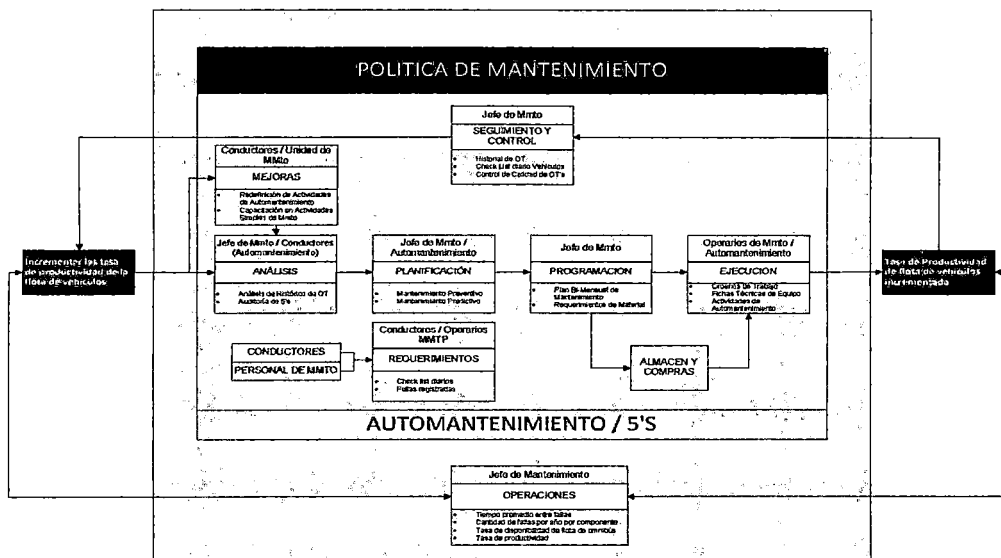
Adicionalmente se hizo un análisis de Evaluación por Deméritos de mantenimiento para observar el grado de eficiencia, efectividad, organización y planificación del mantenimiento.

CAPÍTULO IV

DISEÑO DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO

4.1 ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO

El diseño del presente sistema de mantenimiento toma como input el objetivo principal, junto con la retroalimentación dada por los controles de las operaciones de mantenimiento, en base a este input se establecen procesos de análisis e implementación de mejoras, tanto de las actividades de automantenimiento y la programación de mantenimiento. Véase Figura 13.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 13 Esquema General del Sistema de Mantenimiento Propuesto

Mediante el análisis histórico de las actividades de mantenimiento se realiza la planificación del mantenimiento, adicionalmente se realiza un ajuste de las actividades en base a los requerimientos pendientes, también en la programación de la carga de trabajo se priorizan las actividades según su urgencia. El resultado de este proceso es el Plan de Mantenimiento y un presupuesto de compras, los cuales deben ser aprobados por la Gerencia General.

Las órdenes de trabajo se generan semanalmente y se registra su emisión y su cumplimiento, esta información servirá como input para procesos subsecuentes de mejora del sistema y planificación de las tareas de mantenimiento.

4.2 DEFINICIÓN DE LA UNIDAD DE MANTENIMIENTO

4.2.1 Organigrama de la Unidad

En la Figura 14 se presenta la estructura funcional de mantenimiento, la cual está conformada por 2 Técnicos de Mantenimiento y 2 Auxiliares de Limpieza. Asimismo, se incluyen a los conductores como parte de una línea de apoyo a la estructura de la unidad.

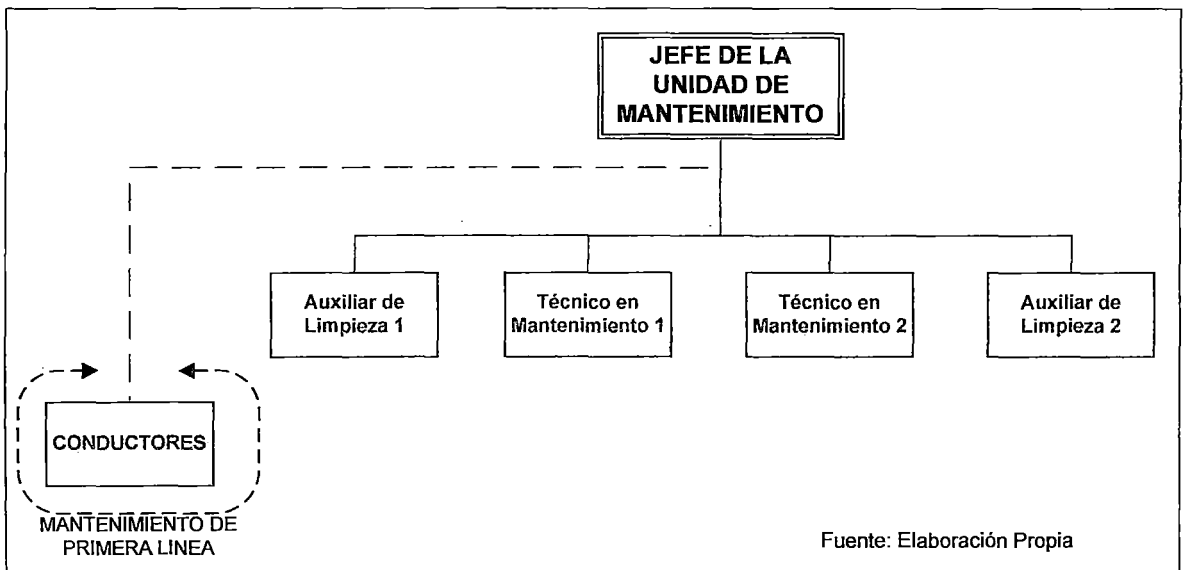


Figura 14 Organigrama Propuesto para la Unidad de Mantenimiento

4.2.2 Personal de mantenimiento

4.2.2.1 Definición de los perfiles del personal

4.2.2.1.1 Jefe de la Unidad de Mantenimiento

Funciones:

1. Supervisar la correcta ejecución de las actividades de mantenimiento.
2. Elaborar el Plan de Mantenimiento Bimensual en base a la información de fallas de equipos.
3. Coordinar aspectos vinculados la gestión y ejecución de las actividades de mantenimiento.
4. Revisar el correcto registro de la información de las actividades de mantenimiento.

5. Elaborar los indicadores de gestión de mantenimiento.
6. Informar al Administrador acerca de cualquier eventualidad relacionada con gastos e incidencias.
7. Planificar, gestionar e implementar propuestas de mejora vinculadas al mantenimiento de vehículos.
8. Verificar el correcto uso y funcionamiento de las herramientas y equipos de mantenimiento.
9. Realizar otras funciones que adicionalmente indique su inmediato superior.

Reportar a:

Administrador

Supervisa a:

- Técnico en Mantenimiento
- Auxiliar de de Limpieza

Requisitos:

Educación:

- Técnica Superior Completa en Mecánica Automotriz

Formación:

- Conocimientos básicos de Microsoft Office

- Conocimientos intermedios de Microsoft Excel
- Conocimientos en herramientas de gestión.

Experiencia:

- 1 año desempeñando funciones de coordinación.

Condiciones de Trabajo:

- Residente en Lima

Habilidades:

- Razonamiento estratégico
- Comunicación efectiva
- Trabajo en equipo
- Liderazgo
- Planificación y organización
- Habilidad analítica
- Trabajo bajo presión

4.2.2.1.2 Técnico de Mantenimiento

Funciones:

1. Ejecutar las actividades de mantenimiento listadas por las órdenes de trabajo y las exigidas por el automantenimiento.
2. Registrar la información referente a la ejecución de las actividades de mantenimiento en las órdenes de trabajo.

3. Verificar el correcto uso de las herramientas y equipos que se otorgan para la realización de sus labores por parte de sus compañeros de trabajo.
4. Informar acerca de cualquier incidencia a su inmediato superior.
5. Realizar otras funciones que adicionalmente indique su inmediato superior.

Reportar a:

- Jefe de la Unidad de Mantenimiento

Supervisa a:

- No supervisa

Requisitos:

Educación:

- Técnico Superior en Mecánica Automotriz

Formación:

- Conocimientos de Básicos de Microsoft Office

Experiencia:

- 1 año desempeñando funciones operativas en obras diversas.

Condiciones de Trabajo:

- Residencia en Lima

Habilidades:

- Enfoque al cliente
- Trabajo en equipo
- Liderazgo
- Ejecución
- Destreza en el manejo de herramientas manuales.
- Trabajo bajo presión

4.2.2.1.3 Conductores de Vehículos

Funciones:

1. Conducir el vehículo a lo largo de la ruta establecida por la empresa.
2. Hacer la verificación diaria del Vehículo.
3. Realizar las labores que le corresponden de mantenimiento autónomo en el plazo indicado.
4. Registrar fallas e incidencias del turno en la Ficha de Automantenimiento.
5. Realizar los cobros respectivos durante el recojo de pasajeros en ruta.
6. Reportar el dinero recaudado al tesorero de la empresa.
7. Reponer el combustible usado al final del turno.
8. Realizar otras funciones que adicionalmente indique su inmediato superior.

Reportar a:

- Jefe de Operaciones en Ruta

Supervisa a:

- No supervisa

Requisitos:

Educación:

- Secundaria completa
- Tener breveté A-2 Vigente

Formación:

- No aplica

Experiencia:

- 2 años desempeñando funciones operativas en diversas empresas.

Condiciones de Trabajo:

- Residencia en Lima

Habilidades:

- Enfoque al cliente
- Enfoque a resultados
- Ejecución
- Destreza en el manejo de herramientas manuales.

4.2.3 Procedimientos de la Unidad de mantenimiento

4.2.3.1 Gestión de Órdenes de Trabajo

Objetivo:

Establecer el procedimiento adecuado para la emisión, atención y ejecución de órdenes de trabajo para la Unidad de Mantenimiento. Véase Figura 15

Alcance:

Unidad de Logística:

Jefatura de Logística

Unidad de Mantenimiento:

Jefe de Mantenimiento

Técnico de Mantenimiento.

Procedimiento

Jefe de Mantenimiento

- a) Revisa dentro del Plan de Mantenimiento y en la Ficha de Automantenimiento, las actividades de mantenimiento programadas para la presente fecha ó actividades de corrección para defectos registrados, respectivamente.
- b) Verifica en el almacén de repuestos y suministros stock disponible para la operación de mantenimiento, en caso existir stock prosigue literal c, de lo contrario prosigue literal e.

- c) Si la actividad es una operación programada, continua con el literal d, de lo contrario prosigue literal f.
- d) Emite el documento de Orden de Trabajo, se emite una (1) versión en original y dos (2) versiones de copia, prosigue literal i.
- e) Reprograma la operación de mantenimiento y su correspondiente Orden de Trabajo, emite un pedido de Orden de Compra para cubrir el déficit del stock en el almacén de repuestos y suministros, prosigue literal h.
- f) Verifica su capacidad en horas-hombre (H-H), en caso contar con la capacidad demandada prosigue literal d, caso contrario prosigue literal g.
- g) Reprograma la operación de mantenimiento y su correspondiente Orden de Trabajo.

Jefe de Logística

- h) Gestiona la Orden de Compra.

Técnico de Mantenimiento

- i) Solicita suministros y/o repuestos, adjunta una (1) copia de Orden de Trabajo, prosigue literal j.

Jefe de Logística

- j) Entrega suministros y/o repuestos según Orden de Trabajo, recibe una (1) copia de la Orden de Trabajo.
- k) Archiva copia de Orden de Trabajo, prosigue literal l.

Técnico de Mantenimiento

- l) Ejecuta Orden de Trabajo de mantenimiento.

- m) Registra información complementaria en la Orden de Trabajo, lo remite al Programador de Mantenimiento, prosigue literal o.

Jefe de Mantenimiento

- n) Registra información en la copia de la Orden de Trabajo.
- o) Archiva Orden de Trabajo.

GESTIÓN DE ORDENES DE TRABAJO

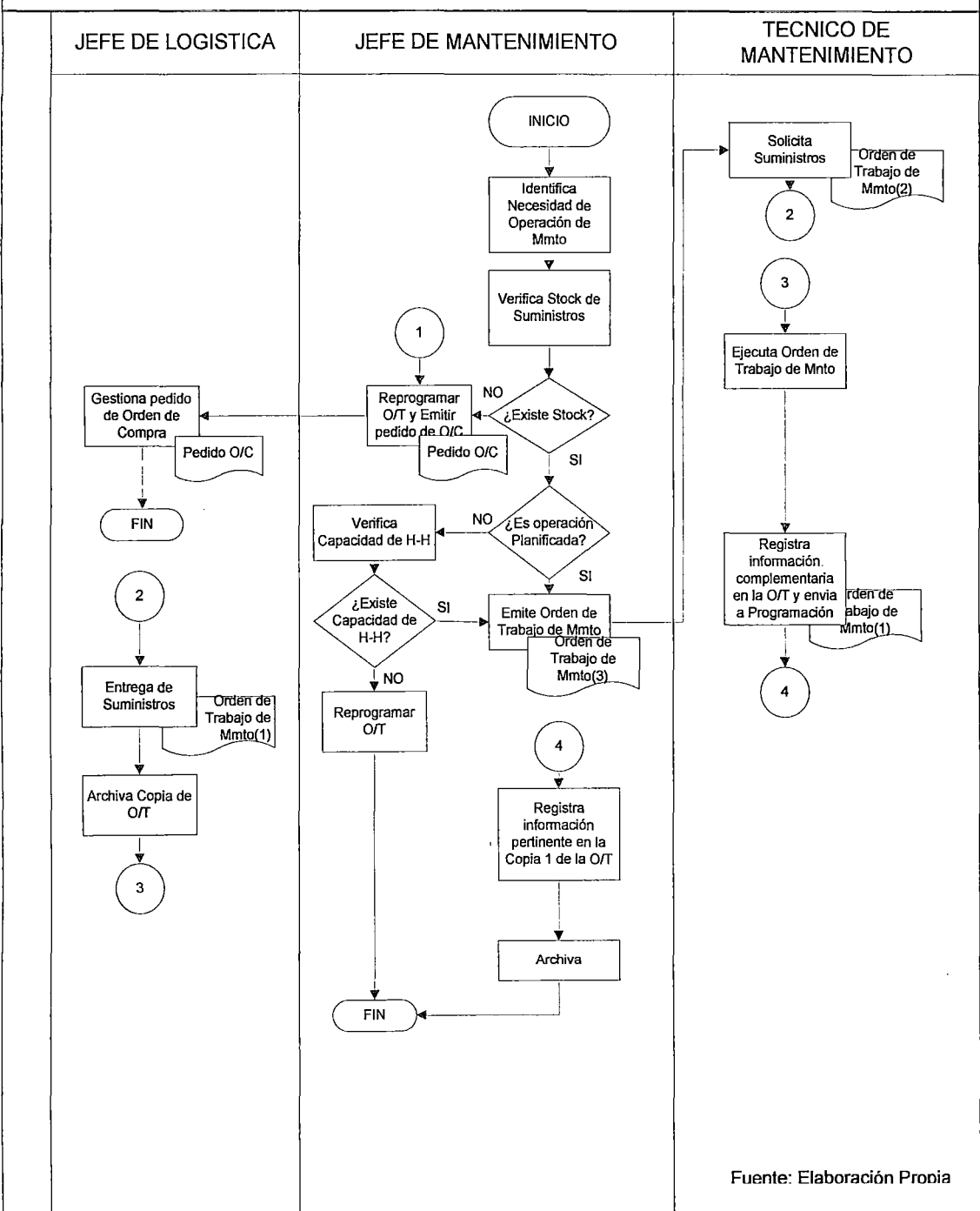


Figura 15 Procedimiento de Gestión de Órdenes de Trabajo

4.2.3.2 Elaboración del Plan de Mantenimiento

Objetivo:

Establecer el procedimiento para la elaboración del Plan de Mantenimiento.

Véase Figura 16.

Alcance:

Unidad de Mantenimiento:

Jefe de Mantenimiento

Procedimiento:

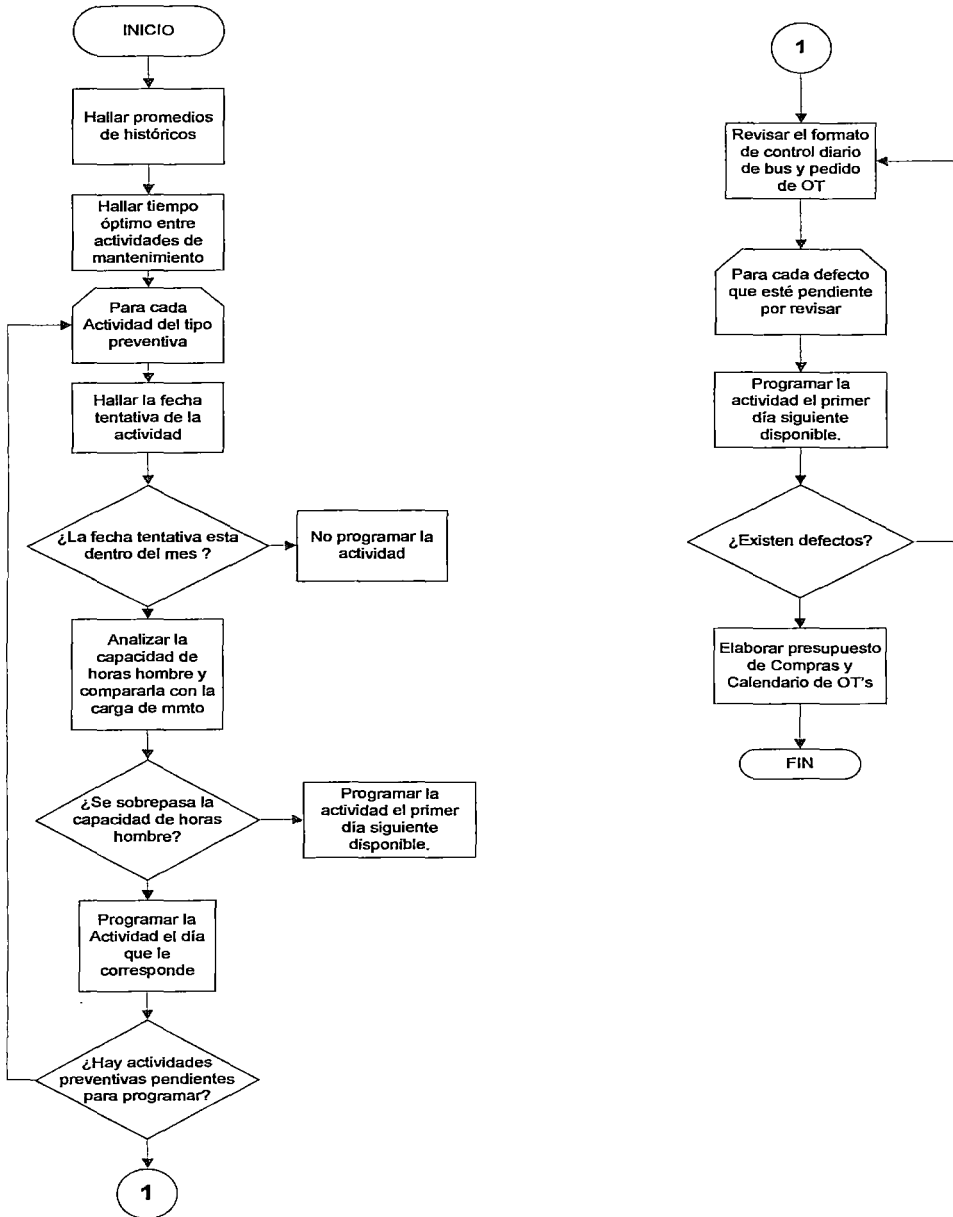
Jefe de Mantenimiento

- a) Realiza el cálculo de los promedios históricos de tiempo de falla por componente.
- b) Para cada actividad preventiva, se calcula el tiempo óptimo en base a la metodología descrita en 4.4.6
- c) Programa fecha de mantenimiento de la actividad.
- d) Si la fecha de mantenimiento esta dentro del mes, prosigue literal f, caso contrario prosigue literal e.
- e) La actividad de mantenimiento no es programada.
- f) Calcula la capacidad de horas – hombre de la actividad de mantenimiento.
- g) Si para la fecha de programación se cuenta con la capacidad de horas-hombre necesaria para la actividad, prosigue literal i, caso contrario prosigue literal h.

- h) Programa la actividad de mantenimiento el primer día siguiente disponible.
- i) Programa la actividad de mantenimiento la fecha correspondiente, luego continuar con la siguiente actividad del tipo preventiva hasta completar todas las actividades.
- j) Revisa el formato de control diario, Ficha de Automantenimiento, para cada ómnibus.
- k) Si existiese un pedido de mantenimiento, programa la fecha de la actividad de mantenimiento el primer día siguiente disponible.
- l) Elabora presupuesto de Compras y calendario de Órdenes de Trabajo.

PROCESO DE ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

JEFE DE MANTENIMIENTO



Fuente: Elaboración Propia

Figura 16 Procedimiento de Elaboración del Plan de Mantenimiento

4.2.3.3 Aprobación del Plan de Mantenimiento

Objetivo:

Establecer las actividades necesarias para obtener la aprobación de Plan de Mantenimiento. Véase Figura 17.

Alcance:

Gerencia General:

Gerente General

Unidad de Logística

Jefe de Logística

Unidad de Mantenimiento

Jefe de Mantenimiento

Procedimiento:

Jefe de Mantenimiento

- a) Elabora Plan de Mantenimiento
- b) Identifica necesidades de repuestos y suministros

Jefe de Logística

- c) Elabora presupuesto de compras

Gerente General

- d) Aprueba presupuesto de compras, en caso sea afirmativo, prosigue literal e, caso contrario prosigue literal a.

Jefe de Logística

- e) Elaboración de Orden de Compra.

Jefe de Mantenimiento

f) Realiza el despliegue de la programación de mantenimiento.

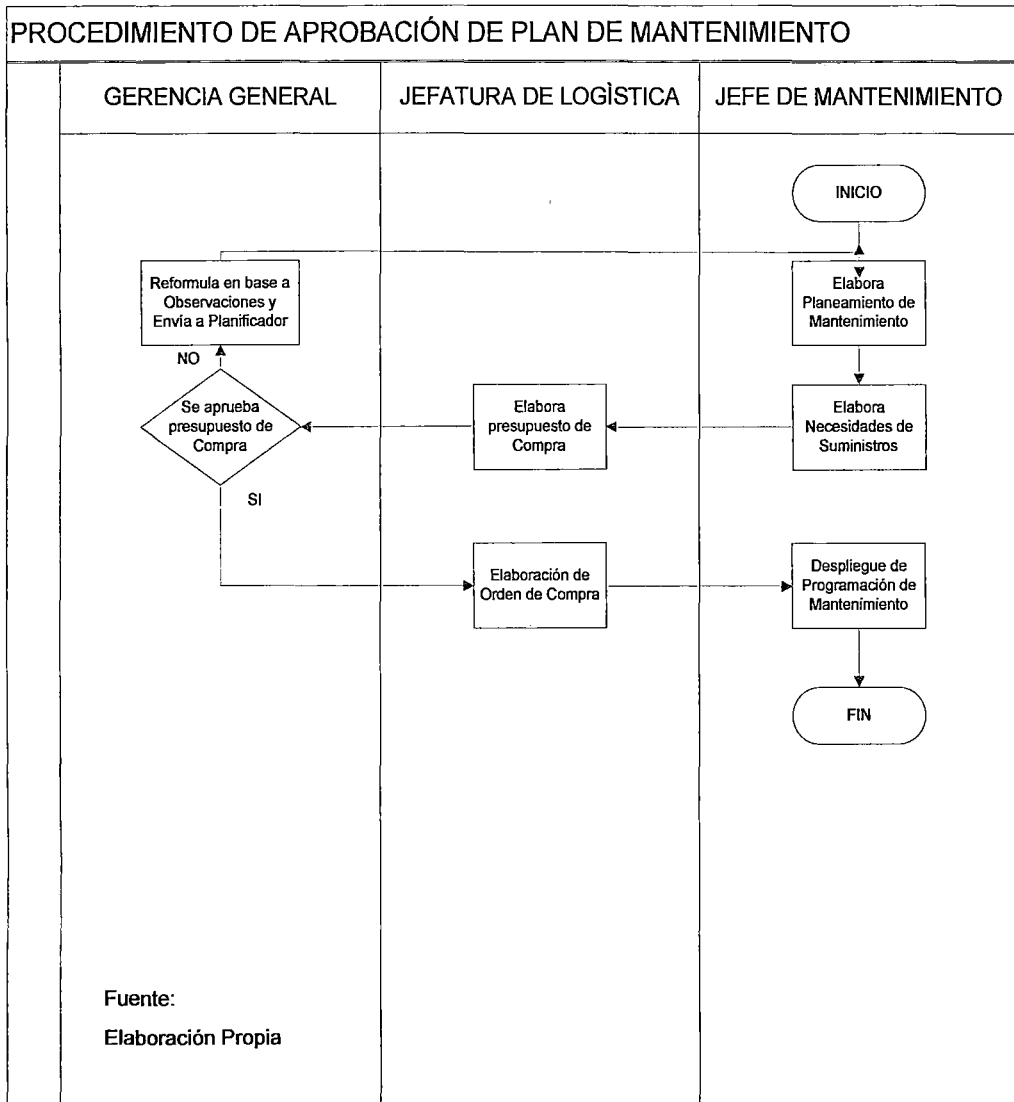


Figura 17 Procedimiento de Aprobación del Plan de Mantenimiento

4.2.3.4 Control Diario de Buses

Objetivo

Establecer las actividades para obtener un control diario de los buses de transporte urbano. Véase Figura 18.

Alcance:

Unidad de Mantenimiento

Jefe de Mantenimiento

Conductores de Ómnibus

Procedimiento

Conductores de Ómnibus

- a) Obtiene formato de control diario, Ficha de Automantenimiento.
- b) Realizar el registro correspondiente en la Ficha de Automantenimiento.
- c) Realizar las actividades de mantenimiento de primera línea.
- d) Actualiza Ficha de Automantenimiento.
- e) Entrega la Ficha de Automantenimiento al Jefe de Mantenimiento.

Jefe de Mantenimiento

- f) Identifica actividades de mantenimiento en la Ficha de Automantenimiento.
- g) Archiva Ficha de Automantenimiento.

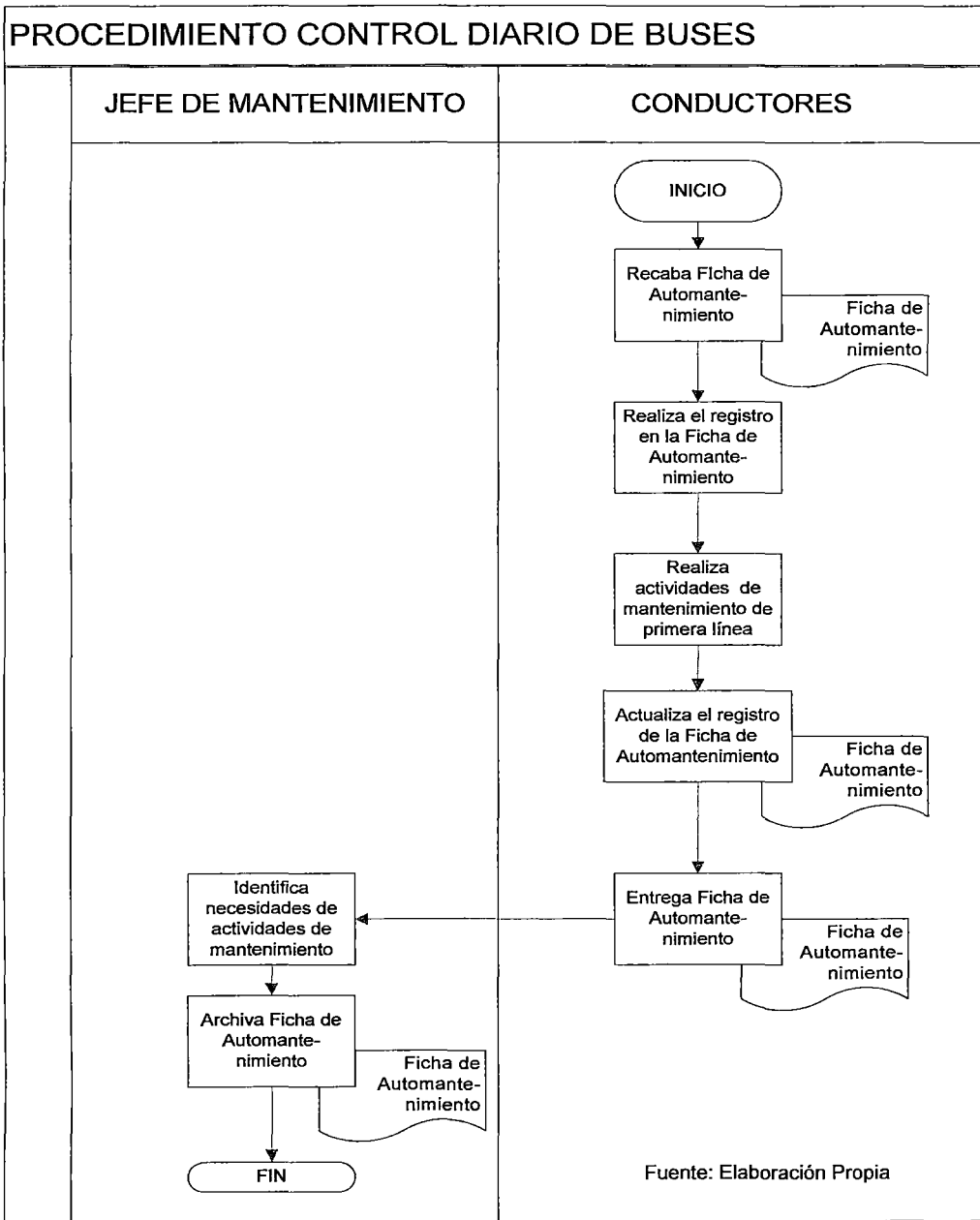


Figura 18 Procedimiento de Control Diario de Buses

4.2.3.5 Análisis de Calidad del Mantenimiento

Objetivo

Establecer el procedimiento para controlar y mejorar la Calidad de las Actividades de Mantenimiento. Véase Figura 19.

Alcance:

Unidad de Mantenimiento

Jefe de Mantenimiento

Conductores de Ómnibus

Técnico Mecánico

Procedimiento

Auditor de Mantenimiento

- a) El auditor analiza al azar, una cantidad de actividades de mantenimiento que hayan sido finalizadas.
- b) En base al análisis si una actividad satisface la inspección de calidad se procede según el literal d) en caso contrario se procede según en literal c)
- c) Se recaba la información necesaria acerca de la deficiencia de calidad y se anotan para su revisión.
- d) Si existiese una oportunidad de mejora se plantea refinar las especificaciones de calidad para la tarea, en caso contrario se da por terminada la revisión de esa actividad.

- e) Se determina la causa de la falla evaluando los factores de materiales, herramientas y equipos, recurso humano y procedimientos.
- f) Una vez determinada la causa se plantea una investigación completa acerca de la causa encontrada y las mejoras que puedan implementarse.

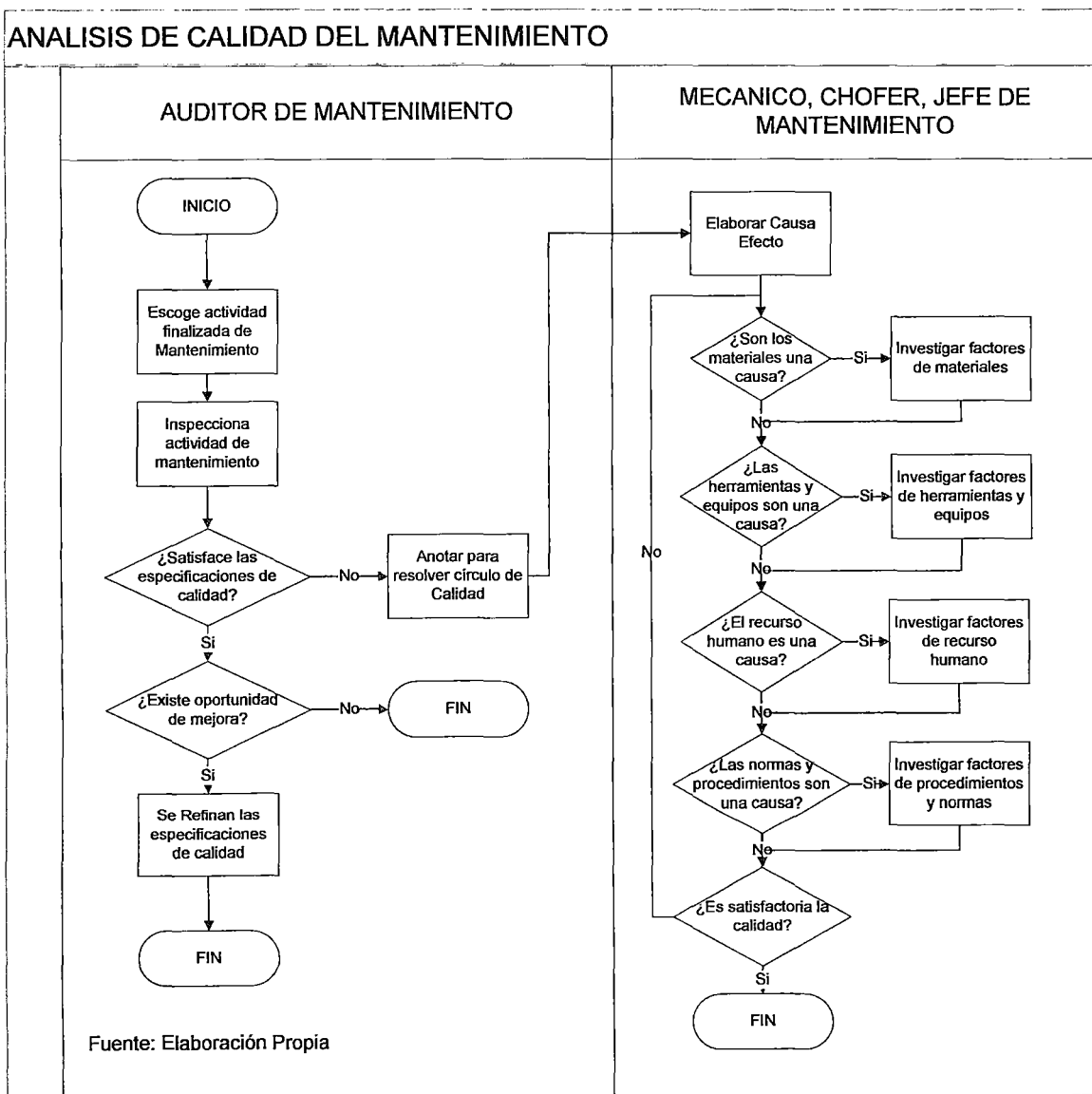


Figura 19 Procedimiento del Análisis de Calidad del Mantenimiento

4.2.3.6 Aprobación de Orden de Subcontratación

Objetivo

Establecer el procedimiento para la Gestión de una Orden de Subcontratación de Actividades de Mantenimiento. Véase Figura 20.

Alcance:

Unidad de Mantenimiento

Jefe de Mantenimiento

Técnico Mecánico

Gerencia General

Gerente General

Procedimiento

Jefe de Mantenimiento

- a) Identifica necesidad de actividad de mantenimiento según información del plan de Mantenimiento, Ficha de Automantenimiento o indicación del conductor.
- b) Evalúa la necesidad de subcontratar la ejecución de la actividad de mantenimiento.

Se programa la OT consignando información relevante para aprobación y se envía a Gerencia General.

Gerencia General

- c) Gerencia General evalúa OT y de ser el caso aprueba su ejecución, en caso de no aprobarse se realizan observaciones y se reenvía al Jefe Mecánico para correcciones.

Jefe de Mantenimiento

- d) Recibe la OT aprobada y asigna un técnico para que realice el seguimiento de la ejecución de la misma.

Técnico de Mantenimiento

- e) Lleva vehículo a taller de tercero y supervisa actividades contratadas. Una vez terminadas las actividades, llena OT y entrega copias a Administración y Jefe de Mantenimiento.

APROBACIÓN Y EJECUCIÓN DE ORDEN DE TRABAJO EXTERNA

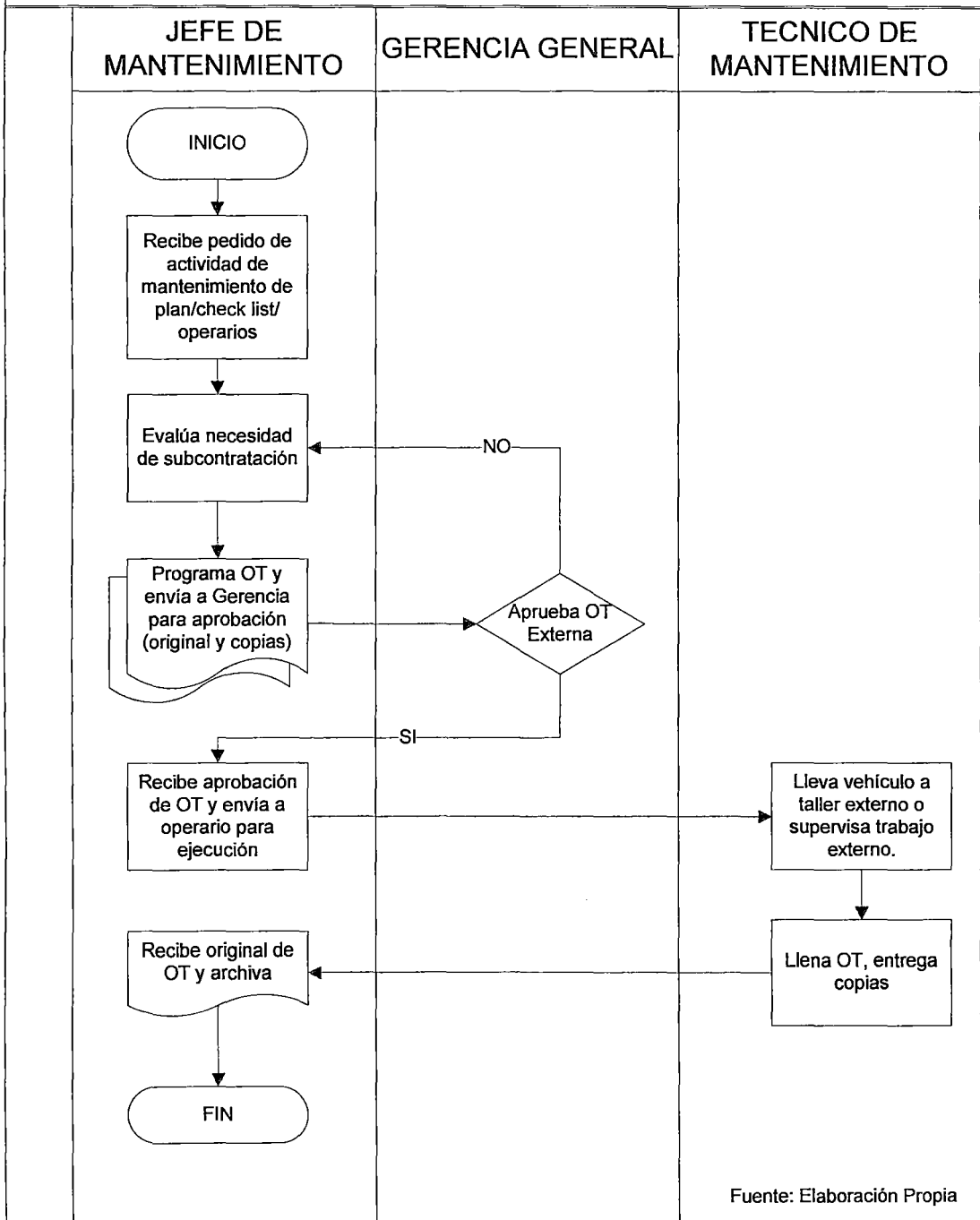


Figura 20 Procedimiento de Aprobación y Ejecución de Orden de Trabajo Externa

4.3 SISTEMAS DE COMPONENTES

4.3.1 Definición de Sistemas y Subsistemas de Componentes

La presente tesis se enfoca al mantenimiento de vehículos, es por ello que la definición de sistemas internos del vehículo debe ser lo suficientemente específica para tener un mantenimiento confiable de los equipos. Para tal fin se ha tomado como unidad modelo las unidades de ruta tipo MA-75T (Véase Figura 21).

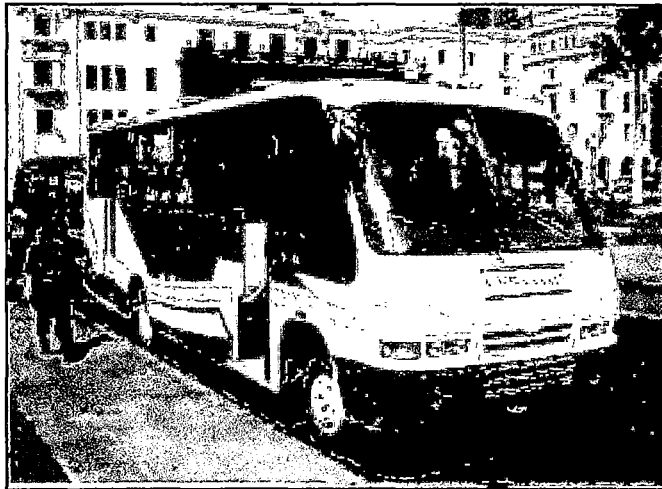


Figura 21 Unidad modelo

Es necesario definir los sistemas involucrados en el mantenimiento, subsistemas y componentes, sobre los cuales se analizará la información y se planificará el mantenimiento.

Se agruparon los componentes existentes según su operación dentro de los vehículos, de esta manera se da lugar a los sistemas. Asimismo, cada sistema tiene una serie de subsistemas que realizan un trabajo más específico.

Se construye entonces la siguiente jerarquía:

SISTEMA1

- SUBSISTEMA 1
 - COMPONENTE 1
 - COMPONENTE 2
- SUBSISTEMA 2
 - COMPONENTE 3
 - COMPONENTE 4

En base a la información obtenida según los modelos de vehículos que integran la flota de la empresa, se han definido los sistemas de componentes que figuran en el anexo E.

4.3.2 Diagnóstico Cualitativo de Componentes

Para efectos de poder realizar la clasificación, se realizó una serie de visitas y cuestionarios al jefe de la Unidad de Mantenimiento de la empresa, esta persona y su asistente respondieron las siguientes preguntas por cada componente:

- ¿La falla del componente puede ser detectada a simple vista?
- ¿La falla del componente puede paralizar el ómnibus?
- ¿La falla de este componente se da con una corta periodicidad?
- ¿El proceso de reparación y/o cambio de este componente es caro o trabajoso?

De las entrevistas y cuestionarios se obtuvieron los resultados que se aprecian en las tablas que se encuentran en el anexo F.

Los resultados de estas tablas permitieron definir los lineamientos de mantenimiento para aquellos equipos que no estén dentro de los resultados del Diagrama de Pareto, así como definir cuáles serán incluidos en los planes de mantenimiento preventivo, automantenimiento y en las actividades que serán tercerizadas. También se incluirán los criterios necesarios para definir si una componente será cambiado periódicamente o mediante actividades de mantenimiento correctivo.

4.3.3 Codificación de Componentes

El diseño del Sistema de Gestión de Mantenimiento, requiere la elaboración de una base de datos, que permita obtener la información relevante a partir de los datos de la misma.

Con el fin de tener los datos de manera ordenada se procede a una codificación de los mismos, encadenando los sistemas de los vehículos, los subsistemas y los componentes propios.

Todo componente será identificado por un único nombre en la base de datos mediante la codificación:

Código Componente: XXYYZZ, donde:

- XX Representa el sistema al que pertenece
- YY Representa el subsistema al que pertenece
- ZZ Representa al componente.

4.3.3.1 Sistema

Del estudio de los vehículos de la empresa, tal como se ha visto en el punto 4.3.2, se han identificado los siguientes sistemas que los componen (Tabla 4):

Tabla 4 Distribución de Sistemas en un vehículo

CÓDIGO SISTEMA	SISTEMA
01	MOTOR
02	TRANSMISIÓN
03	SISTEMA ELÉCTRICO
04	DIRECCIÓN
05	FRENOS
06	SUSPENSIÓN Y ESTABILIZACIÓN
07	CHASIS
08	CARROCERÍA Y EQUIPOS ADICIONALES
09	EQUIPOS OPCIONALES Y AUXILIARES
10	OTROS

La codificación se hace con un número de dos dígitos, que empieza en 01 y se le va sumando la Unidad.

4.3.3.2 Subsistema

Del estudio de los vehículos de la empresa, tal como se ha visto en el punto 4.3.2, se ha identificado que para cada sistema existe una serie de subsistemas.

A continuación se muestra, en la Tabla 5, se muestra la codificación de los subsistemas identificados en los sistemas 01 y 02.

Tabla 5 Codificación de Sub-Sistemas de un Vehículo

CÓDIGO SISTEMA	CÓDIGO SUB	CÓDIGO SUBSISTEMA	SUBSISTEMA	SISTEMA
01	00	0100	INTEGRIDAD DEL MOTOR	MOTOR
01	05	0105	SISTEMA ESTRUCTURAL	MOTOR
01	10	0110	SISTEMA DE COMBUSTIBLE	MOTOR
01	15	0115	SISTEMA LUBRICACIÓN	MOTOR
01	20	0120	SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	MOTOR
01	25	0125	SISTEMA DE AIRE	MOTOR
01	30	0130	OTROS	MOTOR
02	05	0205	SISTEMA EMBRAGUE	TRANSMISIÓN
02	10	0210	SISTEMA ÁRBOL DE PROPULSIÓN	TRANSMISIÓN
02	15	0215	SISTEMA ÁRBOL DE TRANSMISIÓN	TRANSMISIÓN
02	20	0220	OTROS	TRANSMISIÓN

Se puede apreciar que todos los componentes de un subsistema específico llevarán la codificación "XXYY" propia del mismo sistema.

La codificación del subsistema se hace con un número de dos dígitos, que empieza en 00 y se le va sumando 05

4.3.3.3 Detalle - Componente

Cada componente pertenece a una familia "XXYY", teniendo un código propio "ZZ" que es agregado para tener el código único de componente.

En la Tabla 6 se muestra la codificación de los componentes pertenecientes a los subsistemas del motor y transmisión:

Tabla 6 Codificación a nivel de Componentes de un vehículo

CÓDIGO SUB-SIS	CÓDIGO INT	CÓDIGO BD	DETALLE / COMPONENTE	SUB-SISTEMA
0100	05	010005	INTEGRIDAD DEL MOTOR	INTEGRIDAD DEL MOTOR
0105	05	010505	CAMISA	SISTEMA ESTRUCTURAL
0105	10	010510	PISTÓN	SISTEMA ESTRUCTURAL
0105	15	010515	CULATA	SISTEMA ESTRUCTURAL
0105	20	010520	FAJA DE VENTILACIÓN	SISTEMA ESTRUCTURAL
0105	25	010525	CIGÜEÑAL	SISTEMA ESTRUCTURAL
0105	30	010530	BIELAS	SISTEMA ESTRUCTURAL
0110	05	011005	VÁLVULAS	SISTEMA DE COMBUSTIBLE
0110	10	011010	INYECTORES	SISTEMA DE COMBUSTIBLE
0110	15	011015	BOMBA DE INYECCIÓN	SISTEMA DE COMBUSTIBLE
0125	05	012505	TURBOCOMPRESORA	SISTEMA DE AIRE
0125	10	012510	FILTRO DE AIRE	SISTEMA DE AIRE
0120	05	012005	RADIADOR	SISTEMA DE REFRIGERACIÓN
0120	10	012010	BOMBA DE AGUA	SISTEMA DE REFRIGERACIÓN
0120	15	012015	MANGUERAS	SISTEMA DE REFRIGERACIÓN
0120	20	012020	BANDEJA DE AGUA	SISTEMA DE REFRIGERACIÓN
0120	25	012025	EVAPORADOR	SISTEMA DE REFRIGERACIÓN
0115	05	011505	ACEITE DE MOTOR	SISTEMA LUBRICACIÓN
0115	10	011510	BOMBA DE ACEITE	SISTEMA LUBRICACIÓN
0115	15	011515	FILTRO DE ACEITE	SISTEMA LUBRICACIÓN
0130	05	013005	SOPORTE DE MOTOR	OTROS
0130	10	013010	RETEN DE MOTOR	OTROS
0130	15	013015	ACCESORIOS DE MOTOR	OTROS
0205	05	020505	DISCO DE EMBRAGUE	SISTEMA EMBRAGUE
0205	10	020510	HORQUILLAS	SISTEMA EMBRAGUE
0205	15	020515	PLATO Y VOLANTE	SISTEMA EMBRAGUE
0205	20	020520	BOMBA DE EMBRAGUE	SISTEMA EMBRAGUE
0205	25	020525	MANGUERA HIDRÁULICA	SISTEMA EMBRAGUE
0205	30	020530	PÍVOT DE EMBRAGUE	SISTEMA EMBRAGUE
0205	35	020535	BOMBÍN DE EMBRAGUE	SISTEMA EMBRAGUE

4.4 DESARROLLO DEL ESQUEMA METODOLÓGICO PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

4.4.1 Análisis de fallas históricas

En base al registro histórico de fallas de data histórica de 20 meses de operaciones, se obtuvo los costos promedio por componente (Tabla 7) y la frecuencia de fallas por componente.

Tabla 7 Distribución de Costos de Mantenimiento en base a Componentes

COMPONENTE	COSTO REPAR.	COSTO COMPRA	COSTO PROMEDIO
BOMBA DE INYECCIÓN	1000.00	1800.00	1400.00
CAJA DE CAMBIO	1100.00	1800.00	1450.00
ALTERNADOR	120.00	580.00	350.00
LLANTAS DELANTERAS	300.00	1000.00	650.00
ARRANCADOR	120.00	900.00	510.00
LLANTAS POSTERIORES IZQUIERDA	300.00	1000.00	533.33
DISCO DE EMBRAGUE	220.00	350.00	285.00
TURBOCOMPRESORA	280.00	890.00	585.00
LLANTAS POSTERIORES DERECHA	300.00	1000.00	533.33
VÁLVULAS	350.00	700.00	525.00
RADIADOR	250.00	450.00	350.00
MUELLES POSTERIORES		165.00	165.00
BATERÍAS		357.00	357.00
CENTRAL ELÉCTRICA	145.00	350.00	247.50
BANDEJA DE AGUA		350.00	350.00
VÁLVULAS Y ACCESORIOS (FRENOS)		165.00	165.00
MANGUERAS		200.00	200.00
ZAPATAS POSTERIORES	180.00	350.00	265.00
BOMBA DE AGUA	150.00	350.00	250.00
ZAPATAS DELANTERAS	180.00	350.00	265.00
ACCESORIOS DE MOTOR		87.50	87.50
BIELAS		200.00	200.00
MUELLES DELANTEROS		165.00	165.00
HORQUILLAS		110.00	110.00
ARTICULACIÓN DE PALANCA DE CAMBIO	120.00		120.00
FAJA DE VENTILACIÓN		120.00	120.00
BOMBA DE EMBRAGUE	100.00	220.00	160.00
ACEITE DE MOTOR		50.00	50.00
INYECTORES		120.00	120.00
ACCESORIOS DE RUEDAS		120.00	120.00
GOMAS ABRAZADERAS MUELLES DELANTEROS		80.00	80.00
TANQUE DE COMBUSTIBLE		80.00	80.00
RETEN DE MOTOR		80.00	80.00
LUCES DELANTERA		80.00	80.00
ACEITE DE CAJA DE CAMBIO		60.00	60.00
VIDRIOS / PARABRISAS DELAN Y POSTERIOR		60.00	60.00
PUERTA DELANTERA + ESCALERAS		40.00	40.00

Con la información de los costos promedio de mantenimiento y la frecuencia de fallas por componente se realizaron los cálculos para obtener los costos totales y el peso de cada uno respecto al costo total (Tabla 8) con esta información se obtiene el Diagrama de Pareto (Figura 22).

Tabla 8 Participación en Costos por Componente

COMPONENTE	F.	COSTO PROMEDIO	COSTO CALCULADO	COSTO ACUMULADO	%
BOMBA DE INYECCIÓN	29	1,400.00	40,600.00	40,600.00	13.5%
CAJA DE CAMBIO	23	1,450.00	33,350.00	73,950.00	24.5%
ALTERNADOR	66	350.00	23,100.00	97,050.00	32.2%
LLANTAS DELANTERAS	31	650.00	20,150.00	117,200.00	38.9%
ARRANCADOR	34	510.00	17,340.00	134,540.00	44.7%
LLANTAS POSTERIORES IZQUIERDA	32	533.33	17,066.67	151,606.67	50.3%
DISCO DE EMBRAGUE	55	285.00	15,675.00	167,281.67	55.5%
TURBOCOMPRESORA	26	585.00	15,210.00	182,491.67	60.6%
LLANTAS POSTERIORES DERECHA	26	533.33	13,866.67	196,358.33	65.2%
VÁLVULAS	26	525.00	13,650.00	210,008.33	69.7%
RADIADOR	29	350.00	10,150.00	220,158.33	73.1%
MUELLES POSTERIORES	58	165.00	9,570.00	229,728.33	76.3%
BATERÍAS	25	357.00	8,925.00	238,653.33	79.2%
CENTRAL ELÉCTRICA	32	247.50	7,920.00	246,573.33	81.9%
BANDEJA DE AGUA	21	350.00	7,350.00	253,923.33	84.3%
VÁLVULAS Y ACCESORIOS (FRENOS)	32	165.00	5,280.00	259,203.33	86.0%
MANGUERAS	24	200.00	4,800.00	264,003.33	87.6%
ZAPATAS POSTERIORES	18	265.00	4,770.00	268,773.33	89.2%
BOMBA DE AGUA	14	250.00	3,500.00	272,273.33	90.4%
ZAPATAS DELANTERAS	13	265.00	3,445.00	275,718.33	91.5%
ACCESORIOS DE MOTOR	36	87.50	3,150.00	278,868.33	92.6%
BIELAS	15	200.00	3,000.00	281,868.33	93.6%
MUELLES DELANTEROS	17	165.00	2,805.00	284,673.33	94.5%
HORQUILLAS	19	110.00	2,090.00	286,763.33	95.2%
ARTICULACIÓN DE PALANCA DE CAMBIO	17	120.00	2,040.00	288,803.33	95.9%
FAJA DE VENTILACIÓN	14	120.00	1,680.00	290,483.33	96.4%
BOMBA DE EMBRAGUE	10	160.00	1,600.00	292,083.33	97.0%
ACEITE DE MOTOR	27	50.00	1,350.00	293,433.33	97.4%
INYECTORES	10	120.00	1,200.00	294,633.33	97.8%
ACCESORIOS DE RUEDAS	10	120.00	1,200.00	295,833.33	98.2%
GOMAS ABRAZADERAS MUELLES DELANTEROS	14	80.00	1,120.00	296,953.33	98.6%
TANQUE DE COMBUSTIBLE	10	80.00	800.00	297,753.33	98.8%
RETEN DE MOTOR	10	80.00	800.00	298,553.33	99.1%
LUCES DELANTERA	10	80.00	800.00	299,353.33	99.4%
ACEITE DE CAJA DE CAMBIO	13	60.00	780.00	300,133.33	99.6%
VIDRIOS / PARABRISAS DELAN Y POSTERIOR	11	60.00	660.00	300,793.33	99.9%
PUERTA DELANTERA + ESCALERAS	11	40.00	440.00	301,233.33	100.0%

4.4.2 Identificación del Tipo Mantenimiento para cada Componente

Mediante un Diagrama de Pareto (Figura 22) se definen aquellos componentes que representan el 80% de los costos de mantenimiento:

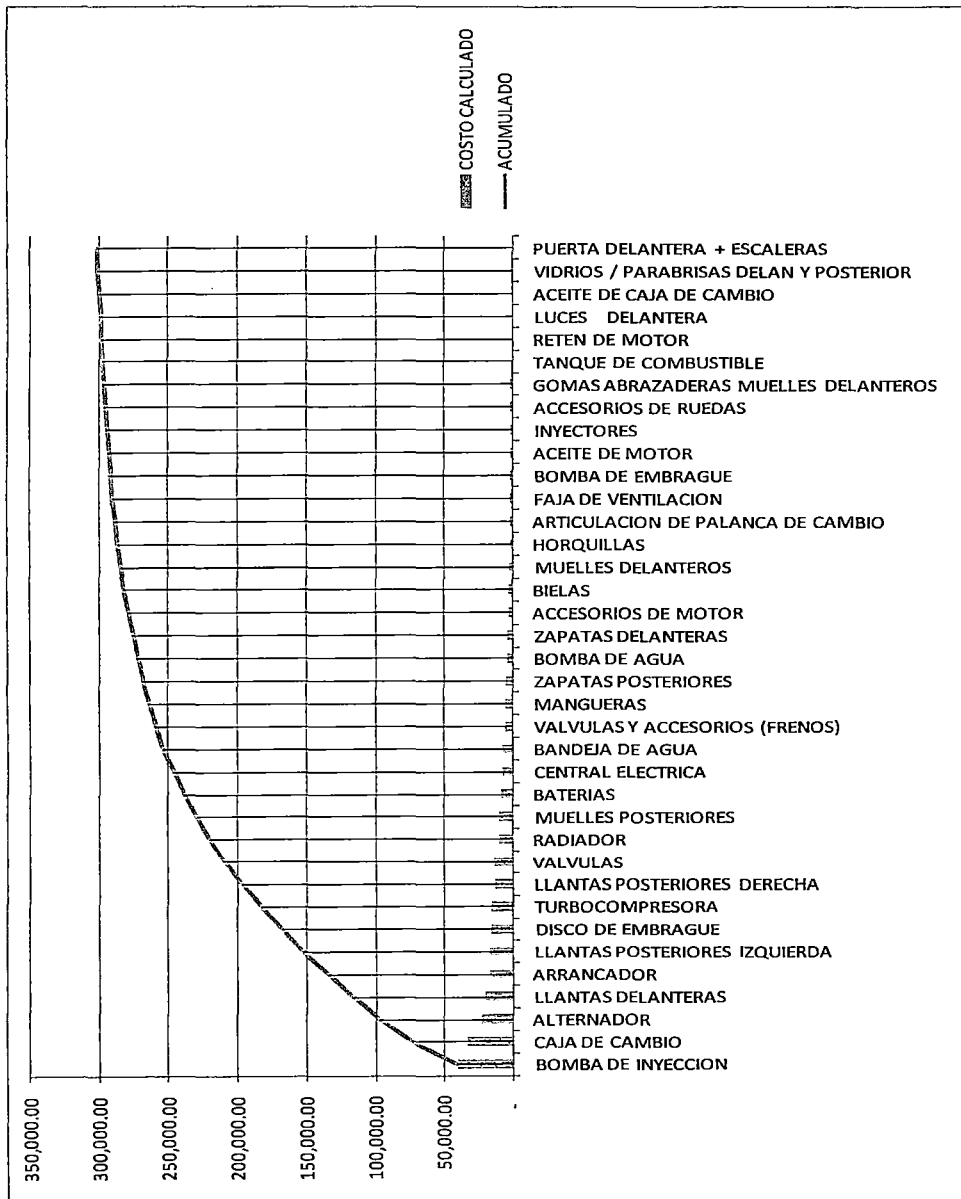


Figura 22 Diagrama de Pareto de Costos de Mantenimiento en base a Componentes

En la Tabla 9, nos muestra cuales son los componentes claves extraídos de el Diagrama de Pareto.

Tabla 9 Componentes Plan de Mantenimiento

COMPONENTE	F-24	COSTO PROMEDIO
BOMBA DE INYECCIÓN	29	1400.00
CAJA DE CAMBIO	23	1450.00
ALTERNADOR	66	350.00
LLANTAS DELANTERAS	31	650.00
ARRANCADOR	34	510.00
LLANTAS POSTERIORES IZQUIERDA	32	533.33
DISCO DE EMBRAGUE	55	285.00
TURBOCOMPRESORA	26	585.00
LLANTAS POSTERIORES DERECHA	26	533.33
VÁLVULAS	26	525.00
RADIADOR	29	350.00
MUELLES POSTERIORES	58	165.00
BATERÍAS	25	357.00

Estos componentes son los que se deberá tener en cuenta para el Plan de Mantenimiento Preventivo.

Para los componentes de menor incidencia económica y que no comprometen la operatividad del vehículo se optaría por una Mantenimiento Correctivo.

Asimismo para aquellos componentes que facilitan el mantenimiento por parte de los conductores se apoyará por un Mantenimiento Autónomo, por ejemplo, las llantas.

4.4.3 Definición de Actividades

La información histórica muestra las actividades de mantenimiento que se han ejecutado sobre los componentes, así como su periodicidad. Las actividades que se tomen en cuenta para la elaboración del sistema se visualizan en la Tabla 10.

Tabla 10 Actividades de Mantenimiento

ACTIVIDAD
REPARAR
CAMBIAR
MANTENER
LIMPIAR
MANTENIMIENTO PREVENTIVO GENERAL
INSPECCIONAR
LUBRICAR
ADAPTAR
OTRA ACTIVIDAD

4.4.3.1 Codificación de Actividades.

Para la elaboración del sistema se procede a codificar cada actividad con una letra correspondiente, los códigos se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11 Codificación Actividades de Mantenimiento

ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN
R	REPARAR
C	CAMBIAR
M	MANTENER
L	LIMPIAR
P	MANTENIMIENTO PREVENTIVO GENERAL
I	INSPECCIONAR
U	LUBRICAR
O	OTRA ACTIVIDAD

Asimismo este código "A" permite la concatenación con los componentes para caracterizar el trabajo que se le hace a un componente específico, el modo de codificación se aprecia en la Tabla 12.

Tabla 12 Codificación Actividades de Mantenimiento por Componente

CÓDIGO ACT.	CÓDIGO COMP.	CÓDIGO BD.	ACTIVIDAD - COMPONENTE
R	010000	R010000	REPARAR INTEGRIDAD DEL MOTOR
R	010505	R010505	REPARAR CAMISA
R	010510	R010510	REPARAR PISTÓN
R	010515	R010515	REPARAR CULATA
U	010520	R010520	LUBRICAR CIGÜEÑAL
R	010525	R010525	REPARAR BIELAS
C	010505	C010505	CAMBIAR CAMISA
C	010510	C010510	CAMBIAR PISTÓN
C	010515	C010515	CAMBIAR CULATA
C	010520	C010520	CAMBIAR CIGÜEÑAL
C	010525	C010525	CAMBIAR BIELAS
C	011005	C011005	CAMBIAR VÁLVULAS
L	010505	L010505	LIMPIAR CAMISA
L	010510	L010510	LIMPIAR PISTÓN
L	010515	L010515	LIMPIAR CULATA
L	010518	L010518	LIMPIAR FAJA DE VENTILACIÓN
L	010520	L010520	LIMPIAR CIGÜEÑAL
L	010525	L010525	LIMPIAR BIELAS
L	011005	L011005	LIMPIAR VÁLVULAS

4.4.4 Definición de Actividades Preventivas a Planificar

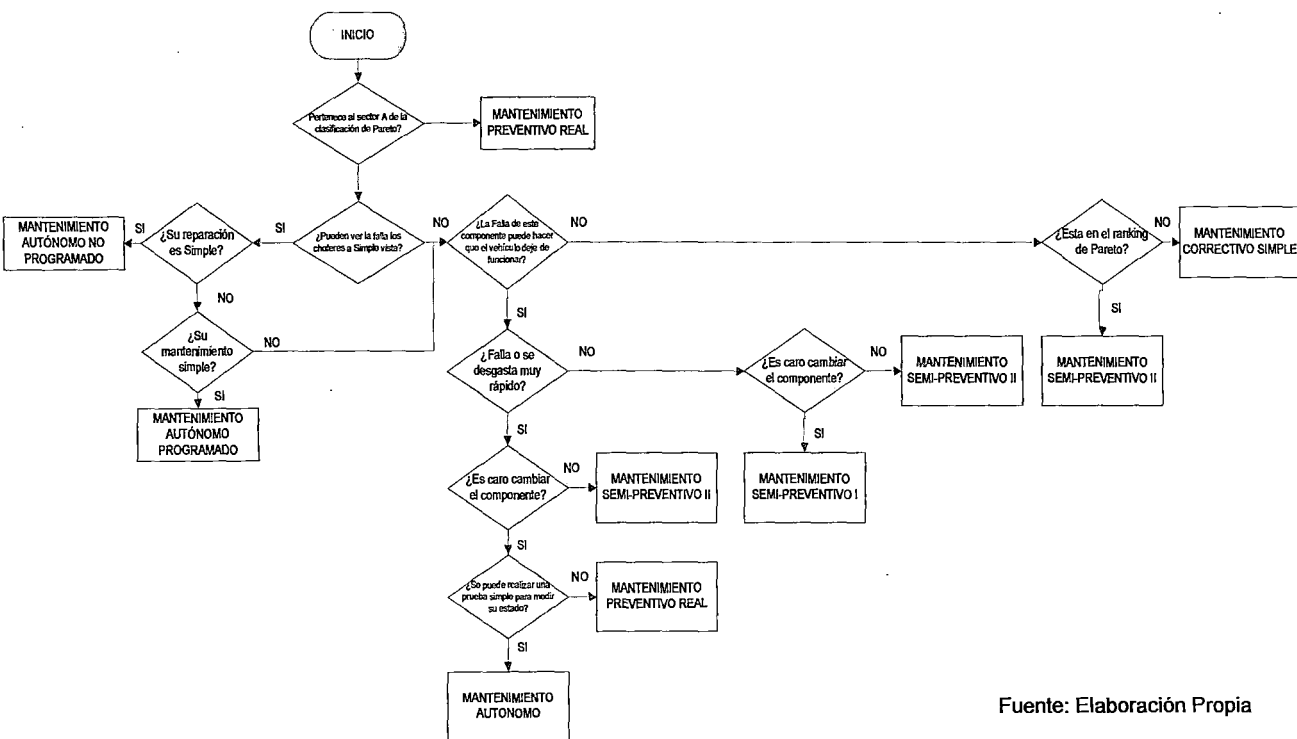
En base al análisis efectuado para el diagrama de Pareto y la información recopilada en la tabla de análisis cualitativo de componentes se definen los siguientes tipos de políticas de mantenimiento para los componentes de los sub-sistemas y sistemas de los vehículos.

- a) **Mantenimiento Autónomo Programado:** Este mantenimiento es realizado por los conductores de vehículos, son actividades sencillas de mantenimiento que pueden hacerse sin necesidad de un profundo conocimiento técnico de los componentes o habilidad en el uso de herramientas especializadas, estas tareas se rigen por un calendario de actividades que deben ser realizadas con una frecuencia definida.
- b) **Mantenimiento Autónomo no Programado:** De igual manera que el Mantenimiento autónomo Programado, las actividades las realizan los conductores de vehículos, pero con la diferencia de que éstas no obedecen a un calendario sino a la detección y reparación inmediata de una avería.
- c) **Mantenimiento Correctivo Simple:** Este mantenimiento es aquel que se realiza una vez que ha fallado un componente, este tipo de mantenimiento no es programado en el plan de mantenimiento,
- d) **Mantenimiento Semi-Preventivo I:** Se realizan operaciones preventivas de ajustes, calibración y aquellas que no impliquen cambio del componente, el cambio del componente se realiza de forma correctiva, una vez que se presenta una falla y el componente ha llegado a los fines de su vida útil.

e) Mantenimiento Semi-Preventivo II: Se realizan operaciones de cambio de componente periódicas que son programados, pero no se realiza ninguna tarea de calibración, ajustes.

f) Mantenimiento Preventivo Real: Se realizan tanto las operaciones del Semi-Preventivo I y el Semi-Preventivo II, este tipo de mantenimiento es más confiable pero también es más caro.

Para escoger que tipo de mantenimiento es apropiado para cada componente se desarrolló la metodología que se puede apreciar en la Figura 23:



Fuente: Elaboración Propia

Figura 23 Metodología de Elección de Tipo de Mantenimiento

El esquema general de la política de mantenimiento (Figura 13) contempla la mejora continua para todo el sistema de mantenimiento, dentro de estas se considera el definir las actividades de mantenimiento que se tercerizarán, sin embargo, para el primer año de la implementación del sistema de mantenimiento estas no se determinarán, pues al final de este período se tendrá información mas exacta para determinar cuales son los componentes del sector "A" de la clasificación de Pareto y a la vez se realizarán capacitaciones técnicas al personal operativo con el objetivo de que puedan hacer operaciones de mantenimiento más complejas, con ello se agregará la siguiente pregunta en la tabla de análisis cualitativo de componentes:

¿El mantenimiento preventivo y/o correctivo debe ser tercerizado?

De esa forma se realizará una reclasificación de la política de mantenimiento de cada componente de los vehículo.

Con la información actual de la tabla de análisis cualitativo de componentes y la aplicación de la metodología presentada en la figura 23 se definieron las políticas de mantenimiento, ver Anexo G.

4.4.5 Cálculo de la Vida Media Útil de Componentes

La Vida Media Útil fue calculada en base a la información histórica de la gestión reparaciones, la información técnica en manuales, así como también la experiencia del jefe de la Unidad de Mantenimiento.

Para el componente Alternador se tienen las siguientes tiempos entre reparación.

43	93	131	263	60	59
36	164	36	22	116	131
153		188	75	240	75
514	537	213	352	64	203

Asimismo se definió en la junta de expertos una vida media entre reparación de 150 días como consenso.

Bajo este concepto se determina que para efectos de calcular la vida útil promedio se dejará de lado todos los valores que varíen en más de un 50% del valor definido por el juicio de expertos.

	93	131			
	164			116	131
153		188	75		75
		213			203

Se halla el promedio sobre los valores que cumplen los requisitos anteriormente mencionados.

Promedio ponderado = 140.18

Desviación Estándar = 48.73

4.4.6 Cálculo de la Frecuencia Óptima de Operaciones

El tiempo promedio para cada tipo de operación-componente se obtiene de la siguiente forma:

$$T_k = \frac{\sum_i^m \sum_{j=1}^{n_i} (T_{kij+1} - T_{kij})}{\sum_1^m (n_i - 1)} \dots (A)$$

T_k = Tiempo promedio entre operaciones para el tipo de operación –
componente k

T_{kij} = Fechas de la operación j en que se realizó la operación

– componente k para el vehículo i

n = Cantidad de operaciones – componente k listadas para el vehículo j

$n \geq 2$

m = Cantidad de vehículos listados para la operación componente k

$m \geq 1$

Dado que los tiempos entre operaciones óptimos se definen como aquellos que disminuyen el costo, se tiene que lograr un equilibrio entre el costo de mantenimiento y el incremento de la confiabilidad para lograr un buen desempeño operativo sin incurrir en excesos en cuanto al gasto por mantenimiento preventivo.

Partiendo del supuesto que la distribución de fallas a corto plazo tiene una distribución normal.

Se establece que la probabilidad de que una falla sea gestionada de manera preventiva es:

$$P_{prv} = \int_{-\infty}^x \frac{e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)^2}}{\sigma\sqrt{2\pi}} dt$$

$$P_{cor} = 1 - P_{prv} \dots \dots (1)$$

x = Tiempo transcurrido desde la última operación de mantenimiento preventivo

P_{prv} = Probabilidad de que una operación de mantenimiento sea hecha de forma preventiva

P_{cor} = Probabilidad de que una operación de mantenimiento sea hecha de forma correctiva

$$C_T = C_P x N_P + C_C x N_C \dots \dots (I)$$

Donde:

C_T : Costo Total de Mantenimiento

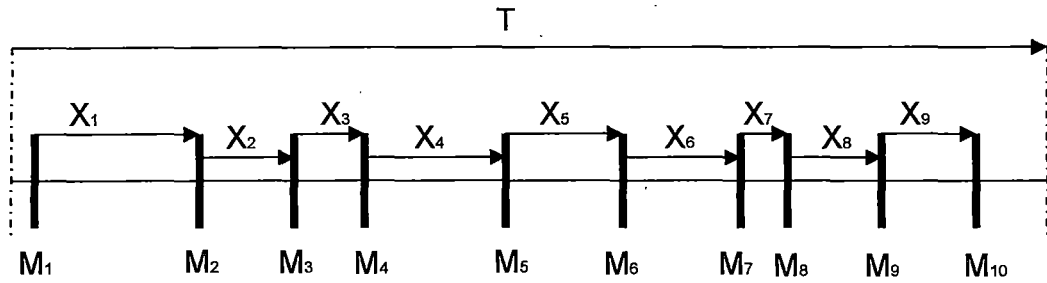
C_P : Costo de Mantenimiento Preventivo

C_C : Costo de Mantenimiento Correctivo

N_P : Número de Mantenimientos Preventivos

N_C : Número de Mantenimientos Correctivos

En la Figura 24 se muestra un período de tiempo determinado (T), donde existe eventos una serie de eventos de mantenimiento, mantenimientos preventivos o correctivos (M_i), teniendo una determinada frecuencia de ocurrencia (X_i), por tanto ahora definiremos *Frecuencia Promedio de ocurrencia de mantenimiento* (X), que se determina de la siguiente manera:



Fuente: Elaboración Propia

Figura 24 Eventos de Mantenimiento en un tiempo "T"

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}, \text{ Frecuencia Promedio de ocurrencia de mantenimiento}$$

Determinamos las probabilidades de ocurrencia de mantenimiento preventivo y correctivo:

$$\rho_P = \frac{N_P}{N_T} \longrightarrow N_P = \rho_P \times N_T \dots\dots(1)$$

$$\rho_C = \frac{N_C}{N_T} \longrightarrow N_C = \rho_C \times N_T \dots\dots(2)$$

N_T : Número de Mantenimientos Totales

ρ_P : Probabilidad para un mantenimiento preventivo

ρ_C : Probabilidad para un mantenimiento correctivo

Considerando la siguiente aproximación:

$$N_T \cong \frac{T}{X} \dots\dots(3)$$

Que el número de eventos totales de mantenimiento es igual al cociente entre el periodo de tiempo de planificación de mantenimiento (T) y la Frecuencia Promedio de ocurrencia de mantenimiento (X), reemplazamos la expresión (3) en (1) y (2):

$$N_p = \rho_p x \frac{T}{X} \dots\dots(4)$$

$$N_c = \rho_c x \frac{T}{X} \dots\dots(5)$$

Reemplazando las expresiones (4) y (5) en nuestra Función de Costo (I), entonces esta se quedará en la siguiente expresión:

$$C_t = \frac{T}{X} (C_{prv} P_{prv} + C_{prv} P_{cor}) \dots(B)$$

Donde:

- C_T : Costo Total de Mantenimiento
- T : Periodo de tiempo a planificar el mantenimiento
- C_{prv} : Costo de Mantenimiento Preventivo
- C_{prv} : Costo de Mantenimiento Correctivo
- X : Frecuencia Promedio de ocurrencia de mantenimiento
- P_{prv}, ρ_p : Probabilidad para un mantenimiento preventivo
- P_{cor}, ρ_c : Probabilidad para un mantenimiento correctivo

Definiendo la función de distribución normal como:

$$norm(x, \mu, \sigma) = \frac{e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}}{\sigma\sqrt{2\pi}}$$

Y reemplazando en la fórmula:

$$C_t(x) = \frac{T}{x} \left(C_p \int_{-\infty}^x \frac{e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)^2}}{\sigma\sqrt{2\pi}} dt + C_{cor} \left(1 - \int_{-\infty}^x \frac{e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)^2}}{\sigma\sqrt{2\pi}} dt \right) \right)$$

Analizando el comportamiento de la función en su dominio tenemos que verificar que esta deba alcanzar un mínimo en algún punto, por lo cual derivamos la función costo.

$$D(X) = \frac{dC_t(x)}{dx} = \frac{\left(\frac{C_{cor}}{C_{prv}} - 1\right) norm(x, \mu, \sigma)}{x} - \frac{1}{x^2} - \frac{\left(\frac{C_{cor}}{C_{prv}} - 1\right) norm(x, \mu, \sigma)}{x^2} \dots (6)$$

Analizando el comportamiento de la función para diferentes valores de media, desviación estándar, C_{prv} y C_{cor} obtenemos los siguientes resultados:

- Con una media $\mu = 100$, $\sigma = 20$ y $C_{prv}/C_{cor} = 2.2$ se observa que la gráfica de la derivada corta al eje x en 2 puntos, lo cual significa que la función tiene un mínimo y máximo local en su dominio. Véase Figura 25
- Con una media $\mu = 100$, $\sigma = 20$ y $C_{prv}/C_{cor} = 1.6$ se observa que la gráfica de la derivada corta al eje x en 1 único punto, lo cual significa que la función tiene un punto de Silla en su dominio ya que la derivada es siempre negativa. Véase Figura 26
- Con una media $\mu = 30$, $\sigma = 20$ y $C_{prv}/C_{cor} = 2.2$ se observa que la gráfica de la derivada no corta al eje x, por lo tanto la función Costo será siempre decreciente y con un punto de silla. Véase Figura 27

- Con una media $\mu = 100$, $\sigma = 30$ y $C_{pv}/C_{cor} = 2.2$ se observa que la gráfica de la derivada corta al eje x en un punto, por lo tanto la función Costo será siempre decreciente. Véase Figura 28

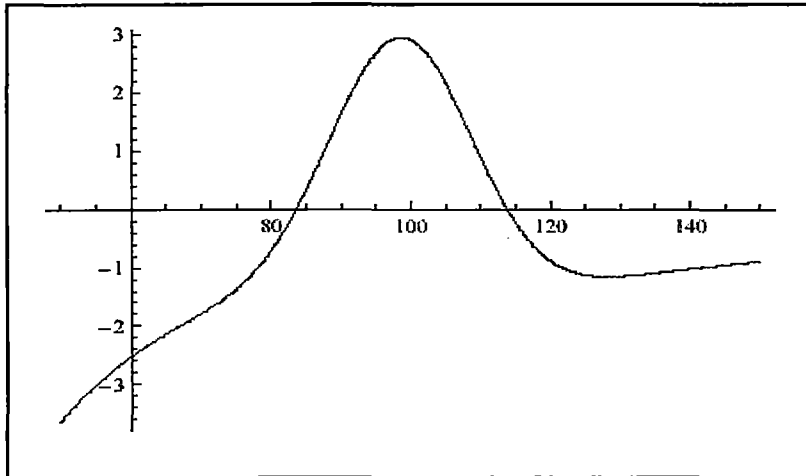


Figura 25 $\mu = 100$ $\sigma = 20$ $C_{pv}/C_{cor} = 2.2$

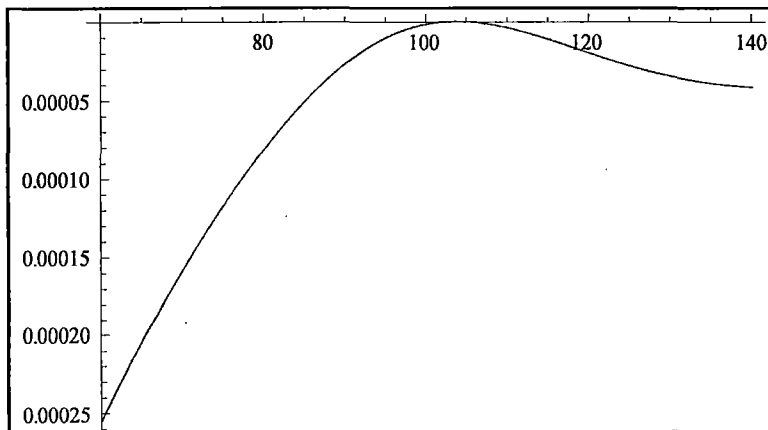


Figura 26 $\mu = 100$, $\sigma = 20$ y $C_{pv}/C_{cor} = 1.6$

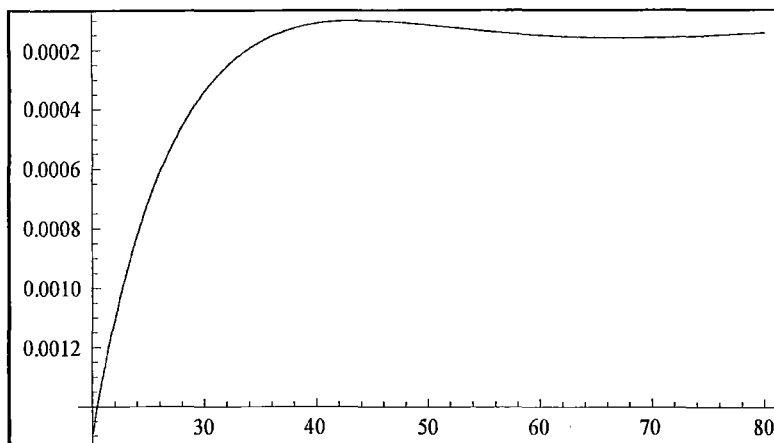


Figura 27 $\mu= 30, \sigma= 20$ y $C_{prv}/C_{cor} = 2.2$

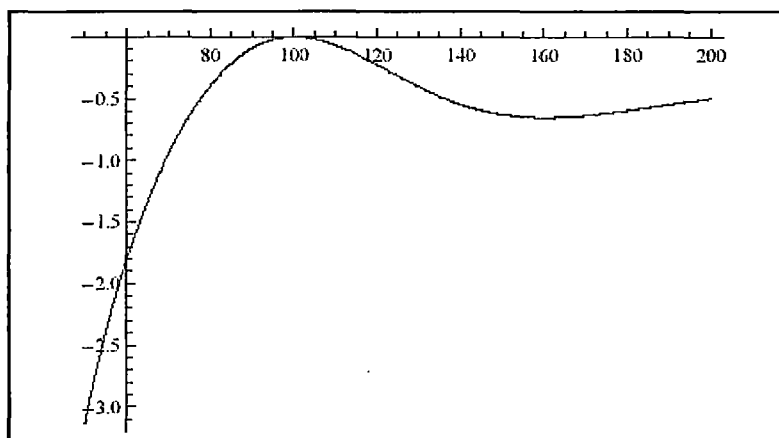


Figura 28 $\mu= 100, \sigma= 30$ y $C_{prv}/C_{cor} = 2.2$

De la figuras comprobamos que mientras la derivada cruce el eje X en 2 valores, existirá un mínimo y máximo local, entonces por teoría de derivadas se puede determinar que cuando la derivada es 0 existe un mínimo local en ese punto.

Por lo tanto la función tendrá un mínimo local siempre y cuando la función derivada cruce el eje X por lo menos una vez. Para tal fin, considerando que el primer miembro de la ecuación (6) es mayor que 0, tenemos que debe cumplirse la siguiente condición:

$$\exists x \in \mathbb{R} / \frac{dC_t(x)}{dx} \geq 0$$

$$\frac{\left(\frac{C_{cor}}{C_{prv}} - 1\right) norm(x, \mu, \sigma)}{x} \geq \frac{1}{x^2} + \frac{\left(\frac{C_{cor}}{C_{prv}} - 1\right) norm(x, \mu, \sigma)}{x^2}$$

Simplificando y factorizando:

$$\left(\frac{C_{cor}}{C_{prv}} - 1\right) norm(x, \mu, \sigma)(x - 1) \geq 1 \dots (7)$$

Reemplazando la ecuación normal en (7)

$$\left(\frac{C_{cor}}{C_{prv}} - 1\right) \frac{e^{\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}}{\sigma\sqrt{2\pi}} (x - 1) \geq 1$$

Como $D(x)$ alcanza su máximo valor cuando $x = \mu$ entonces tenemos que la función tendrá un mínimo local si se cumple que:

$$\left(\frac{C_{cor}}{C_{prv}} - 1\right) \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} (\mu - 1) \geq 1$$

Entonces utilizando las fórmulas (A) y (B) para la operación "Reparación de Alternador":

$$T_k = \frac{(188 + 75 + 240 + 75 + 153 + 93 + 131 + 64 + 203 + 213)}{10} = 143.5$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 65.11$$

$$C_{prv} = 40$$

$$C_{cor} = 180$$

$$\frac{C_{cor}}{C_{prv}} = \frac{180}{40} = 4.5$$

Reemplazando en (B)

$$\left(\frac{C_{cor}}{C_{prv}} - 1\right) \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} (\mu - 1) = \frac{(4.5 - 1)(143.5)}{(65.11)(2.51)} = 3.07 \geq 1$$

4.5 DISEÑO DE FORMATOS DE CONTROL

4.5.1 Orden de trabajo

La orden de trabajo (Figura 29) será registrada por el personal que ejecuta el mantenimiento y firmada por aquel que culmina el trabajo, en ella se ingresarán los siguientes datos:

- Fecha de Inicio de las Actividades
- Hora de Inicio de las Actividades
-
- El código de la Actividad
- El tipo de Mantenimiento Efectuado
- Si la actividad es Contratada o Interna
- Los operarios que trabajaron en la actividad
- El tiempo de trabajo efectivo de la actividad
- Suministros usados
- Fecha y Hora del Fin de las Actividades

ORDEN DE TRABAJO

FECHA INICIO		HORA INICIO		Nº DE ORDEN	XXXX- XXXXXX
--------------	--	-------------	--	-------------	--------------

PADRON DE VEHÍCULO	
CODIGO DE ACTIVIDAD	

PLACA	
-------	--

TIPO DE MANTENIMIENTO	<input type="checkbox"/> Preventivo Sistemático	<input type="checkbox"/> Correctivo Planificado
	<input type="checkbox"/> Correctivo Emergencia	<input type="checkbox"/> Reglamentario
	<input type="checkbox"/> Actividad Interna	<input type="checkbox"/> Actividad Contratada

MANO DE OBRA

FECHA	OPERARIO	HORA INIC	HORA FIN	HORAS

ACTIVIDAD CONTRATADA		CODIGO	
----------------------	--	--------	--

DESCRIPCION:

SALIDA DE MATERIALES

FECHA	CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	IMPORTE

FECHA FIN		HORA FIN	
-----------	--	----------	--

APROBACIÓN DE EMISIÓN

CULMINACIÓN DE TRABAJO

Fuente: Elaboración Propia

Figura 29 Formato de Orden de Trabajo

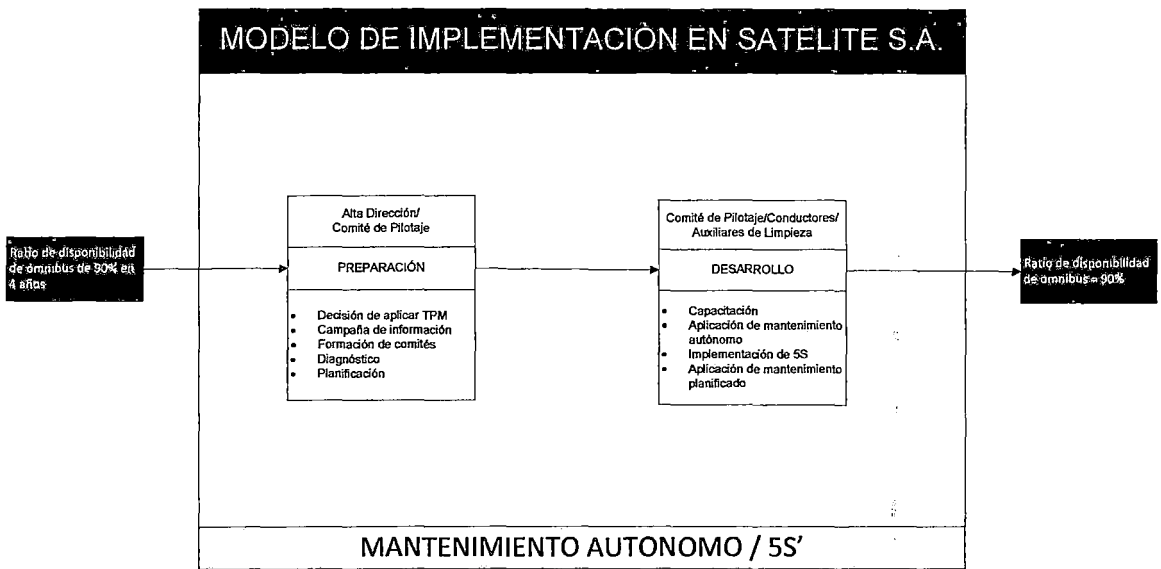
4.5.2 Ficha de Automantenimiento

La ficha de automantenimiento (Figura 30) de vehículos será registrada por los conductores de vehículos, en ella se ingresará información respecto una inspección básica de los componentes que en ella figuran, el conductor de vehículo será encargado de evaluar, si es que él mismo puede reparar la fallas, en caso de no poder, se harán las observaciones respectivas y será catalogado como una falla con acción correctiva pendiente, también aplica en el control histórico de los kilómetros recorridos para cada ómnibus.

4.6 IMPLEMENTACION DEL SISTEMA

4.6.1 Implementación de Automantenimiento y 5'S

El modelo de sistema de mantenimiento propuesto se complementa con la implementación de automantenimiento y 5'S, se siguió un modelo representada en la Figura 31, para ello se definieron dos fases, la Preparación y Desarrollo.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 31 Modelo de Implementación de Automantenimiento y 5'S

Cada fase se realizó por etapas, en las cuales se describe la metodología a seguir para su implementación, las etapas se detallan en la Figura 32

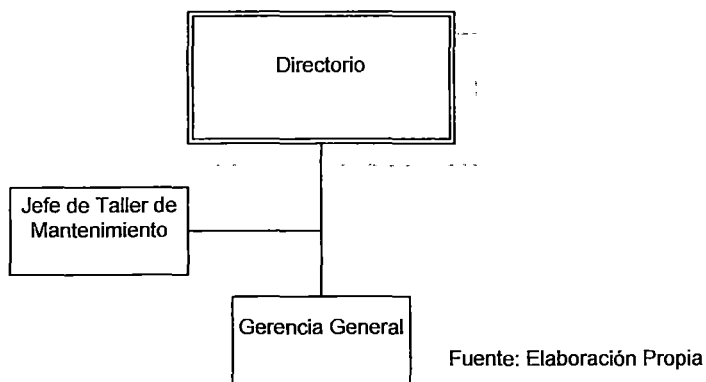
ETAPAS	
PREPARACIÓN	Decisión de la dirección de aplicar el TPM como proyecto de empresa
	Campaña de información-formación técnica
	Crear la estructura de animación y pilotaje TPM
	Diagnóstico de la situación de partida. Indicadores de progresos técnicos, organización
	Redacción de un plan tipo. Lineas de acción/objetivos
DESARROLLO	Desarrollo del automantenimiento
	Desarrollo del mantenimiento programado

Fuente: Elaboración Propia

Figura 32 Fases de Implementación de Automantenimiento y 5'S

4.6.1.1 Etapa 1: Decisión de la Dirección

Para estructurar el comité de dirección de la implementación del sistema de Automantenimiento se asignó responsabilidades y funciones al Directorio, a la Gerencia General y al Jefe de la Unidad de Mantenimiento, como se aprecia en



Fuente: Elaboración Propia

Figura 33 Comité de Dirección de Implementación

la Figura 33.

Estará encabezada por el Directorio de la empresa, el cual define los objetivos y meta para la implementación, apoyados del especialista y líder de la implementación que recae sobre el Jefe de la Unidad de Mantenimiento, todo esto aprobado y monitoreado por la Gerencia General y el mismo Directorio de la empresa.

La implementación está limitada para el servicio de Operaciones en Ruta (servicio de transporte urbano en el Cercado de Lima), es decir involucra a la flota de vehículos, taller mecánico y personal circunscrito en este servicio.

En la Figura 34 se aprecia un resumen de los principales pilares de para la implementación.

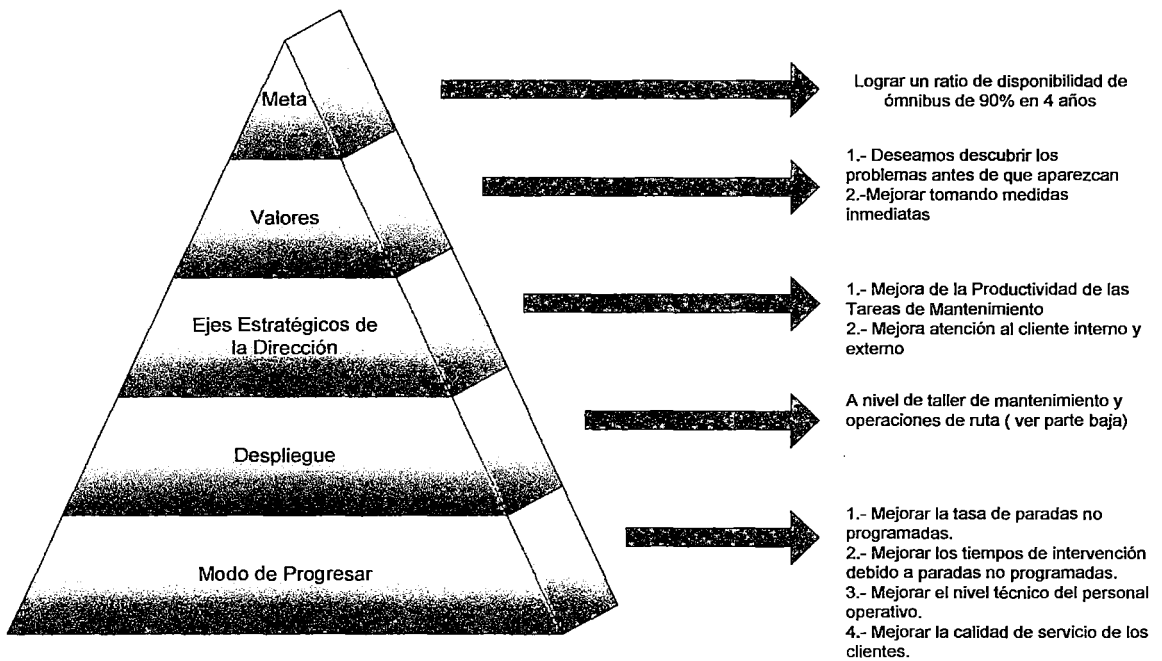


Figura 34 Pilares de la Implementación de Automantenimiento y 5'S

En la toma de decisión de esta implementación el comité de dirección estableció metas, objetivos, valores y ejes estratégicos.

La meta se definió de la siguiente manera:

“Lograr un ratio de disponibilidad de vehículos de 90% en 4 años”

Como valores se tomarán:

- Deseamos descubrir los problemas antes de que aparezcan.
- Mejorar tomando medidas inmediatas.

Tomando como ejes estratégicos de la dirección:

- Mejora de la Productividad de las Tareas de Mantenimiento
- Mejora atención al cliente interno y externo

Mientras la manera de alcanzar la meta, se dirige hacia:

- Disminuir la tasa de paradas no programadas.
- Disminuir los tiempos de intervención debido a paradas no programadas.
- Mejorar el nivel técnico del personal operativo.
- Mejorar la calidad de servicio de los clientes internos y externos.

4.6.1.2 Etapa 2: Información y Formación a la Empresa

En esta etapa se debe conseguir toda la adhesión de la organización, para ello se realizará una charla informativa a los miembros de SATELITE S.A., esta es liderada por el animador de pilotaje, responsabilidad tomada por el Jefe de la Unidad de Mantenimiento, y dirigida hacia toda la organización y se enfoca en informar las fases de la implementación.

Para tal fin se utiliza medios escritos para transmitir los principales eventos en el desarrollo de la implementación, estos incluyen a la visualización de indicadores, la política establecida por la dirección, entre otros. La información se muestra en un mural ubicado cercana a la sala de reuniones y otra fuera de los vestuarios de los conductores.

Los documentos que se presentan tenemos los siguientes:

- Política de la Implementación en SATELITE S.A. (Figura 35)
- Pilares y Objetivos de la Implementación. (Figura 36)

URBANITO

**POLITICA DE PROYECTO DE MANTENIMIENTO
AUTÓNOMO EN SATELITE S.A.**

Para la toma de decisión de implementar Mantenimiento Autónomo en Satélite S.A. el comité de dirección estableció metas, objetivos, valores, ejes estratégicos, así como la manera de alcanzarlo.

La meta se definió de la siguiente manera:

"Lograr un ratio de disponibilidad de vehículos de 90% en 4 años"

Como valores se tomarán:

- Deseamos descubrir los problemas antes de que aparezcan
- Mejorar tomando medidas inmediatas

Tomando como ejes estratégicos de la dirección:

- Mejora de la Productividad de las Tareas de Mantenimiento
- Mejora atención al cliente interno y externo

Mientras la manera de alcanzar la meta, se dirige hacia:

- Mejorar la tasa de paradas no programadas.
- Mejorar los tiempos de intervención debido a paradas no programadas.
- Mejorar el nivel técnico del personal operativo.
- Mejorar la calidad de servicio de los clientes.

Es compromiso de toda nuestra empresa colaborar, con el desarrollo y alcance de este proyecto que mejorará el desempeño operativo de nuestra flota y nos llenará de satisfacción en nuestras labores.

Lima, Enero 2010

FASES DE PROYECTO DE MANTENIMIENTO AUTONOMO EN SATELITE S.A

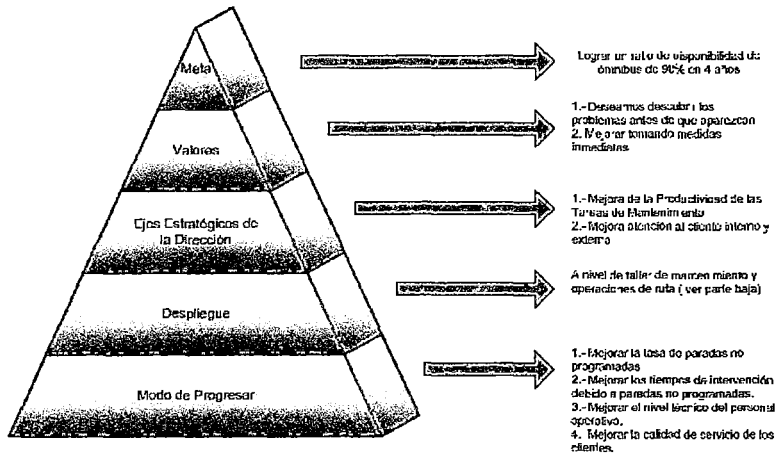


Figura 36 Fases de la Implementación de Mantenimiento Autónomo

El equipo de pilotaje se encarga de actualizar los murales informativos, para comunicar eventos del proyecto como son:

- La mención de la dirección de construir y desarrollar un proyecto de automantenimiento en Satélite S.A.
- Estructura de pilotaje general.
- Estrategia y objetivos generales a alcanzar, junto con el tablero de control y el seguimiento a través de indicadores
- Alcance de objetivos.
- Otros

4.6.1.3 Etapa 3: Designar y poner en marcha la Estructura de Pilotaje

Esta etapa se formalizan las normas de funcionamiento y organización que permitan el desarrollo y monitoreo de la implementación del automantenimiento y 5S'.

En la Figura 37, se visualiza la estructura del equipo de pilotaje.

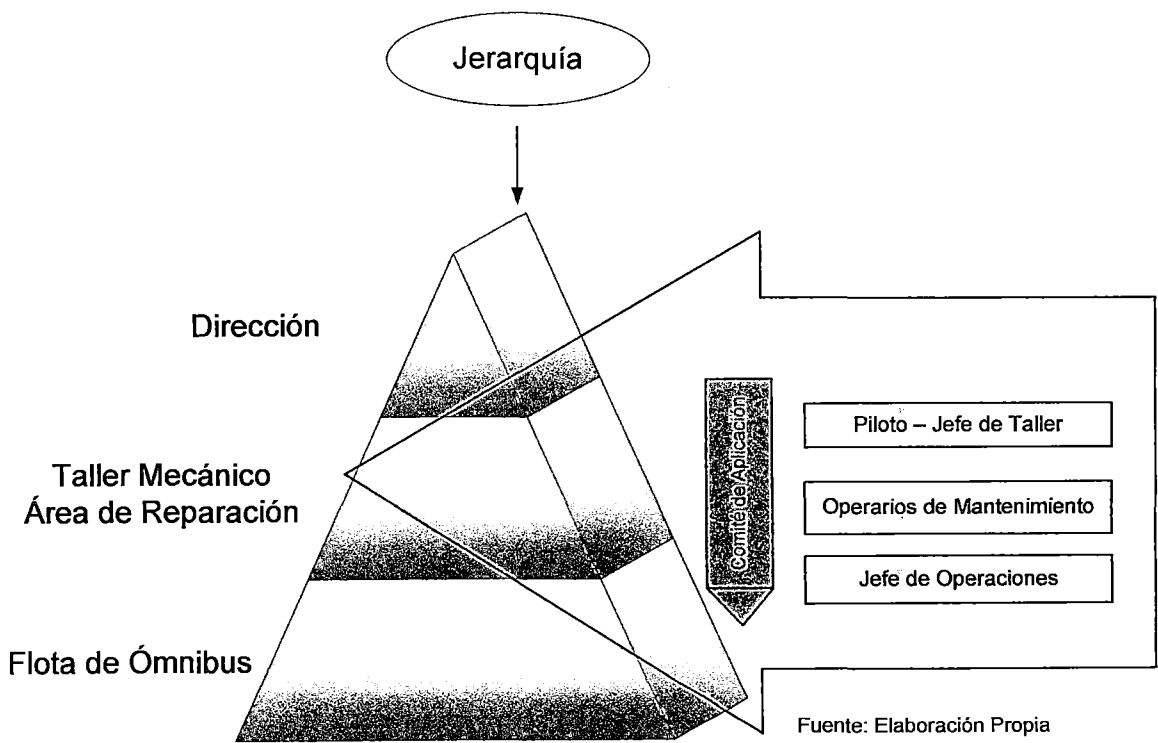


Figura 37 Integrantes y alcance del Equipo de Pilotaje

La Tabla 13 describe al Equipo de Pilotaje, identifica a los miembros, la cantidad y su puesto dentro del equipo.

Tabla 13 Estructura del Equipo de Pilotaje

Miembro del Equipo	Cantidad	Puesto
Jefe de taller de mantenimiento	1	Animador de Pilotaje
Operarios de Mantenimiento	2	Coordinador de Pilotaje
Jefe de Operaciones	1	Coordinador de Pilotaje

La función principal de la célula ó equipo de pilotaje es el de asegurar la implementación de automantenimiento y 5'S, para ello se debe cumplir con las siguientes tareas:

- Información y difusión de la metodología de la implementación a la organización.
- Extender y validar las informaciones de resultados
- Dar criterios y dirigir el avance de cada etapa en las zonas de acción de la implementación de automantenimiento y 5'S.

La célula de pilotaje debe recibir un programa de formación, se diseñó una capacitación de 8 días, se presenta un cronograma mostrado en la Figura 33.

PROGRAMA DE FORMACIÓN- CÉLULA DE PILOTAJE		DIAS								
ETAPA	TAREA	1	2	3	4	5	6	7	8	
Metodología	La posición del automantenimiento y 5S' en el marco de la calidad total									
	El método de implementación de automantenimiento y 5S' a través de sus etapas									
	La medida de indicadores									
Resultados	Elección de un lugar piloto									
	Análisis del sistema de medida de indicadores									

Figura 38 Programa de Formación del Equipo de Pilotaje

Los lugares físicos para la implementación, son los siguientes:

- Taller de mantenimiento, donde se ubican las herramientas, instrumentos, repuestos, etc.
- Área de reparación, lugar donde se realizan los procedimientos operativos para los respectivos mantenimientos que necesitan la flota de ómnibus.
- Flota de vehículos, unidades de transporte que brindan el servicio de transporte urbano.

Para la presente tesis las zonas piloto de la implementación son la flota de ómnibus y el taller de mantenimiento.

4.6.1.4 Etapa 4: Diagnóstico de la Situación o Estado de los Lugares

Para esta etapa se describe la situación actual de las áreas, así como el estado de la flota de ómnibus, el estado del taller de mantenimiento, el inventario de herramientas y equipos. La evaluación por deméritos de mantenimiento brinda la siguiente información acerca de los estados actuales de los lugares de aplicación de la implementación:

Estado Actual de Taller de Mantenimiento

- No existe almacén de repuestos.
- Manejo inadecuado de los espacios.
- No encontramos elementos de seguridad.
- Señalización deficiente para zonas de seguridad.
- Las herramientas no están bien cuidadas.
- Las herramientas no se encuentran clasificadas
- Las herramientas no se guardan ordenadamente.
- El taller se encuentra sucias y desordenadas.

Estado Actual de Área de Reparación

- No se identifican las zonas de trabajo para cada tipo de tarea.
- No encontramos elementos de seguridad.
- Señalización deficiente para zonas de peligro.

- El área de trabajo se encuentran sucias y desordenadas. (Véase Figura 39)

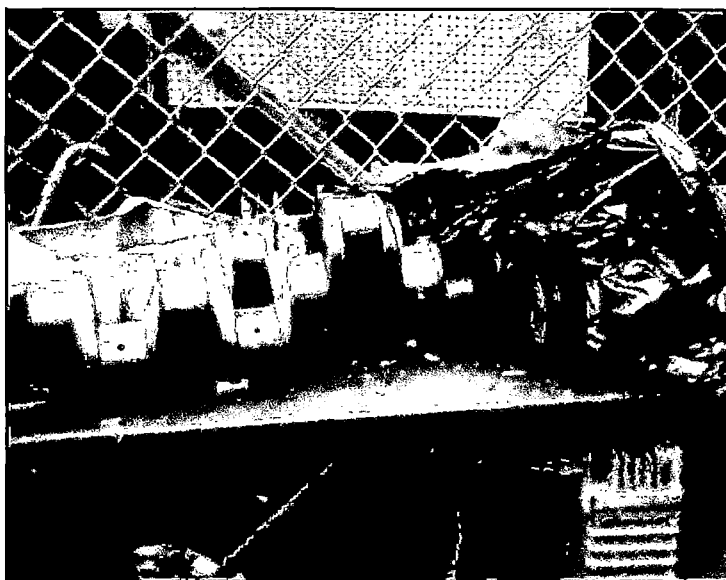


Figura 39 Cigüeñal Reparado en condiciones deficientes

Estado Actual de Flota de Ómnibus

- Los focos no se encuentran operativos.
- Las micas de seguridad no están colocadas y se encuentran en mal estado.
- Los asientos se encuentran desgastados.
- Los espejos están deteriorados y mal ajustados.
- La limpieza de los buses no es la apropiada, presenta deterioro de tablero y mobiliario.
- Deficiente presión en neumáticos.

Para reconocer el estado actual del taller de mantenimiento, el área de reparación y la flota de vehículos se utilizan el formato Estado de Áreas de Trabajo (Anexo C).

Se realizará la clasificación de los problemas identificados, se trabaja con la distribución contenida en la Tabla 14.

Tabla 14 Problemas Identificados

ÁREAS DE ACCIÓN		PROBLEMAS IDENTIFICADOS	
Código	Descripción	Código	Descripción
A	Estado Actual de Taller de Mantenimiento	A1	No existe almacén de repuestos.
		A2	Manejo inadecuado de los espacios.
		A3	No encontramos elementos de seguridad.
		A4	Señalización deficiente para zonas de seguridad.
		A5	Las herramientas no están bien cuidadas.
		A6	Las herramientas no se encuentran clasificadas
		A7	Las herramientas no se guardan ordenadamente.
		A8	El taller se encuentra sucias y desordenadas.
B	Estado Actual de Área de Reparación	B1	No se identifican las zonas de trabajo para cada tipo de tarea.
		B2	No encontramos elementos de seguridad.
		B3	Señalización deficiente para zonas de peligro.
		B4	El área de trabajo se encuentran sucias y desordenadas.
		B5	No se identifican las zonas de trabajo para cada tipo de tarea.
C	Estado Actual de Flota de Ómnibus	C1	Los focos no se encuentran operativos.
		C2	Las micas de seguridad no están colocadas y se encuentran en mal estado.
		C3	Los asientos se encuentran desgastados.
		C4	Los espejos están deteriorados y mal ajustados.
		C5	La limpieza de los buses no es la apropiada, presenta deterioro de tablero y mobiliario.
		C6	Deficiente presión en neumáticos.

En esta etapa se requiere del despliegue de los objetivos de la implementación, para ello se diseño una tabla de seguimiento, ver Tabla 15, se muestra los indicadores y sus respectivos valores de años anteriores, casillas para registros por mes y el valor objetivo a alcanzar.

Tabla 15 Indicadores de Seguimiento

EJE ESTRATÉGICO	INDICADORES	MEDIA		RESULTADOS MENSUALES												OBJETIVO AÑO 1	
		Año 0	Año 1	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic		
Productividad de tareas de Mantenimiento	- Tiempos de Intervención debido a paradas no programadas.																
Mejora al cliente externo e interno	- Comodidad, Confort de pasajeros - Nivel de equipamiento del taller de mantenimiento																

Los indicadores se agruparon de acuerdo al eje estratégico de acción en la Tabla 16 su forma de cálculo, así como los principales parámetros de estos.

Tabla 16 Cálculo de Indicadores

EJE ESTRATÉGICO	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	MODO DE CÁLCULO	PERÍODO DE MEDICIÓN
Productividad de tareas de Mantenimiento	- Tiempos de Intervención debido a paradas no programadas.	días	Promedio de Tpo de Intervención Paradas No Programadas	Mensual
Mejora al cliente externo e interno	- Comodidad, Confort de pasajeros	Adimensional (%)	Clientes Satisfechos/Total clientes	Anual
	- Nivel de equipamiento del taller de mantenimiento	Adimensional (%)	Muy Malo, Malo, Regular, Bueno, Muy Bueno	Anual

El seguimiento de los indicadores se realizará a través de las fichas históricas de los vehículos, esto para el eje estratégico de la producción de las tareas de mantenimiento. Para el seguimiento de los indicadores correspondientes al eje de Mejora al cliente interno y externo se realizará mediante la realización de encuestas anuales.

4.6.1.5 Etapa 5: Elaboración del Programa de Acciones

En esta etapa se busca solucionar los problemas identificados, se realiza un conjunto de procesos para la definición de los planes en cada área, en la Figura 40 se aprecia el flujo.

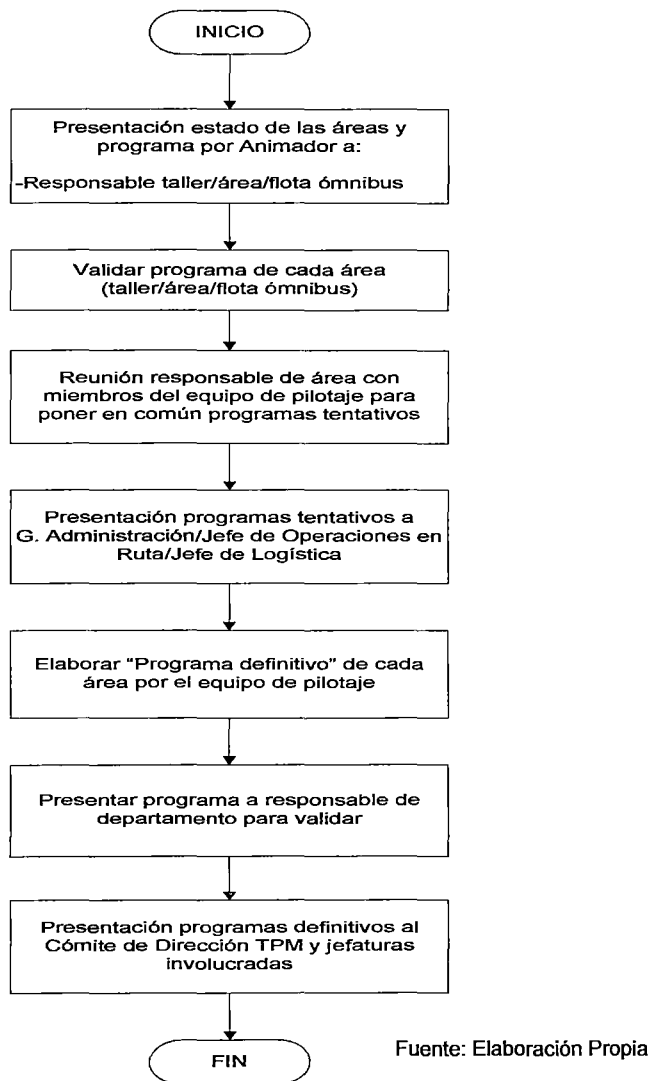


Figura 40 Programa de acciones propuesto

En la implementación, tanto en Automantenimiento o 5'S, se debe trabajar todas las observaciones y planes de acción y construir un programa definitivo, a continuación en la Tabla 17 se describe el programa tentativo para el taller de mantenimiento:

Tabla 17 Programa de Acciones para el Taller de Mantenimiento

Temas	Acción	Recursos estimados necesarios-previsiones					
		Organización	Carga	Indicadores		Planif. Prev Sem.	
			D/S	Actual	Objetivo	Comienzo	Fin
Taller de Mantenimiento A6 Las herramientas no se encuentran clasificadas A7 Las herramientas no se guardan ordenadamente. A8 Las zonas del taller se encuentran sucias y desordenadas.	Sensibilización	1 Animador de Pilotaje	8 h/s			Semana 1	Semana 2
	1ra etapa - implantación "Seiri"					Semana 3	
	Identificar elementos Innecesarios	1 Responsable taller de Mmto		Elementos			
	Plan de acción para retirar los elementos innecesarios	1 Coordinador de Pilotaje	16 h/s	Innecesarios	0		Semana 6
	2da etapa - implantación "Seiton"						
	Uso de controles visuales	1 Responsable taller de Mmto				Semana 7	
	Marcación de la ubicación	2 Técnico de Mmto	16 h/s		Zonas		
	Identificar los contornos	1 Coordinador de Pilotaje			Marcadas		Semana 8
	3ra etapa - implantación "Seiso"					Semana 9	
	Jornada de limpieza	1 Técnico de Mmto			Plan de Mmto de Limpieza		
	Planificar el mantenimiento de limpieza	1 Auxiliar de Limpieza	20 h/s		Manual de Limpieza		
	Preparar el manual de limpieza	1 Coordinador de Pilotaje					Semana 13
	Preparar elementos para limpieza						
Implantación de limpieza							
4ta etapa - implantación "Seiketsu"							
Asignar trabajos y responsabilidades	1 Responsable taller de Mmto	4 h/s		Responsabilidades Asignadas	Semana 14	Semana 15	
5ta etapa - implantación "Shitsuke"							
Capacitación	1 Animador de Pilotaje 1 Coordinador de Pilotaje 15 Choferes 2 Técnicos de Mmto 2 Auxiliares de Limpieza	8 h/s			Semana 16	Semana 20	

4.6.1.6 Etapa 6: Desarrollo del Automantenimiento y de 5'S

Para el alcance de los objetivos de los ejes estratégicos, se tiene que lograr una relación directa entre las zonas de implementación y la aplicación de metodologías, la Figura 41 muestra la relación entre ellas. La metodología de aplicación para el taller de mantenimiento y la zona de reparación es la de 5'S pues estas zonas es necesario crear una política de orden y limpieza, ello permite una mejor disposición de herramientas, equipos, repuestos para las distintas actividades de mantenimiento que se realizan; mientras que para la flota de buses una política de mantener por los mismo conductores permite un sistema con mayor nivel de monitoreo de averías y prevención de las mismas.

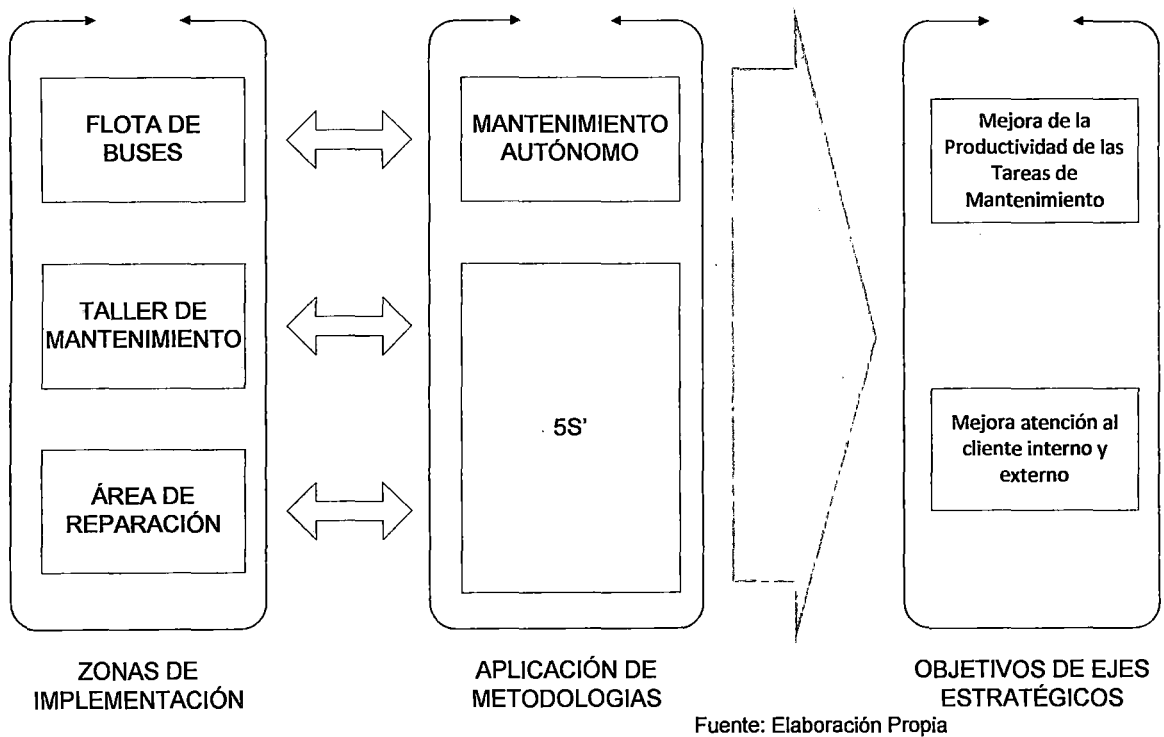


Figura 41 Metodologías y zonas de implementación de Automantenimiento y 5'S

4.6.1.6.1 Implementación de Automantenimiento

En las actividades de automantenimiento se realiza una serie de inspecciones rutinarias que consisten en actividades de limpieza, controles visuales, lubricación de puntos de engrase, pequeños ajustes y operaciones de mantenimiento elemental, entre otros. La implementación toma un periodo de 8 semanas, la Tabla 18 muestra las actividades a realizar.

Tabla 18 Cronograma de Implementación de Automantenimiento

PROGRAMA DE AUTOMANTENIMIENTO - FLOTA DE BUSES			SEMANAS							
Nº	ACTIVIDADES	PARTICIPANTES	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Información y comunicación al personal (Automantenimiento y Autocontrol)	- Plana de Conductores - Comité de Pilotaje								
2	Desarrollo de metodología de Automantenimiento	- Comité de Pilotaje								
3	Capacitación la personal operativo (Plana de Conductores)	- Plana de Conductores - Comité de Pilotaje								
4	Puesta en Marcha	- Plana de Conductores - Comité de Pilotaje								

En la primera actividad se realizan dos charlas informativas para informar a los conductores sobre el alcance, los objetivos y el modo de cómo el automantenimiento mejora las condiciones operativas de los vehículos, incrementado los tiempos de operatividad de los mismos debido a la reducción de las paradas no programadas (mejoras operativas y de mantenimiento); además de contar con mejores condiciones de lugar de trabajo (mejora de atención al cliente interno y externo).

Para la segunda actividad, el comité de pilotaje aplica la metodología para definir las actividades de automantenimiento que se realizan en la flota de vehículos, el procedimiento se para esto se muestra en la Figura 42.

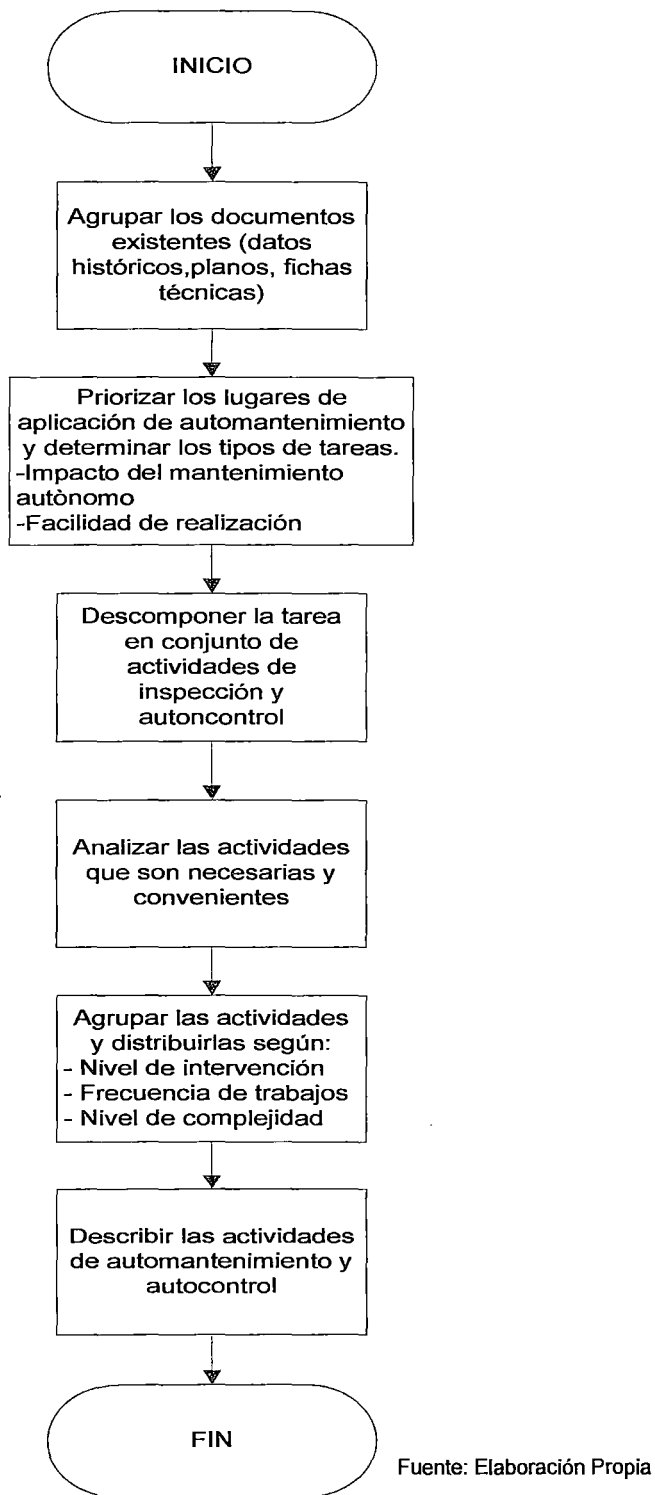


Figura 42 Flujo de Actividades de Automantenimiento

Como resultado de este ejercicio se determinan las siguientes tareas, que se han clasificado en rubros, estas son:

- Limpieza
- Engrase y Lubricación
- Luces y Faros
- Frenos
- Motor
- Neumáticos
- Puertas y Escotilla
- Mobiliario
- Tablero

En el control y seguimiento de anomalías para estos rubros se utiliza una Ficha de Automantenimiento, en este formato se registra el cumplimiento y los defectos que presente el vehículo.

En cada uno de los rubros se determinan actividades de automantenimiento y/o autocontrol, en la presente tesis se detalla el desarrollo para el rubro de neumáticos.

Los registros de fallas históricas de neumáticos para la flota de vehículos, ver Anexo H, muestra que la frecuencia de cambios de neumáticos es regular, por tanto el tipo de tarea de automantenimiento que se realiza mediante inspecciones, las actividades que se realizan son las siguientes:

- Medir la profundidad de las cocadas en los neumáticos.
- Medir la presión de los neumáticos.
- Verificar la posición de las tuercas en el aro del neumático.

Estas actividades de inspección no requieren un alto nivel técnico para su operación, además permite tener actualizado el estado de los neumáticos, de acuerdo a los parámetros límites que se establezcan se conocerá cuando es el momento óptimo para que el neumático pase por un proceso de reencauche y mantener un estado óptimo para su operación, los valores fijados para estas actividades de inspección figuran en la Tabla 19.

Tabla 19 Valores Prefijados para inspección de neumáticos

MEDICIÓN	VALOR PREFIJADO
Profundidad de cocadas neumáticos aro 16"	5 mm
Presión en neumáticos aro 16"	100 p.s.i.

El valor prefijado para la profundidad de las cocadas el neumático debe pasar por un proceso de reencauche cuando la profundidad de la cocada del neumático llegue a ser menor o igual a 5 mm, para la medición se utiliza un calibrador Vernier.

Para la toma de la presión de los neumáticos estos se realiza mediante un manómetro que se coloca en el pistón del neumático.

La posición de los tuercas respecto al aro debe iniciarse con el primer ajuste que se realice al aro, una vez ubicados en su posición de ajuste se pintarán con una línea continua. La inspección a realizar es el verificar que los puntos de

pintura de la tuerca y el aro sean continuas, cuando no lo sean se debe realizar el ajuste correspondiente hasta que se alineen nuevamente.

Complementando las actividades de inspección se asigna actividades de autocontrol que permitan una mayor utilidad al neumático, las actividades son las siguientes:

- Evitar que los vehículos transiten por zonas accidentadas.
- No inflar de forma excesiva o baja los neumáticos, ello desgasta la banda de rodamiento originada por el desgaste de los bordes exteriores de los mismos.

Estas actividades descritas (automantenimiento y autocontrol) las realizan la plana de conductores, no se requiere de un alto nivel técnico para realizarlas, la periodicidad de estas será al inicio de cada turno de trabajo de los conductores, 15 minutos antes, esto será a las 7:15 a.m. y 3:15 p.m., el control de estas actividades se registra en la Ficha de Automantenimiento de cada vehículo.

Las actividades de automantenimiento y autocontrol establecidos para el rubro de neumáticos, se resumen en la Tabla 20.

Tabla 20 Actividades de Automantenimiento para los Neumáticos

RUBRO	TIPO DE ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	PÉRIODICIDAD	RESPONSABLE	VALOR PREFIJADO
NEUMÁTICOS	ACTIVIDAD DE AUTOMANTENIMIENTO	• Medir la profundidad de las cocadas en los neumáticos.	Turno	Conductor de Omnibús	5 mm
		• Medir la presión de los neumáticos.	Turno	Conductor de Omnibús	100 p.s.i.
		• Verificar la posición de las tuercas en el aro del neumático.	Turno	Conductor de Omnibús	
	ACTIVIDAD DE AUTOCONTROL	• Evitar que el bus transite por zonas accidentadas. • No realizar un inflado excesivo o por el contrario un bajo inflado de los neumáticos		Conductor de Omnibús	

4.6.1.6.2 Implementación de Plan 5'S

En el taller de mantenimiento (Figura 43) se aplica la metodología 5'S, para el cual se aplica el siguiente plan de acción.



Figura 43 Taller Mecánico

Planificación de las etapas

La implantación 5's propuesta para el taller de mantenimiento se planifico para llevarse a cabo durante 20 semanas, en la tabla 21 se han definido tiempos de implantación para cada una de las etapas.

Tabla 21 Programa de Implementación de 5'S

ACCIÓN	TIEMPO ASIGNADO
SENSIBILIZACIÓN	2 semanas
SEIRI	4 semanas
SEITON	2 semana
SEISO	5 semanas
SEIKETSU	2 semanas
SHITSUKE	5 semanas
TOTAL	20 semanas

Se han definido los siguientes pasos y elementos para cada acción:

Sensibilización

Se organizan reuniones y charlas de sensibilización para exponer las ventajas de la aplicación de las 5's en el trabajo diario y las herramientas que es necesario conocer para un plan 5's exitoso.

1ra etapa – implantación “Seiri”

Esta primera 'S' consiste en separar lo que es necesario dentro del taller de lo que no lo es y disponer de lo que no es útil. Para lo cual se propone seguir los siguientes pasos:

Paso N° 1: Identificar Elementos Innecesarios

El primer paso en la implantación del Seiri consiste en la identificación de los elementos innecesarios, estos pueden incluir:

- Restos de Repuestos inservibles
- Herramientas averiadas o en desuso
- Materiales no propios del taller
- Empaques y basura en general.

En este paso se emplearan los siguientes mecanismos:

Lista de Elementos Innecesarios

La lista de elementos innecesarios se diseñó durante la fase de preparación. La lista permite registrar el elemento innecesario, su ubicación, cantidad encontrada, posible causa y acción sugerida para su eliminación. Esta lista será completada por el responsable del taller durante el tiempo en que se ha decidido realizar la implantación del Seiri.

Tarjetas de Color

Este tipo de tarjetas permiten marcar que en el sitio de trabajo existe algo innecesario y que se debe tomar una acción correctiva.

Se definen colores para cada tipo de problema identificado, como rojo para material de desecho, verde para material necesario, y cuantos se hayan identificado.

Los colores que se utilizan para identificar los problemas encontrados, se puede apreciar en la Tabla 22.

Tabla 22 Descripción de Tarjetas de Control

ROJO	Representa todos los materiales innecesarios que pueden ser considerados como deshecho o basura.
VERDE	Representa todos los materiales realmente necesarios, tales como herramientas de uso diario, o repuestos de cambio cotidiano.
AMARILLO	Representa los materiales de dudosa utilidad, los cuales serán evaluados a lo largo de la implementación de esta etapa.

Las preguntas habituales que se deben hacer para identificar si existe un elemento innecesario son las siguientes:

- ¿Es necesario este elemento?
- Si es necesario, ¿es necesario en esta cantidad?
- Si es necesario, ¿tiene que estar localizado aquí?

Una vez marcados los elementos se procede a registrar cada tarjeta utilizada en la lista de elementos innecesarios. Esta lista permite posteriormente realizar un seguimiento sobre todos los elementos identificados. Se debe realizar una reunión donde se decida qué hacer con los elementos identificados, en la cual participan los encargados del Taller, así como la Gerencia.

En la reunión se toman las decisiones para cada elemento identificado. Algunas acciones son simples, como guardar en un sitio, eliminar si es de bajo coste y no es útil o moverlo a un almacén.

En caso de elementos de los cuales se tengan dudas sobre su necesidad, se mantienen en el lugar y se evalúa su frecuencia de uso, para posteriormente tomar la decisión de eliminarlo o mantenerlo.

Criterios para Asignar Tarjetas de Color

- La necesidad del elemento en las actividades del taller. Los elementos necesarios se mantienen en el área especificada. Los elementos no necesarios se desechan o almacenan en lugar diferente.
- Frecuencia con la que se necesita el elemento. Si es necesario con poca frecuencia puede almacenarse fuera del área de trabajo.
- Cantidad del elemento necesario para realizar el trabajo. Si es necesario en cantidad limitada el exceso puede desecharse o almacenarse fuera del área de trabajo.

Características de las Tarjetas

Las tarjetas utilizadas pueden ser de diferentes tipos:

- Una ficha con un número consecutivo.
- Tarjetas de colores intensos.
- Las tarjetas contendrán la siguiente información:
 - Nombre del elemento innecesario
 - Cantidad
 - Porqué se cree que es innecesario

- Porqué se decidió mantenerlo en el sitio
- Plan de acción sugerido para su eliminación

Paso N° 2: Plan de Acción para retirar los Elementos Innecesarios

En caso puedan existir elementos que no se pueden retirar por no tener una decisión clara sobre qué hacer con ellos, para estos materiales se les eliminará gradualmente. En este punto se podrá aplicar la filosofía del Ciclo Deming (PHVA) para desarrollar las acciones que permitan retirarlos. Asimismo se elaborará un plan de acción para retirar los elementos innecesarios según su dificultad de disposición o remoción. El plan contiene los siguientes puntos:

- Mantener el elemento en igual sitio.
- Mover el elemento a una nueva ubicación dentro de la planta.
- Almacenar el elemento fuera del área de trabajo.
- Eliminar el elemento.

Paso N° 3: Control e Informe Final

Se prepara un informe final donde se registre y se informe el avance de las acciones planificadas, como las que se han implantado y los beneficios aportados. Con asistencia del jefe de la Unidad se prepara este documento y se publica en el mural informativo sobre el avance del proceso 5'S.

2da etapa – Implantación “Seiton”

La implantación del Seiton requiere la aplicación de métodos simples y desarrollados por los responsables del taller. Los pasos propuestos son:

Paso N° 1: Uso de Controles Visuales

El control visual se utiliza para informar de una manera fácil entre otros los siguientes temas:

- Lugar donde se encuentran:
 - Herramientas
 - Repuestos
 - Materiales y suministros
 - Componentes en reparación
- Frecuencias de aplicación de tareas de mantenimiento, así como la ejecución de las más simples.
- Estándares sugeridos para cada una de las actividades que se deben realizar en un vehículo o proceso de trabajo.
- Sitio donde deben ubicarse los elementos de aseo, limpieza y residuos clasificados.
- Dónde ubicar la calculadora, carpetas bolígrafos, lápices en el sitio de trabajo.

Los principios a usar para encontrar la ubicación más adecuada para herramientas y materiales son:

- Localizar los elementos en el sitio de trabajo de acuerdo con su frecuencia de uso.
- Los elementos usados con más frecuencia se colocan cerca del lugar de uso.
- Los elementos de uso no frecuente se almacenan fuera del lugar de uso.
- Si los elementos se utilizan juntos se almacenan juntos, y en la secuencia con que se usan.
- Las herramientas se almacenan suspendidas de un resorte en posición al alcance de la mano, cuando se suelta recupera su posición inicial.
- Los lugares de almacenamiento deben ser más grandes que las herramientas, para retirarlos y colocarlos con facilidad.
- Eliminar la variedad de plantillas, herramientas y útiles que sirvan en múltiples funciones.
- Almacenar las herramientas de acuerdo con su función o producto.
- El almacenaje basado en la función consiste en almacenar juntas las herramientas que sirven funciones similares.
- El almacenaje basado en productos consiste en almacenar juntas las herramientas que se usan en el mismo producto. Esto funciona mejor en la producción repetitiva.

Paso N° 2: Marcación de la Ubicación

Una vez decididas las mejores localizaciones, se utilizarán métodos para la identificación de estas localizaciones. Para esto se emplearán:

- Indicadores de ubicación.
- Indicadores de cantidad.
- Letreros y tarjetas.
- Nombre de las áreas de trabajo.
- Localización de stocks.
- Procedimientos estándares.
- Puntos de lubricación, limpieza y seguridad.

Paso N° 3: Identificar Los Contornos

Se usa plantillas de contornos para indicar la colocación de herramientas, elementos de aseo y limpieza, bolígrafos, grapadora, calculadora, etc. En cajones de armarios se puede construir plantillas en espuma con la forma de los elementos que se guardan. Al observar y encontrar en la plantilla un lugar vacío, se puede rápidamente saber cuál es el elemento que hace falta.

3ra etapa – Implantación “Seiso”

El Seiso es implementado siguiendo una serie de pasos que ayudan a crear el hábito de mantener el sitio de trabajo en correctas condiciones. El proceso de implantación se realiza mediante los siguientes pasos:

Paso N° 1: Jornada de Limpieza

En esta jornada se eliminan los elementos innecesarios y se limpian los equipos, muebles, pasillos, armarios, almacenes, etc.

Esta jornada de limpieza ayuda a obtener un estándar de la forma como deben estar los equipos permanentemente. Las acciones Seiso deben ayudar a mantener el estándar alcanzado el día de la jornada inicial.

Esta jornada crea la motivación y sensibilización para iniciar el trabajo de mantenimiento de la limpieza y progresar a etapas superiores Seiso.

Paso N° 2: Planificar el Mantenimiento de Limpieza

El encargado del taller debe asignar responsabilidades de trabajo de limpieza entre el personal involucrado. Esta asignación se debe registrar en un gráfico en el que se muestre la responsabilidad de cada persona.

Paso N° 3: Preparar el Manual de Limpieza

Adicionalmente se elabora un manual de entrenamiento para limpieza. Este manual incluye además del gráfico de asignación de áreas, la forma de utilizar los elementos de limpieza, detergentes, jabones, aire, agua; como también, la

frecuencia y tiempo medio establecido para esta labor. Las actividades de limpieza deben incluir la inspección diaria, las actividades de limpieza que tienen lugar durante el trabajo, y las que se hacen al final del día. Es importante establecer tiempos para estas actividades de modo que lleguen a formar parte natural del trabajo diario.

El manual de limpieza incluye:

- Propósitos de la limpieza.
- Fotografía o gráfico del equipo donde se indique la asignación de zonas o partes del taller.
- Mapa de seguridad del equipo indicando los puntos de riesgo que nos podemos encontrar durante el proceso de limpieza.
- Fotografía del equipo humano que interviene en el cuidado de la sección.
- Elementos de limpieza necesarios y de seguridad.
- Diagrama de flujo a seguir.
- Estándares para procedimientos de limpieza.

Conocer el procedimiento de limpieza permite emplear eficientemente el tiempo. El estándar puede contener fotografías que sirvan de referencia sobre el estado en que debe quedar el equipo.

Paso N° 4: Preparar Elementos para Limpieza

Aquí se aplica el Seiton a los elementos de limpieza, almacenándolos en lugares fáciles de encontrar y devolver. El personal del taller será entrenado sobre el empleo y uso de estos elementos desde el punto de vista de la seguridad y conservación de los mismos.

Paso N° 5: Implantación de Limpieza

Consiste en:

Retirar polvo, aceite, grasa sobrante de los puntos de lubricación, asegurar la limpieza de la suciedad de las grietas del suelo, paredes, cajones, maquinaria, ventanas, etc. Remover capas de grasa y mugre depositadas sobre los equipos, rescatar los colores de la pintura o del equipo oculta por el polvo.

Retirar y limpiar profundamente la suciedad, desechos, polvo, óxido, limaduras de corte, arena, pintura y otras materias extrañas de todas las superficies. No hay que olvidar las cajas de control eléctrico, ya que allí se deposita polvo y no es frecuente por motivos de seguridad, abrir y observar el estado interior.

4ta etapa – Implantación “Seiketsu”

Es la etapa de conservar lo que se ha logrado aplicando estándares a la práctica de las tres primeras "S". Para implantar Seiketsu se requieren los siguientes pasos:

Paso N° 1: Asignar Trabajos y Responsabilidades

Para mantener las condiciones de las tres primeras 'S, cada operario debe conocer exactamente cuáles son sus responsabilidades sobre lo que debe hacer y cuándo, dónde y cómo hacerlo.

Se deberán dar instrucciones sobre las tres 'S a cada persona sobre sus responsabilidades y acciones a cumplir en relación con los trabajos de limpieza y mantenimiento autónomo.

Las ayudas que se emplean para la asignación de responsabilidades son:

- Diagrama de distribución del trabajo de limpieza.
- Manual de limpieza.
- Tablero de gestión visual donde se registra el avance de cada 'S implantada.
- Programa de trabajo Kaizen para eliminar las áreas de difícil acceso, fuentes de contaminación y mejora de métodos de limpieza.

Paso N° 2: Integrar las Acciones Seiri, Seiton y Seiso en los Trabajos de Rutina

El estándar de limpieza de mantenimiento facilita el seguimiento de las acciones de limpieza, lubricación y control de los elementos del taller. Estos estándares ofrecen toda la información necesaria para realizar el trabajo. El mantenimiento

de las condiciones debe ser una parte natural de los trabajos regulares de cada día.

En caso de ser necesaria mayor información, se puede hacer referencia al manual de limpieza preparado para implantar Seiso. Los sistemas de control visual pueden ayudar a realizar relaciones con los estándares. Si un trabajador debe limpiar un sitio complicado en una máquina, se puede marcar sobre el equipo con un adhesivo la existencia de una norma a seguir. Esta norma se ubicará en el tablón de gestión visual para que esté cerca del operario en caso de necesidad. Se debe evitar guardar estas normas en manuales y en armarios en la oficina. Esta clase de normas y lecciones de un punto deben estar ubicadas en el tablero de gestión y este muy cerca del equipo de trabajo.

5ta etapa – Implantación “Shitsuke”

La disciplina no es visible y no puede medirse a diferencia de la clasificación, orden, limpieza y estandarización. Existe en la mente y en la voluntad de las personas y solo la conducta demuestra la presencia, sin embargo, se pueden crear condiciones que estimulen la práctica de la disciplina. Se debe implementar los siguientes principios como parte de su cultura organizacional:

CAPACITACIÓN

Se implementa un sistema de capacitación que eduque mediante el entrenamiento de “aprender haciendo” cada una de las ‘S.

COMPROMISO DE LA DIRECCIÓN

Para crear las condiciones que promueven o favorecen la Implantación del Shitsuke la dirección asumirá el compromiso de cumplir con las siguientes responsabilidades:

- Educar al personal sobre los principios y técnicas de las 5S y mantenimiento autónomo.
- Crear un equipo promotor o líder para la implantación en toda la empresa.
- Asignar el tiempo para la práctica de las 5S y mantenimiento autónomo.
- Suministrar los recursos para la implantación de las 5S.
- Motivar y participar directamente en la promoción de sus actividades.
- Evaluar el progreso y evolución de la implantación en cada área de la empresa.
- Participar en las auditorías de progresos mensuales o bimestrales.
- Aplicar las 5'S en su trabajo.
- Enseñar con el ejemplo para evitar el cinismo.
- Demostrar su compromiso y el de la empresa para la implantación de las 5'S.

EL PAPEL DE LOS TRABAJADORES

Para crear las condiciones que promueven o favorecen la Implantación del Shitsuke a los trabajadores asumirán el compromiso de cumplir con las siguientes responsabilidades:

- Continuar aprendiendo más sobre la implantación de las 5S.
- Asumir con entusiasmo la implantación de las 5'S.
- Colaborar en su difusión del conocimiento empleando las lecciones de un punto.
- Diseñar y respetar los estándares de conservación del lugar de trabajo.
- Realizar las auditorías de rutina establecidas.
- Pedir al jefe de la Unidad el apoyo o recursos que se necesitan para implantar las 5'S.
- Participar en la formulación de planes de mejora continua para eliminar problemas y defectos del equipo y áreas de trabajo.
- Participar activamente en la promoción de las 5'S.

4.6.2 Implementación de Mantenimiento Preventivo Programado

1. Antes de efectuar el despliegue inicial del programa de mantenimiento preventivo, se hará un mantenimiento general orientado únicamente a reparaciones a los vehículos de Ruta, el tiempo asignado para esto es de 30 días calendario y se programarán horarios especiales para efectuar estas operaciones.
2. Asimismo se comienza a llevar un nuevo historial de las fallas de vehículos que será complementado con la base ya existente.
3. Pasados los 30 días después del mantenimiento general se hace la primera programación bimensual de mantenimiento para los equipos utilizando los procedimientos ya mencionados en este documento.
4. Las fallas generadas durante el primer bimestre del período programado, son retroalimentadas al nuevo sistema y se evaluarán la factibilidad de aplicar el mantenimiento preventivo en base a los componentes definidos en el diagrama de Pareto y la fórmula de validación de factibilidad de aplicación de mantenimiento preventivo. Este proceso será repetido cada bimestre.
5. Pasado el primer año de la implementación del sistema de mantenimiento preventivo se vuelve a evaluar todos los componentes y se elabora un nuevo diagrama de Pareto para aplicar las metodologías ya mencionadas para definir un nuevo plan de mantenimiento preventivo.

CAPÍTULO V

EVALUACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

5.1 DEFINICIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN

5.1.1 Generalidades

Para efectos de comprobar la hipótesis sobre la efectividad y conveniencia de la aplicación del presente sistema de mantenimiento, se construyó un modelo de los procesos operativos de la empresa, en base a la información histórica de fallas y los resultados de los análisis anteriormente realizados.

Se escogió simular en base al lenguaje de programación JAVA, se escogió por su portabilidad y la gran cantidad de contenido existente en el internet de librerías que apoyaron nuestro propósito.

5.1.2 Variables a estudiar

Las variables que se tomaron en cuenta para la construcción del modelo son aquellas que impactan más en el desempeño de los procesos operativos de la empresa. A continuación se listan cada una de ellas:

- a) Ingresos por día de trabajo: Es el ingreso monetario de cada ómnibus por día de trabajo.
- b) Egreso por reparaciones: Es el egreso que se da cuando se realizan reparaciones en los vehículos.
- c) Días efectivos de Trabajo: Es la cantidad de días trabajados por cada ómnibus en el intervalo de estudio.
- d) Distribución de las Actividades de Mantenimiento: Es la participación porcentual de cada tipo de actividad de mantenimiento (Reparación – cambio / Preventivo –Correctivo) respecto a las cantidad totales de Actividades de Mantenimiento.
- e) Costo Promedio de Actividades de Mantenimiento: Es el costo de las actividades de mantenimiento de acuerdo a la distribución de carga de trabajo.
- f) Disponibilidad de Vehículos: Es la resultante de dividir los días totales trabajados por vehículo entre la cantidad de días totales de la simulación.

5.1.3 Recopilación de datos

La recopilación de datos para el modelo se realizó tomando las siguientes fuentes:

- a) La información histórica de las fallas de los vehículos para determinar la media de tiempo entre fallas y su respectiva desviación estándar.¹
- b) El inventario de vehículos para determinar la cantidad de vehículos a simular.
- c) El diagrama de Pareto construido para identificar los componentes que tienen mayor impacto en la generación de actividades de mantenimiento.
- d) Los costos de mercado de los componentes a estudiar.
- e) Tiempos promedio para atención de averías por tipo de avería, según información de otra empresa.

¹ Se comparó la vida media útil de los equipos con información técnica para mejorar la aproximación de la media a valores reales.

5.2 ESQUEMA GENERAL DEL MODELO DE SIMULACIÓN

Se define el universo de la simulación como la ciudad de Lima, lugar donde se realiza el servicio de Transporte, el sistema de la simulación es el conjunto de procesos que intervienen en el desarrollo del servicio, tales como el taller, la cola de reparación y los vehículos. En la figura 44 se muestra las relaciones entre cada uno de los sub-sistemas que componen el sistema empresa.

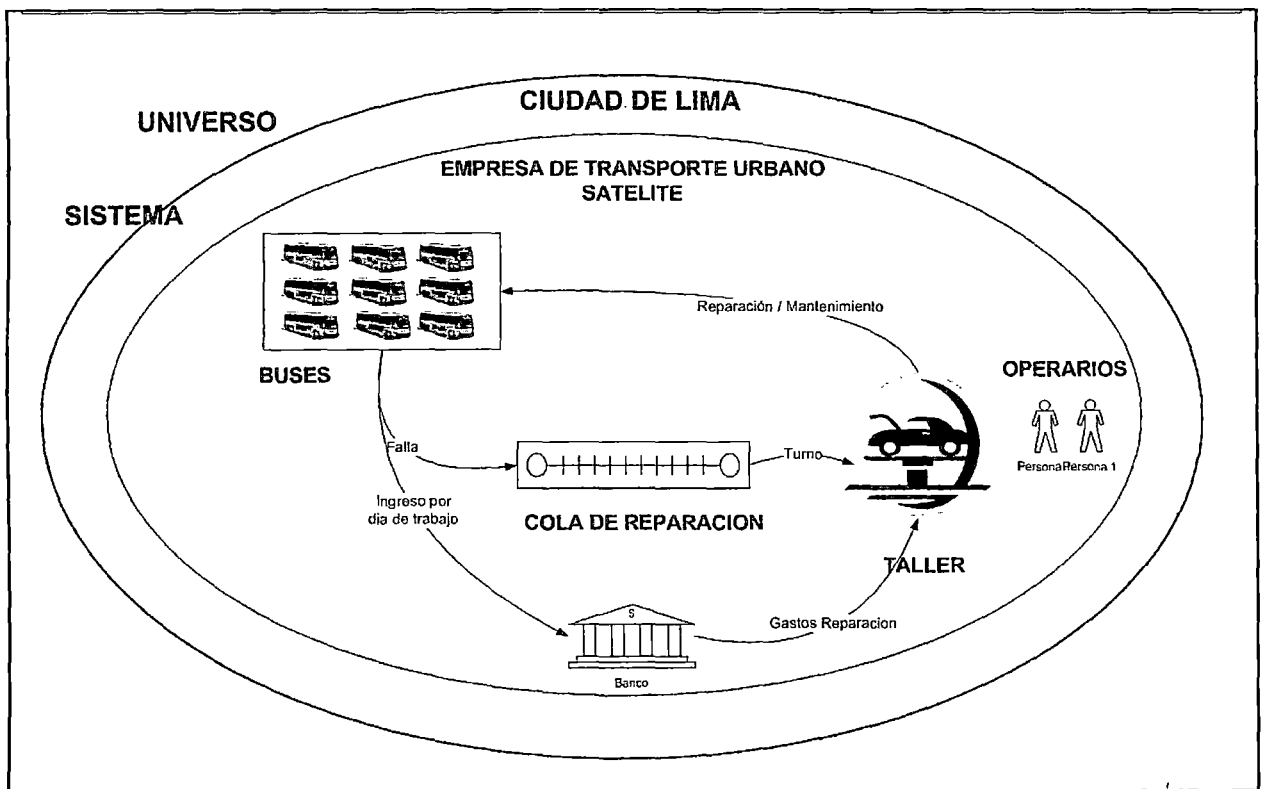


Figura 44 Modelo de Simulación

5.3 DEFINICIÓN DE ENTIDADES Y ATRIBUTOS

Para cada componente se creó una serie de atributos, importantes para poder realizar la simulación, estos almacenan la información relevante para el cálculo de los ingresos, egresos y tiempos de falla de cada vehículo. Véase Tabla 23

Tabla 23 Definición de Atributos de Componente

ENTIDAD	COMPONENTE
ATRIBUTO	DESCRIPCION
Nombre	El nombre identificador del componente
Precio	El valor de mercado del componente
Vidautil	El tiempo en días de vida util del componente, obtenido de la data historica
DesvestVidautil	La desviacion estandar obtenida al hallar el promedio de vida util del componente
Tiempofalla	El promedio de días transcurridos entre falla y falla(falla reparable)
DesvestTiempofalla	La desviacion estandar obtenida al hallar el promedio de tiempo entre fallas reparables del componente
HH_Cambiopreventivo	La cantidad de horas hombre necesarias para realizar un cambio preventivo del componente
HH_Cambiocorrectivo	La cantidad de horas hombre necesarias para realizar un cambio correctivo del componente
HH_Reparacion	La cantidad de horas hombre necesarias para realizar una reparacion al componente
HH_Mantenimiento	La cantidad de horas hombre necesarias para realizar un mantenimiento preventivo del componente
Estado	El estado del componente: - Operativo - Reparable - No Reparable - EnColaMmto - EnColaCamb
UltimoCambio	Fecha en la cual se termino la ultima operacion de cambio de componente
UltimaReparacion	Fecha en la cual se termino la ultima operacion de reparacion o mantenimiento del componente
CambioProg	Cantidad de días que deben transcurrir desde la fecha de ultimo cambio para que se programe un cambio preventivo del componente
MmtoProg	Cantidad de días que deben transcurrir desde la fecha de ultimo cambio para que se programe un cambio preventivo del componente
TiempoenReparacion	Cantidad de horas hombre en las cuales el componente ha estado en reparacion o mantenimiento, vuelve a 0 cuando el componente cambia a estado operativo.
TiempoenCambio	Cantidad de horas hombre en las cuales el componente ha estado en cambio, vuelve a 0 cuando el componente cambia a estado operativo.

Para efectuar la simulación se necesitó la creación de la entidad Componente, la cual es el eje central de la simulación, puesto que las actividades de

mantenimiento se realizan sobre cada uno de los componentes que conforman un vehículo.

La entidad Ómnibus es aquella que contiene los componentes que conforman al vehículo, estos son las entidades que representan a los vehículos de la empresa. En la simulación son un total de 15 vehículos. Véase Tabla 24.

Tabla 24 Definición de Atributos de Ómnibus

ENTIDAD	OMNIBUS
ATRIBUTO	DESCRIPCION
Identidad	Identificador del omnibus
GrupoComponentes	El conjunto de componentes que contiene el vehiculo
Operatividad	Es el estado del omnibus, su valor puede ser verdadero o falso segun este o no operativo el bus.

5.3.1 Definición de variables del sistema a simular

En la Tabla 25 se aprecia las variables del Suprasistema, en este rubro se agrupan aquellas variables que no dependen directamente de cada vehículo, como son el reloj contador de Tiempo y la probabilidad de una falla genérica.

Tabla 25 Definición de Variables de Simulación

VARIABLES DEL SUPRASISTEMA	
VARIABLES	DESCRIPCION
Tiempo	El tiempo se contabiliza en días de 8 horas
Costos totales de Mantenimiento	El costo acumulado por la ejecución de las actividades de mantenimiento
Ingresos por Día de Trabajo	Ingresos percibidos por los vehículos operativos en un día de trabajo.
Días de Trabajo acumulado por vehic	Se contabilizan los días trabajados por vehículo
Probabilidad de Falla Genérica	Es la probabilidad de que exista una falla atribuible a aquellos componentes que no están presentes en el ranking de Pareto y representan el 20% de las fallas totales.

El tiempo de simulación es de 4 años para cada uno de los estados a analizar, estos 4 años son equivalentes a 1440 días y a su vez cada día está representado por 8 horas laborables. Los sábados y domingos son tomados como días laborables, dado que así es el funcionamiento general de la empresa.

5.3.2 Parámetros de la simulación

En la Tabla 26 se presenta los parámetros de entrada para la simulación utilizados para el estado Inicial y el estado posterior a la implementación del sistema

Tabla 26 Parámetros de Entrada para Ambos Estados

INGRESO POR DIA DE TRABAJO POR OMNIBUS	255
PROBABILIDAD DE FALLA GÉNÉRICA	0.07
COSTO.HORA HOMBRE	35
EGRESO POR REPARACION DE COMPONENTE	PRECIOx0.2+HH_REPARACIONxCOSTO_HH
EGRESO POR CAMBIO DE COMPONENTE	PRECIO+HH_CAMBIOCORRECTIVOxCOSTO_HH
EGRESO POR MANTENIMIENTO DE COMPONENTE	PRECIOx0.2+HH_MANTENIMIENTOxCOSTO_HH
EGRESO POR CAMBIO PREVENTIVO DE COMPONENTE	PRECIO+HH_CAMBIOPREVENTIVOxCOSTO_HH

Los parámetros de entrada para la simulación en el estado inicial se presentan en la Tabla 27. Se puede apreciar que los parámetros MMTOPROG y CAMBIOPROG son valores muy altos, se utilizan éstos valores para indicar que los mantenimientos preventivos se hacen en una fecha muy distante que no está dentro del tiempo que se está simulando. En la Tabla 28 se presentan a su vez los parámetros para el estado final. A diferencia con los parámetros del estado inicial, MMTOPROG y CAMBIOPROG tienen valores diferentes en algunos casos, debido a que se han hallado las frecuencias óptimas de mantenimiento en base a la metodología expuesta en el Capítulo IV.

Tabla 27 Parámetros de Simulación del Estado Inicial

NOMBRE	PRECIO	VIDAUTIL	DESVESTIDA	TIEMPOFALLA	DESVESTIEM	HH_CAMBIO	HH_CAMBIO	HH_REPARAC	HH_MANTEN	ESTADO	ULTIMOCAMB	ULTIMAREPA	MMTOPROG	CAMBIOPROG
BOMBA DE INYECCIÓN	1,800.00	ND	0.05	83	41	6	11	9	5	OPERATIVO	0	0	1000000	1000000
CAJA DE CAMBIO	1,450.00	360	30	195	55	8	15	9	5	OPERATIVO	0	0	1000000	1000000
ALTERNADOR	580.00	122	46	114	67	5	10	9	5	OPERATIVO	0	0	1000000	1000000
LLANTAS DELANTERAS	800.00	281	50	160	30	5	10	9	5	OPERATIVO	0	0	1000000	1000000
ARRANCADOR	900.00	107	42	50	10	6	13	9	5	OPERATIVO	0	0	1000000	1000000
LLANTAS POSTERIORES IZQUIERDA	800.00	253	67	142	30	5	10	9	5	OPERATIVO	0	0	1000000	1000000
DISCO DE EMBRAGUE	350.00	ND	0.05	132	54	8	15	10	6	OPERATIVO	0	0	1000000	1000000
TURBOCOMPRESORA	890.00	ND	0.05	137	71	7	14	9	5	OPERATIVO	0	0	1000000	1000000
LLANTAS POSTERIORES DERECHA	800.00	253	67	142	57	5	10	9	5	OPERATIVO	0	0	1000000	1000000
VÁLVULAS	700.00	165	57	127	23	6	11	9	5	OPERATIVO	0	0	1000000	1000000
RADIADOR	450.00	ND	0.05	112	53	6	11	9	5	OPERATIVO	0	0	1000000	1000000
MUELLES POSTERIORES	180.00	92	48	ND	0.05	6	11	9	5	OPERATIVO	0	0	1000000	1000000
BATERÍAS	357.00	473.333333	32	ND	0.05	6	11	9	5	OPERATIVO	0	0	1000000	1000000

Tabla 28 Parámetros de Simulación del Estado Mejorado

NOMBRE	PRECIO	VIDAUTIL	DESVESTIDA	TIEMPOFALLA	DESVESTIEM	HH_CAMBIO	HH_CAMBIO	HH_REPARAC	HH_MANTEN	ESTADO	ULTIMOCAMB	ULTIMAREPA	MMTOPROG	CAMBIOPROG
BOMBA DE INYECCIÓN	1,800.00	ND	0.05	83	41	6	11	9	5	OPERATIVO	0	0	1000000	1000000
CAJA DE CAMBIO	1,450.00	360	30	195	55	8	15	9	5	OPERATIVO	0	0	331	1000000
ALTERNADOR	580.00	122	46	114	67	5	10	9	5	OPERATIVO	0	0	1000000	1000000
LLANTAS DELANTERAS	800.00	281	50	160	30	5	10	9	5	OPERATIVO	0	0	256	138
ARRANCADOR	900.00	107	42	50	10	6	13	9	5	OPERATIVO	0	0	107	44
LLANTAS POSTERIORES IZQUIERDA	800.00	253	67	142	30	5	10	9	5	OPERATIVO	0	0	253	124
DISCO DE EMBRAGUE	350.00	ND	0.05	132	54	8	15	10	6	OPERATIVO	0	0	1000000	1000000
TURBOCOMPRESORA	890.00	ND	0.05	137	71	7	14	9	5	OPERATIVO	0	0	1000000	1000000
LLANTAS POSTERIORES DERECHA	800.00	253	67	142	57	5	10	9	5	OPERATIVO	0	0	253	1000000
VÁLVULAS	700.00	165	57	127	23	6	11	9	5	OPERATIVO	0	0	165	109
RADIADOR	450.00	ND	0.05	112	53	6	11	9	5	OPERATIVO	0	0	1000000	1000000
MUELLES POSTERIORES	180.00	92	48	ND	0.05	6	11	9	5	OPERATIVO	0	0	92	1000000
BATERÍAS	357.00	473.333333	32	ND	0.05	6	11	9	5	OPERATIVO	0	0	425	1000000

5.4 FLUJOGRAMA DE LA SIMULACIÓN

En la Figura 45 se presenta la lógica utilizada para la simulación. Para cada incremento de la variable tiempo, se generan eventos cambiando las propiedades de los vehículos y sus componentes, al final de cada iteración estas propiedades son comprobadas y se calculan el Costo total de mantenimiento, el ingreso por día de Trabajo y los días de trabajo de cada vehículo.

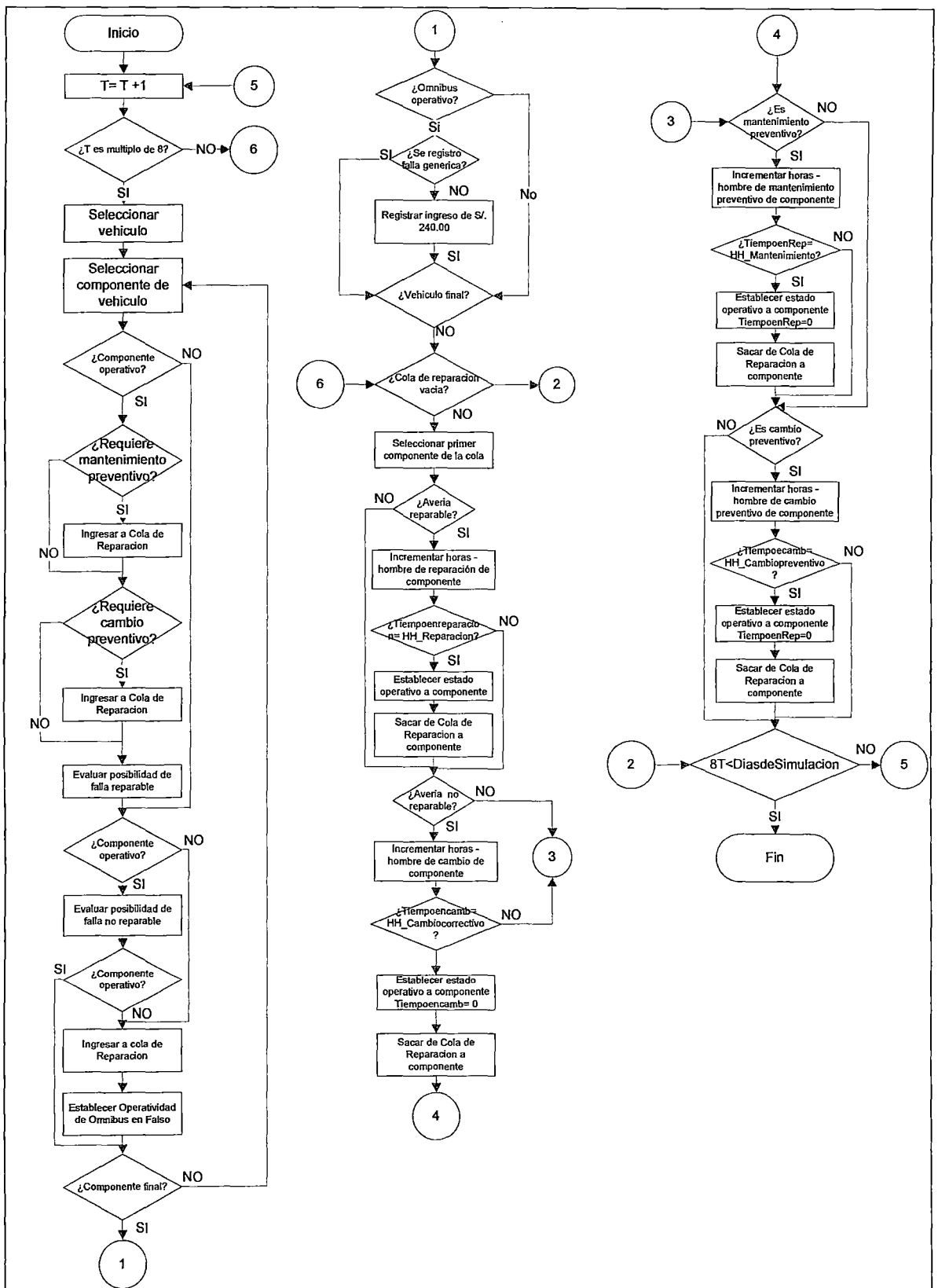


Figura 45 Flujoograma de Simulación

5.5 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

Mediante la simulación se obtuvo resultados positivos con la aplicación del nuevo sistema, se hicieron 10 pruebas con los datos ingresados y se obtuvo diversos resultados a continuación se muestran los resultados promedios en un escenario intermedio.

En la Tabla 29 se muestran la distribución de Ingresos y Egresos en el estado inicial del Sistema, así como también la tasa de disponibilidad por vehículo en la Tabla 30.

Tabla 29 Distribución de Ingresos y Egresos de Mantenimiento - Estado Inicial

EVENTO	INGRESOS	EGRESOS
CAMBIO COMPONENTE	S/. -	S/. 1,048,825.00
DIA DE TRABAJO	S/. 4,361,010.00	S/. -
REPARACION COMPONENTE	S/. -	S/. 83,031.00
TOTAL	S/. 4,361,010.00	S/. 1,131,856.00
UTILIDAD OPERATIVA	S/. 3,229,154.00	
UTILIDAD OPERATIVA X AÑO	S/. 807,288.50	

Tabla 30 Tasa de Disponibilidad por Vehículo – Estado Inicial

INDICE DE BUS	DÍAS TRABAJADOS	DISPONIBILIDAD
0	1,179	82%
1	1,174	82%
2	1,133	79%
3	1,164	81%
4	1,152	80%
5	1,168	81%
6	1,111	77%
7	1,156	80%
8	1,132	79%
9	1,130	78%
10	1,117	78%
11	1,103	77%
12	1,124	78%
13	1,110	77%
14	1,149	80%
TOTAL	17,102	78%

Se puede observar que la disponibilidad promedio por vehículo es del 79% y los en los egresos están solamente los gastos de Mantenimiento Correctivo². Como parte del análisis entre los 2 estados, se presentan en las Tablas 31 y 32 la Distribución de Ingresos y Egresos y la Tasa de disponibilidad de vehículos para el estado mejorado.

Tabla 31 Distribución de Ingresos y Egresos de Mantenimiento - Estado Mejorado

DESCRIPCIÓN	INGRESOS	EGRESOS
AVERIA	S/. -	S/. -
AVERIA NO REPARABLE	S/. -	S/. -
AVERIA OTROSCOMP	S/. -	S/. -
CAMBIO COMPONENTE	S/. -	S/. 562,775.00
CAMBIO PREVENTIVO DE COMPONENTE	S/. -	S/. 517,570.00
DIA DE TRABAJO	S/. 4,674,660.00	S/. -
MANTENIMIENTO PREVENTIVO COMPONENTE	S/. -	S/. 180,705.00
REPARACION COMPONENTE	S/. -	S/. 56,341.00
TOTAL	S/. 4,674,660.00	S/. 1,317,391.00
UTILIDAD OPERATIVA	S/. 3,357,269.00	
UTILIDAD OPERATIVA X AÑO	S/. 839,317.25	

² Se refiere al mantenimiento incidental, ya que en el modelo no se toman en cuenta los mantenimientos preventivos que se realizan cada 5 000 y 10 000 km.

Tabla 32 Tasa de Disponibilidad por Bus - Estado Mejorado

INDICE DE BUS	DIAS TRABAJADOS	DISPONIBILIDAD
0	1,246	87%
1	1,226	85%
2	1,253	87%
3	1,216	84%
4	1,235	86%
5	1,226	85%
6	1,221	85%
7	1,230	85%
8	1,233	86%
9	1,201	83%
10	1,209	84%
11	1,222	85%
12	1,194	83%
13	1,207	84%
14	1,213	84%
TOTAL	18,562	85%

De los resultados citados anteriormente podemos observar una mejora en la disponibilidad de los vehículos lo cual incide directamente en la generación de ingresos de los vehículos.

Para efectos de la evaluación económica se tomará en cuenta el ahorro y ganancia por año para construir el presupuesto de flujo de caja respectivo.

5.5.1 Evaluación preliminar de resultados

En la evaluación de resultados se utilizaron indicadores que miden el rendimiento del sistema de mantenimiento propuesto, estos indicadores se extraen del resultado de la simulación, muestran el comportamiento de la gestión operativa del mantenimiento en 2 estados, el primero con un comportamiento en el estado actual gestionada con mantenimiento

correctivo; y el segundo estado con una gestión de mantenimiento correctivo con el agregado de mantenimiento preventivo que es el aporte de esta tesis.

En la tabla 33 mostramos los indicadores propuestos, su tipo y su forma de cálculo:

Tabla 33 Cálculo de Indicadores Operativos

TIPO DE INDICADOR	DESCRIPCIÓN	CÁLCULO
OPERATIVO	Tiempo medio para mantener (MTTR)	Tiempo de mantenimiento/Frecuencia de averías
	Tiempo medio entre fallas(MBTF)	Tiempo de ruta/Frecuencia de averías
	Disponibilidad	$MTBF/(MTBF+MTTR)$
	Tasa de Fallos	$1/MTBF$
	Cantidad de averías por componente	Cantidad de averías de componente i
	Productividad de Mantenimiento	Tiempo en ruta/Tiempo de mantenimiento

Los resultados se muestran a nivel de ómnibus, grupo de componentes o para toda la flota de ómnibus según sea el caso del indicador.

Resultados Operativos

Tabla 34 Cálculo de Indicadores Estado Inicial

Omnibus	Días Trabajados	Días Mantenimiento	Frecuencia Averías	MBTF	MTTR	Tasa de Fallos	Disponibilidad	Productividad Mantenimiento
0	1219	181	166	7.34	1.09	13.6%	87.1%	6.73
1	1214	186	163	7.45	1.14	13.4%	86.7%	6.53
2	1173	227	174	6.74	1.30	14.8%	83.8%	5.17
3	1204	196	180	6.69	1.09	15.0%	86.0%	6.14
4	1192	208	159	7.50	1.31	13.3%	85.1%	5.73
5	1208	192	156	7.74	1.23	12.9%	86.3%	6.29
6	1151	249	178	6.47	1.40	15.5%	82.2%	4.62
7	1196	204	162	7.38	1.26	13.5%	85.4%	5.86
8	1172	228	179	6.55	1.27	15.3%	83.7%	5.14
9	1170	230	181	6.46	1.27	15.5%	83.6%	5.09
10	1157	243	160	7.23	1.52	13.8%	82.6%	4.76
11	1143	257	158	7.23	1.63	13.8%	81.6%	4.45
12	1164	236	156	7.46	1.51	13.4%	83.1%	4.93
13	1150	250	175	6.57	1.43	15.2%	82.1%	4.60
14	1189	211	147	8.09	1.44	12.4%	84.9%	5.64
Promedio	1180	220	166	7.13	1.33	14.1%	84.3%	5.45

Tabla 35 Cálculo de Indicadores Estado Mejorado

Omnibús	Días Trabajados	Días Mantenimiento	Frecuencia Averías	MBTF	MTTR	Tasa de Fallos	Disponibilidad	Productividad Mantenimiento
0	1286	114	144	8.93	0.79	11.2%	91.9%	11.28
1	1266	134	146	8.67	0.92	11.5%	90.4%	9.45
2	1293	107	120	10.78	0.89	9.3%	92.4%	12.08
3	1256	144	155	8.10	0.93	12.3%	89.7%	8.72
4	1275	125	137	9.31	0.91	10.7%	91.1%	10.20
5	1266	134	138	9.17	0.97	10.9%	90.4%	9.45
6	1261	139	136	9.27	1.02	10.8%	90.1%	9.07
7	1270	130	124	10.24	1.05	9.8%	90.7%	9.77
8	1273	127	123	10.35	1.03	9.7%	90.9%	10.02
9	1241	159	155	8.01	1.03	12.5%	88.6%	7.81
10	1249	151	149	8.38	1.01	11.9%	89.2%	8.27
11	1262	138	134	9.42	1.03	10.6%	90.1%	9.14
12	1234	166	151	8.17	1.10	12.2%	88.1%	7.43
13	1247	153	137	9.10	1.12	11.0%	89.1%	8.15
14	1253	147	123	10.19	1.20	9.8%	89.5%	8.52
Total general	1262	138	138	9.21	1.00	11.0%	90.2%	9.29

En la tabla 34 y tabla 35 se observan las mejoras operativas entre ambos estados, son notorias las diferencias en los indicadores para cada ómnibus, en el caso del MBTF³ se obtuvo un incremento en 2.08 días en el promedio para la plana de vehículos, 9.21 días por vehículo, mejora que es producto de una programación de las actividades de mantenimiento preventivas respaldadas de un sistema iterativo de cálculo del promedio de fallas por componente que aporta mayor certeza en las fechas de programación de las actividades, mientras la Tasa de fallos⁴ disminuye en 3.1% permitiendo una mayor disposición de los vehículos para su trabajo operativo. El MTTR⁵ disminuye en 0.33 días reduciendo a 1 día el tiempo inoperativo del vehículo, lo cual representa una mejora en el tiempo de respuesta a las fallas. Estos índices facilitan una mejor disponibilidad de los vehículos de 84.3% a 90.2%, dando un incremento de 5.9%, esto es por efecto de la disminución de los

³ MBTF indica el periodo de tiempo que un equipo puede sufrir una avería

⁴ Tasa de Fallos indica la probabilidad de inoperatividad de un equipo por avería

⁵ MTTR indica el periodo de tiempo de inoperatividad de un equipo por avería

tiempos de operación de mantenimiento y el aumento del tiempo entre averías debido a la mejor gestión de los mantenimiento preventivos, en la tabla 36 se aprecia las variaciones de cada indicador del estado inicial al estado mejorado.

Tabla 36 Resultados de Indicadores Operativos

INDICADOR OPERATIVO	ESTADO		VARIACIÓN %
	Inicial	Mejorado	
MBTF	7.13	9.21	29.2%
MTTR	1.33	1.00	24.6%
Tasa de Fallos	14.1%	11.0%	22.3%
Disponibilidad	84.3%	90.2%	6.9%
Productividad Mantenimiento	5.45	9.29	70.6%

Los resultados nos muestran que operativamente la implementación del programa de mantenimiento propuesto es conveniente.

Analizaremos la cantidad de averías que se presentan en los componentes determinados por el diagrama de Pareto, las siguientes figuras nos presentan las cantidades de averías para el total de vehículos que se obtienen en el estado inicial como en el estado final.

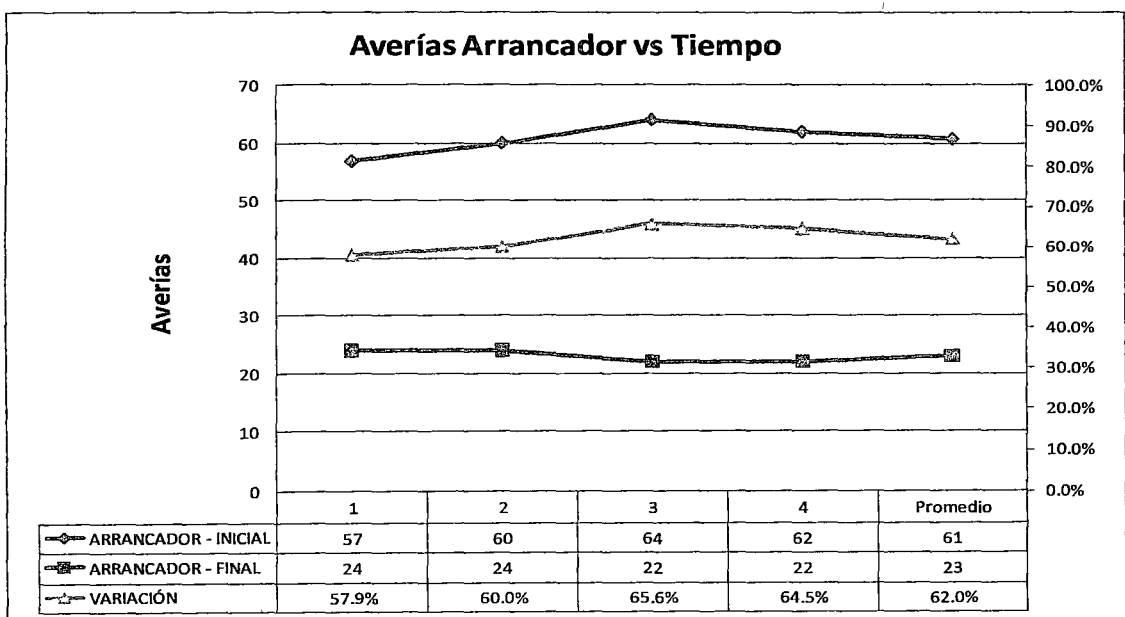


Figura 46 Averías Arrancador vs Tiempo

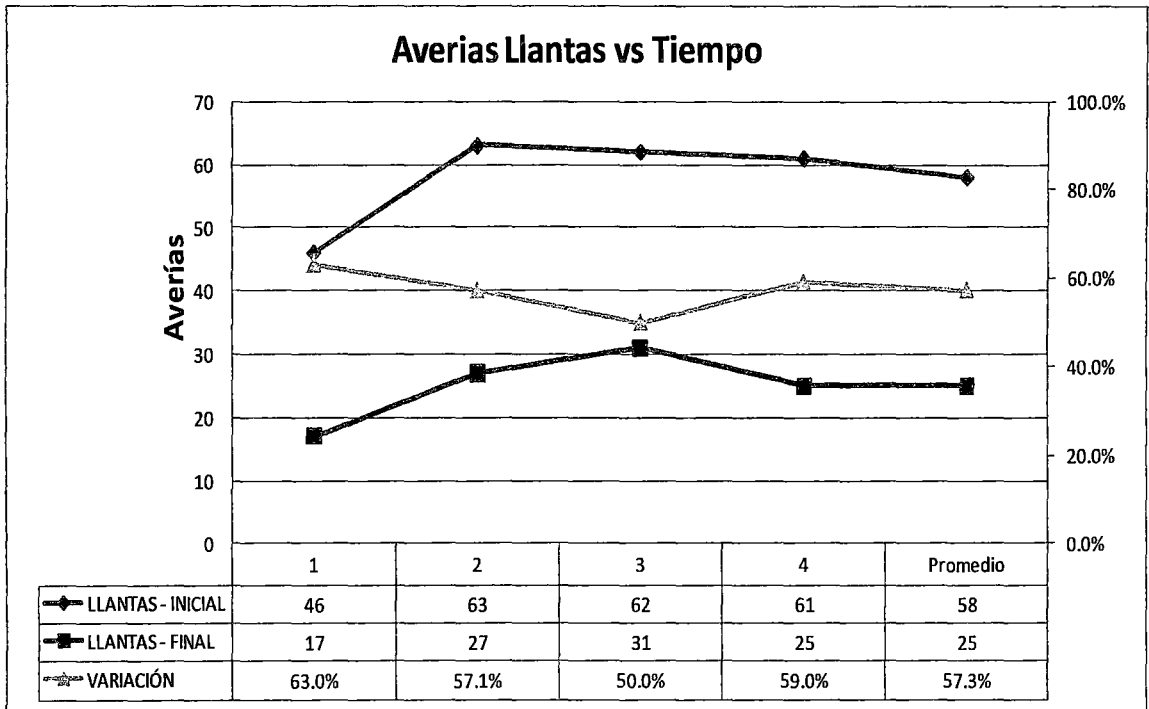


Figura 47 Avería Llantas vs Tiempo

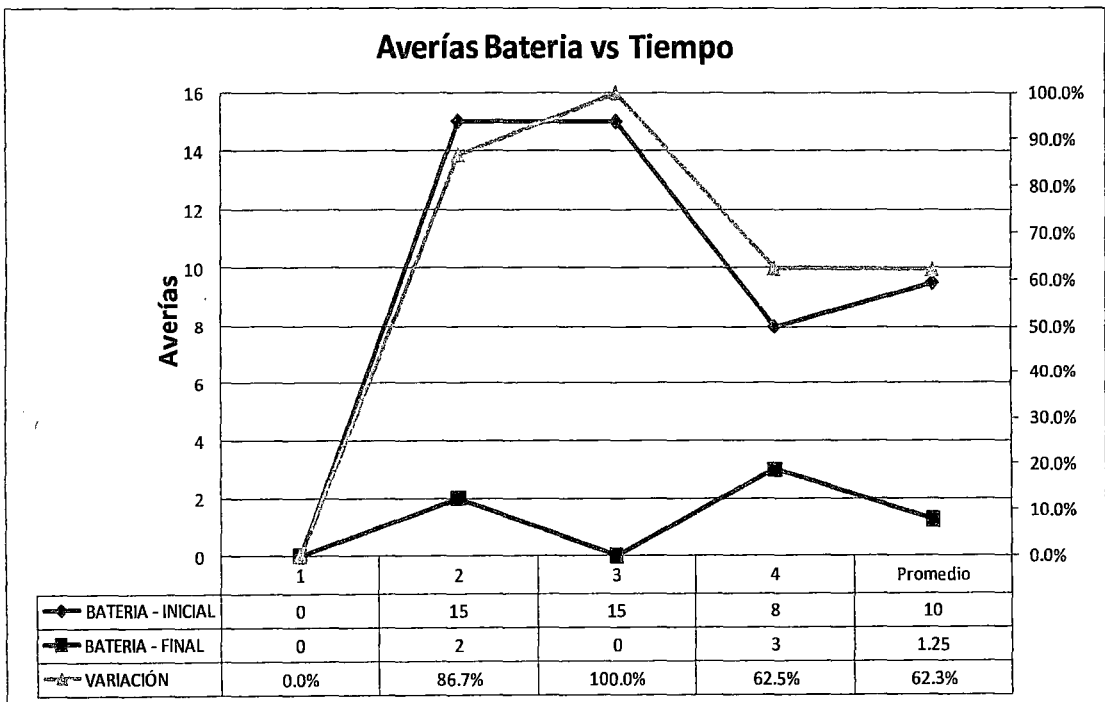


Figura 48 Averías Bateria vs Tiempo

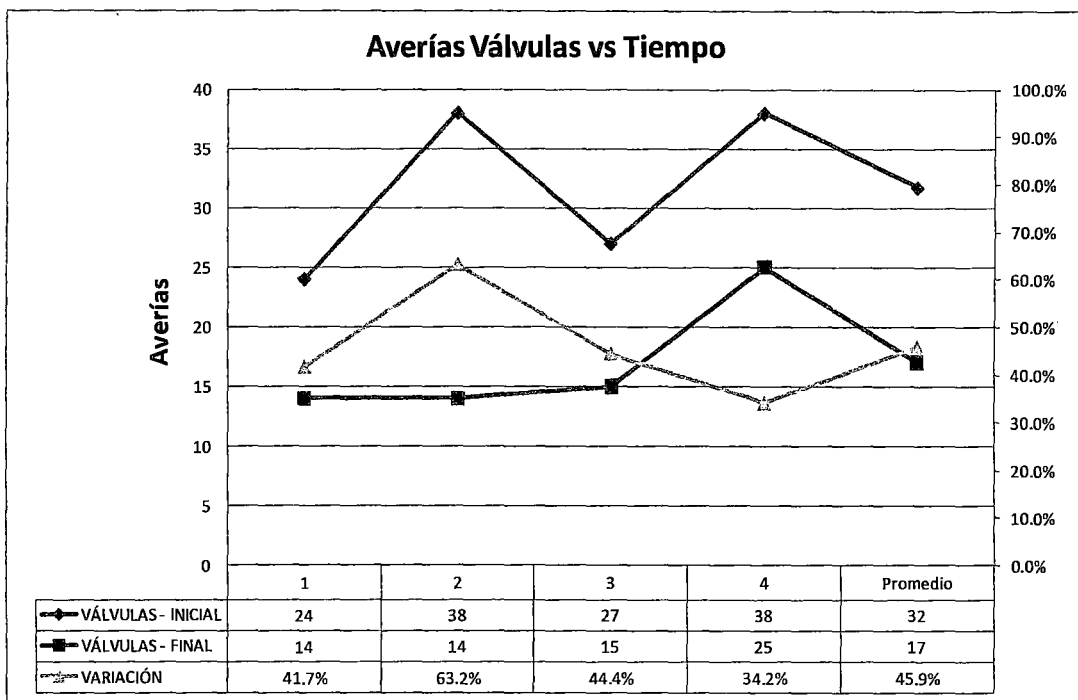


Figura 50 Averías Válvulas vs Tiempo

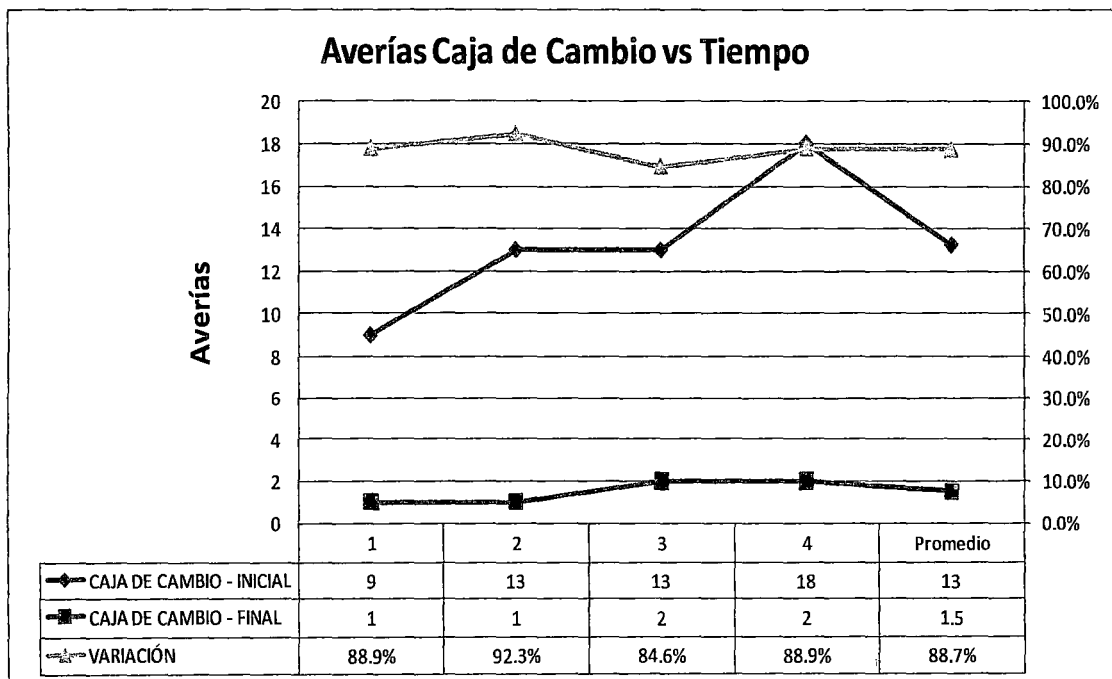


Figura 49 Avería Caja de Cambio vs Tiempo

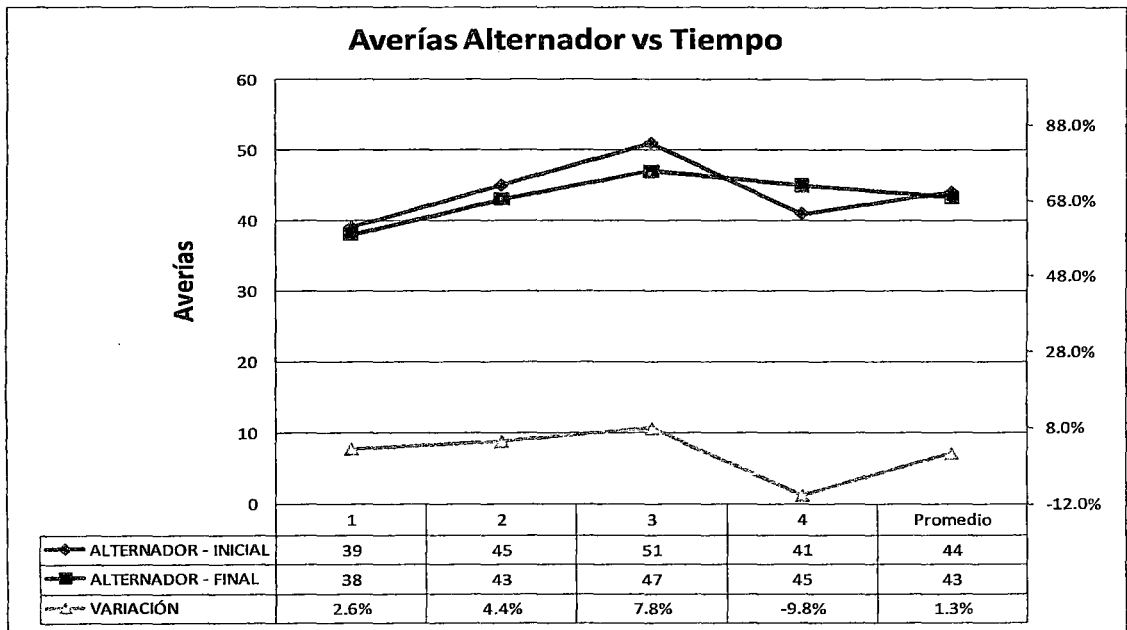


Figura 51 Averías Alternador vs Tiempo

De la Figura 46 a la Figura 51 se muestra que las variaciones son positivas para todos los componentes, el promedio de las averías totales de un componente para cada uno de los cuatro años de análisis muestran un disminución, esto permite verificar el impacto de las mejoras en los indicadores operativos, obteniendo un mayor tiempo de vida útil de los componentes y mejora en la disponibilidad de los vehículos, en la figura 46 se muestra las mejora consolidadas por componente, y el ratio final de las mejoras en cantidad de averías por componente.

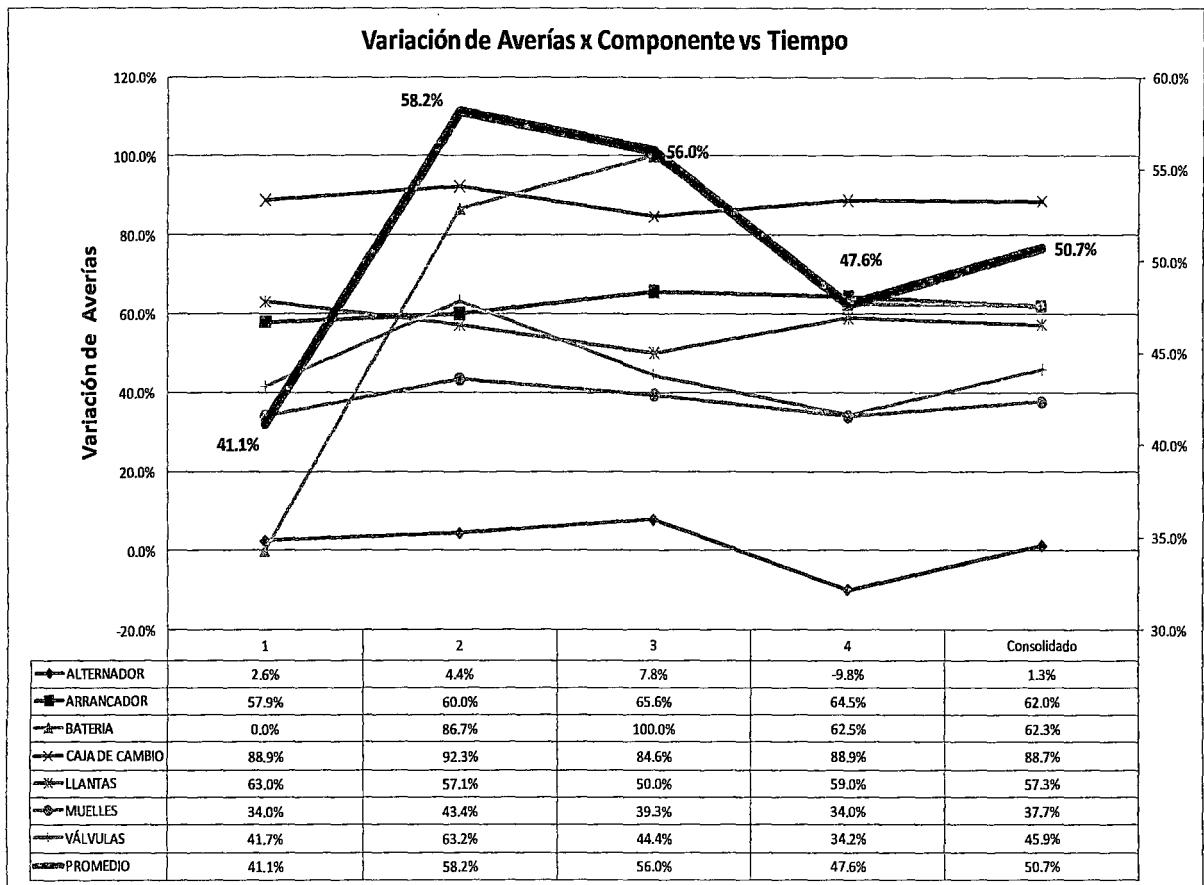


Figura 52 Variación de averías por Componente vs Tiempo

Las variaciones que nos muestra la Figura 52 representan la disminución porcentual de averías de cada componente del estado final respecto al estado inicial, obteniendo en promedio una mejora de 50.7% en la reducción de averías para los componentes (componentes del Diagrama de Pareto) para toda la flota de vehículos.

CAPÍTULO VI EVALUACIÓN ECONÓMICO FINANCIERA

6.1 PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Para la implementación del proyecto se han identificado los gastos orientados básicamente a la implementación del mantenimiento autónomo. También se ha tomado en cuenta el costo asociado al mantenimiento preventivo general de los vehículos. En la Tabla 37 se muestra el Presupuesto calculado para la implementación de Proyecto.

Tabla 37 Presupuesto del Proyecto

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNIT.	COSTO TOTAL
Honorarios Especialistas	OTRA	2	S/. 12,000.00	S/. 24,000.00
Gastos de Documentación	OTRA	1	S/. 300.00	S/. 300.00
Campaña de Información	OTRA	1	S/. 400.00	S/. 400.00
Maletin de herramientas	CAJA	8	S/. 171.00	S/. 1,368.00
Mejora de infraestructura	OTRA	1	S/. 4,000.00	S/. 4,000.00
Útiles para implementación	OTRA	1	S/. 900.00	S/. 900.00
Computadora	EQUIPO	1	S/. 1,500.00	S/. 1,500.00
Impresiones (Formularios - Documentos)	OTRA	1	S/. 300.00	S/. 300.00
Mantenimiento General a los vehículos	OTRA	1	S/. 30,171.00	S/. 30,171.00
TOTAL				S/. 62,939.00

6.2 ELABORACIÓN DE FLUJOS DE CAJA

Para elaborar el flujo de caja que sea adecuado para la evaluación financiera se optó por realizar 2 flujos de caja diferenciados, el primero (Tabla 38) se construye a partir de los gastos atribuibles al funcionamiento de la empresa y los ingresos que se obtienen con la política de mantenimiento actual. El segundo (Tabla 39) se construye de la misma manera con la excepción de

que incluye los nuevos gastos y beneficios que se obtienen con la política de mantenimiento propuesta.

Restando el primero del segundo obtenemos un flujo de caja diferenciado (Tabla 40) en el que figurarán los ingresos y gastos adicionales que serán los evaluados junto con la inversión inicial del proyecto.

Tabla 38 Flujo de Caja sin el Proyecto

INGRESOS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	2011	2012	2013
SALDO INICIAL	S/. 25,000.00	S/. 35,722.03	S/. 83,735.62	S/. 120,659.20	S/. 149,937.78	S/. 180,461.37	S/. 202,934.95	S/. 212,888.53	S/. 229,992.12	S/. 247,980.70	S/. 269,334.28	S/. 282,632.87	S/. 241,631.45	S/. 254,424.47	S/. 370,080.65
VENTAS	S/. 90,650.00	S/. 142,800.00	S/. 141,050.00	S/. 131,950.00	S/. 135,100.00	S/. 132,300.00	S/. 136,500.00	S/. 133,000.00	S/. 132,300.00	S/. 134,750.00	S/. 130,550.00	S/. 126,000.00	S/. 1,420,650.00	S/. 1,573,600.00	S/. 1,424,500.00
EGRESOS															
COMBUSTIBLE	S/. 24,605.00	S/. 38,760.00	S/. 38,285.00	S/. 35,815.00	S/. 36,670.00	S/. 35,910.00	S/. 37,050.00	S/. 36,100.00	S/. 35,910.00	S/. 36,575.00	S/. 35,435.00	S/. 34,200.00	S/. 385,605.00	S/. 427,120.00	S/. 386,650.00
REPUESTOS Y SUMINISTROS	S/. 5,700.00	S/. 6,040.00	S/. 15,855.00	S/. 16,870.00	S/. 17,920.00	S/. 23,930.00	S/. 18,810.00	S/. 29,810.00	S/. 28,415.00	S/. 26,835.00	S/. 31,830.00	S/. 31,620.00	S/. 317,315.00	S/. 290,640.00	S/. 270,266.00
MANO DE OBRA DIRECTA	S/. 17,700.00	S/. 17,700.00	S/. 17,700.00	S/. 17,700.00	S/. 17,700.00	S/. 17,700.00	S/. 35,400.00	S/. 17,700.00	S/. 17,700.00	S/. 17,700.00	S/. 17,700.00	S/. 35,400.00	S/. 260,190.00	S/. 273,199.50	S/. 286,859.48
MANO DE OBRA INDIRECTA	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 6,000.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 6,000.00	S/. 44,100.00	S/. 46,305.00	S/. 48,620.25
SERVICIOS PUBLICOS Y ALQU	S/. 6,500.00	S/. 6,500.00	S/. 6,500.00	S/. 6,500.00	S/. 6,500.00	S/. 6,500.00	S/. 6,500.00	S/. 6,500.00	S/. 6,500.00	S/. 6,500.00	S/. 6,500.00	S/. 6,500.00	S/. 81,900.00	S/. 85,995.00	S/. 90,294.75
GASTOS ADMINISTRATIVOS	S/. 8,556.67	S/. 8,556.67	S/. 8,556.67	S/. 8,556.67	S/. 8,556.67	S/. 8,556.67	S/. 8,556.67	S/. 8,556.67	S/. 8,556.67	S/. 8,556.67	S/. 8,556.67	S/. 8,556.67	S/. 107,814.00	S/. 113,204.70	S/. 118,864.94
GASTOS VENTAS	S/. 4,840.30	S/. 5,203.75	S/. 5,203.75	S/. 5,203.75	S/. 5,203.75	S/. 5,203.75	S/. 5,203.75	S/. 5,203.75	S/. 5,203.75	S/. 5,203.75	S/. 5,203.75	S/. 5,203.75	S/. 65,185.63	S/. 68,444.91	S/. 71,867.15
GASTOS FINANCIEROS	S/. 7,826.00	S/. 7,826.00	S/. 7,826.00	S/. 7,826.00	S/. 7,826.00	S/. 7,826.00	S/. 7,826.00	S/. 7,826.00	S/. 7,826.00	S/. 7,826.00	S/. 7,826.00	S/. 38,321.00	S/. 130,627.35	S/. 137,158.72	S/. 144,016.65
*OTROS (CTS - ESSALUD - GAS	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00	S/. 15,120.00	S/. 15,876.00	S/. 16,669.80
TOTAL EGRESOS	S/. 79,927.97	S/. 94,786.42	S/. 104,126.42	S/. 102,671.42	S/. 104,576.42	S/. 109,826.42	S/. 126,546.42	S/. 115,896.42	S/. 114,311.42	S/. 113,396.42	S/. 117,251.42	S/. 167,001.42	S/. 1,407,856.98	S/. 1,457,943.83	S/. 1,434,109.02
SALDO A FIN DE MES	S/. 35,722.03	S/. 83,735.62	S/. 120,659.20	S/. 149,937.78	S/. 180,461.37	S/. 202,934.95	S/. 212,888.53	S/. 229,992.12	S/. 247,980.70	S/. 269,334.28	S/. 282,632.87	S/. 241,631.45	S/. 254,424.47	S/. 370,080.65	S/. 360,471.63

Tabla 39 Flujo de Caja con el Proyecto

INGRESOS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	2011	2012	2013
SALDO INICIAL	S/. 25,000.00	S/. 35,032.03	S/. 77,450.62	S/. 102,614.20	S/. 133,012.78	S/. 157,221.37	S/. 191,459.95	S/. 201,388.53	S/. 210,042.12	S/. 239,055.70	S/. 268,694.28	S/. 279,567.87	S/. 257,196.45	S/. 345,124.47	S/. 476,670.65
VENTAS	S/. 91,350.00	S/. 142,100.00	S/. 139,300.00	S/. 143,150.00	S/. 138,950.00	S/. 139,300.00	S/. 143,850.00	S/. 141,750.00	S/. 142,800.00	S/. 141,050.00	S/. 144,550.00	S/. 141,400.00	S/. 1,568,700.00	S/. 1,674,050.00	S/. 1,523,900.00
EGRESOS															
COMBUSTIBLE	S/. 24,795.00	S/. 38,570.00	S/. 37,810.00	S/. 38,855.00	S/. 37,715.00	S/. 37,810.00	S/. 39,045.00	S/. 38,475.00	S/. 38,760.00	S/. 38,285.00	S/. 39,235.00	S/. 38,380.00	S/. 425,790.00	S/. 454,385.00	S/. 413,630.00
REPUESTOS Y SUMINISTROS	S/. 6,900.00	S/. 11,125.00	S/. 26,340.00	S/. 23,910.00	S/. 27,040.00	S/. 17,265.00	S/. 24,190.00	S/. 44,635.00	S/. 25,040.00	S/. 23,140.00	S/. 44,455.00	S/. 24,210.00	S/. 350,045.00	S/. 347,935.00	S/. 321,161.00
MANO DE OBRA DIRECTA	S/. 17,700.00	S/. 17,700.00	S/. 17,700.00	S/. 17,700.00	S/. 17,700.00	S/. 17,700.00	S/. 35,400.00	S/. 17,700.00	S/. 17,700.00	S/. 17,700.00	S/. 17,700.00	S/. 35,400.00	S/. 260,190.00	S/. 273,199.50	S/. 286,859.48
MANO DE OBRA INDIRECTA	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 6,000.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 6,000.00	S/. 44,100.00	S/. 46,305.00	S/. 48,620.25
SERVICIOS PUBLICOS Y ALQU	S/. 6,500.00	S/. 6,500.00	S/. 6,500.00	S/. 6,500.00	S/. 6,500.00	S/. 6,500.00	S/. 6,500.00	S/. 6,500.00	S/. 6,500.00	S/. 6,500.00	S/. 6,500.00	S/. 6,500.00	S/. 81,900.00	S/. 85,995.00	S/. 90,294.75
GASTOS ADMINISTRATIVOS	S/. 8,556.67	S/. 8,556.67	S/. 8,556.67	S/. 8,556.67	S/. 8,556.67	S/. 8,556.67	S/. 8,556.67	S/. 8,556.67	S/. 8,556.67	S/. 8,556.67	S/. 8,556.67	S/. 8,556.67	S/. 107,814.00	S/. 113,204.70	S/. 118,864.94
GASTOS VENTAS	S/. 4,840.30	S/. 5,203.75	S/. 5,203.75	S/. 5,203.75	S/. 5,203.75	S/. 5,203.75	S/. 5,203.75	S/. 5,203.75	S/. 5,203.75	S/. 5,203.75	S/. 5,203.75	S/. 5,203.75	S/. 65,185.63	S/. 68,444.91	S/. 71,867.15
GASTOS FINANCIEROS	S/. 7,826.00	S/. 7,826.00	S/. 7,826.00	S/. 7,826.00	S/. 7,826.00	S/. 7,826.00	S/. 7,826.00	S/. 7,826.00	S/. 7,826.00	S/. 7,826.00	S/. 7,826.00	S/. 38,321.00	S/. 130,627.35	S/. 137,158.72	S/. 144,016.65
*OTROS (CTS - ESSALUD - GAS	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00	S/. 15,120.00	S/. 15,876.00	S/. 16,669.80
TOTAL EGRESOS	S/. 81,317.97	S/. 99,681.42	S/. 114,136.42	S/. 112,751.42	S/. 114,741.42	S/. 105,061.42	S/. 133,921.42	S/. 133,096.42	S/. 113,786.42	S/. 111,411.42	S/. 133,676.42	S/. 163,771.42	S/. 1,480,771.98	S/. 1,542,503.83	S/. 1,511,984.02
SALDO A FIN DE MES	S/. 35,032.03	S/. 77,450.62	S/. 102,614.20	S/. 133,012.78	S/. 157,221.37	S/. 191,459.95	S/. 201,388.53	S/. 210,042.12	S/. 239,055.70	S/. 268,694.28	S/. 279,567.87	S/. 257,196.45	S/. 345,124.47	S/. 476,670.65	S/. 488,586.63

Tabla 40 Flujo de Caja Diferenciado

CONCEPTO	AGOSTO - 2009	SEPTIEMBRE - 2009	OCTUBRE - 2009	NOVIEMBRE - 2009	DICIEMBRE - 2009	2010	2011	2012	2013
SALDO INICIAL							S/. 40,565.00	S/. 115,700.00	S/. 131,590.00
BENEFICIOS DEL PROYECTO	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 82,600.00	S/. 148,050.00	S/. 100,450.00	S/. 99,400.00
COSTOS									
COMBUSTIBLE						S/. 22,420.00	S/. 40,185.00	S/. 27,265.00	S/. 26,980.00
REPUESTOS Y SUMINISTROS						S/. 44,615.00	S/. 32,730.00	S/. 57,295.00	S/. 50,895.00
GASTOS DE IMPLEMENTACIÓN SISTEMA DE MANTENIMIENTO	S/. 6,553.60	S/. 6,553.60	S/. 6,553.60	S/. 6,553.60	S/. 36,724.60	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
TOTAL EGRESOS	S/. 6,553.60	S/. 6,553.60	S/. 6,553.60	S/. 6,553.60	S/. 36,724.60	S/. 67,035.00	S/. 72,915.00	S/. 84,560.00	S/. 77,875.00

6.3 ANÁLISIS FINANCIERO

Para evaluar el impacto económico del proyecto procederemos a calcular el ratio Costo – Beneficio, que permite tomar en cuenta los costos asociados a una mayor cantidad de días operativos y un costo asociado a una mayor frecuencia de mantenimientos preventivos, y naturalmente los ingresos adicionales percibidos por la aplicación del sistema propuesto en la presente Tesis.

6.3.1 Cálculo del ratio Beneficio – Costo

CONCEPTO	2010	2011	2012	2013
BENEFICIOS	S/. 75,461.36	S/. 123,565.58	S/. 76,592.04	S/. 69,241.20
VALOR ACTUAL DE GASTOS EXTRAS DE COMBUSTIBLE	S/. 20,482.37	S/. 33,539.23	S/. 20,789.27	S/. 18,794.04
VALOR ACTUAL DE GASTOS EXTRAS EN MANTENIMIENTO	S/. 40,759.18	S/. 27,317.13	S/. 43,686.82	S/. 35,453.03

CONCEPTO	AGOSTO - 2009	SETIEMBRE - 2009	OCTUBRE - 2009	NOVIEMBRE - 2009	DICIEMBRE - 2009
INVERSION DEL PROYECTO	S/. 6,856.58	S/. 6,805.13	S/. 6,754.06	S/. 6,703.38	S/. 37,282.04

V.A. de la Inversión del Proyecto = S/. 64,401.19

V. A. de los beneficios percibidos por la aplicación del Sistema = S/. 344 860.18

Valor Actual de los Gastos de Combustible = S/. 93 604.91

Valor Actual de los Gastos de Mantenimiento Adicionales = S/. 147 216.16

Aplicando la fórmula correspondiente

Beneficios Totales – Costos Operativos =

S/. 344 860.18 – S/. 93 604.91 – S/. 147 216.16 = S/. 104 039.11

Ratio Beneficio / Costo = $\frac{104\ 039.11}{64\ 401.19} = 1.615$

El ratio obtenido demuestra que la aplicación del proyecto producirá beneficios considerables por lo tanto es de conveniencia de la empresa la aplicación del método propuesto.

6.3.2 Cálculo de la Tasa Interna de Retorno

Para estimar la Tasa Interna de Retorno se tomó el flujo de caja diferenciado, y se procedió a totalizar la inversión inicial como hecha el 2009, esto para facilitar el cálculo de la misma.

De la estimación de la tasa de retorno se obtuvo un 36.27%, una tasa muy conveniente y que está por encima del rango usual de retornos frente a una inversión, esto debido a la utilización de una metodología para optimizar el mantenimiento que no involucra mayores gastos que los de una aplicación de 5'S, que es la base en la cual se sostiene este sistema.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. El trabajo de análisis de información histórica sobre fallas, fue realizado en base a la información extraída de 22 meses, y mediante el uso la información vertida en un cuaderno, lo cual tuvo que ser interpretado, la metodología de cálculo de la mejor política de mantenimiento preventivo es más eficiente mientras más información disponible haya para obtener una desviación estándar menor.
2. En una empresa en la cual no existe una cultura de organización y orden en el trabajo resulta indispensable la implementación de una filosofía orientada una mejora de la actitud del trabajador, en este caso la filosofía 5'S.
3. Del análisis estadístico se concluye que de un total de 115 componentes sólo 14 reportaban ser el 80% de los costos de mantenimiento, por lo cual se evidencian importantes mejoras en la disponibilidad atacando estos puntos.
4. La aplicación del mantenimiento preventivo puede hacerse en base a días de operación para vehículos de rutas homogéneas y rutinarias,

debido a que la carga de trabajo es igual lo cual no es aplicables en los vehículos de turismo cuyas rutas son variantes en recorrido y frecuencia de salidas.

RECOMENDACIONES

1. Elaborar el programa de mantenimiento preventivo en base a kilómetros recorridos, para elaborar con un indicador en base a cantidad de trabajo realizado, lo cual sería más preciso para el programa mismo de mantenimiento, inclusive se podría implementar en los ómnibus de servicio turístico.
2. Para futuras investigaciones es conveniente evaluar la posibilidad de generar mantenimiento predictivo en base a pruebas simples que nos sirvan de apoyo para el mantenimiento autónomo de los vehículos, se toma como punto de partida el diagrama de Pareto.
3. El presente sistema se ha esquematizado mediante la elaboración de metodologías y procedimientos manuales, se recomienda para efectos de mayor agilidad en la implementación y seguimiento la elaboración de un sistema informático, que brinde soporte a los procedimientos y lógica de la implementación.

GLOSARIO DE TERMINOS

Mantenimiento

Conjunto de actividades necesarias para mantener los equipos e instalaciones en una condición en particular o volverlos a dicha condición, de tal manera que estén en las condiciones de poder cumplir con la función para la cual fueron proyectadas con la capacidad y calidad específicas, utilizados en condiciones de seguridad y economía de acuerdo a un nivel de ocupación definido.

Taller

Recinto físico donde se realizan las actividades de mantenimiento correctivo y preventivo de los vehículos.

Curva ABC

El diagrama de Pareto, también llamado curva 80-20 o Curva ABC, es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. Permite, pues, asignar un orden de prioridades.

El diagrama permite mostrar gráficamente el principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales), es decir, que hay muchos problemas sin importancia frente a unos pocos graves.

El diagrama facilita el estudio comparativo de numerosos procesos dentro de las industrias o empresas comerciales, así como fenómenos sociales o naturales.

Eficacia

Capacidad de una acción o causa para obrar o para conseguir el resultado determinado.

Eficiencia

Capacidad de una acción o causa para lograr un fin empleando los mejores medios posibles.

Círculo de Calidad

Técnica utilizada en la gestión de organizaciones en la que un grupo voluntario de trabajadores, se reúne para buscar soluciones a problemas detectados en sus respectivas áreas de desempeño laboral, o para mejorar algún aspecto que caracteriza su puesto de trabajo.

Las conclusiones y resultados de estos grupos, son elevadas a las personas con responsabilidad y capacidad de decisión sobre su implantación, quienes las analizan y estudian, decidiendo su aprobación y dotándolas de recursos para llevarlas a cabo.

Calibrador Vernier

Instrumento mecánico para medición lineal de exteriores, medición de interiores y de profundidades. El vernier permiten realizar lecturas hasta 0.05

o 0.02 mm y de 0.001" o 1/128" dependiendo del sistema de graduación a utilizar (métrico o inglés).

Ciclo PHVA

El ciclo PHVA es una herramienta de la mejora continua, presentada por Deming a partir del año 1950, la cual se basa en un ciclo de 4 pasos: Planificar (Plan), Hacer (Do), Verificar (Check) y Actuar (Act). Se suele usar esta metodología en la implementación de un sistema de gestión de la calidad, de tal manera que al aplicarla en la política y objetivos de calidad así como la red de procesos la probabilidad de éxito sea mayor.

Valor Actual Neto (VAN)

Valor actual neto procede de la expresión inglesa Net present value. Es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión.

Tasa Interna de Retorno (TIR)

Está definida como la tasa de interés con la cual el valor actual neto o valor presente neto (VAN o VPN) es igual a cero. Es un indicador de la rentabilidad de un proyecto, a mayor TIR, mayor rentabilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cuatrecasas Luis. TPM, Mantenimiento Productivo Total. Madrid, España: Editorial Gestión 2000; 2000.
2. Duffuaa, Salih; Raouf Abdul; Campbell John. Sistema de Mantenimiento. México DF, México: Editorial Limusa; 2000.
3. Rey Sacristán, Francisco. Mantenimiento Total de la Producción. Madrid, España: Editorial Fundación Confemetal; 2001.
4. Sampieri Hernandez Roberto. Metodología de la Investigación Científica. Mexico: Editorial Mc Graw Hill; 2003.
5. Gonzales Fernández Francisco Javier. Teoría y práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado. Madrid, España: Fundación CONFEMETAL; 2003.
6. Maldonado Susano Armando Maldonado. Conceptos Básicos de Mantenimiento Aplicados a Flotas Vehiculares. Mexico : CONAE; 2002.
7. Deitel, Harvey M. y Deitel, Paul J. Como programar en JAVA. Mexico. Editorial Prentice Hall; 2004.

8. Antezana Delgado, Juan. Modelo de Gestión del Mantenimiento: Una Visión Estratégica. II Congreso de Ingeniería Mecánica ASME – Perú; 2006.

ANEXOS

ANEXO A

TABLA DE DATOS DE LOS VEHÍCULOS DE LA EMPRESA DE TRANSPORTES SATÉLITE

PADRON	KILOMETRAJE	PLACA	MÓDELO	COMBUSTIBLE	ANNO	MARCA	SERVICIO	Nº MOTOR	Nº SERIE
001	522137	VG-1535	MA-75T	Petroleo	1997	MODASA-AGRALE	Ruta	AB60074U826487C	9BYC12F1SVC00052
002	530999	VG-1536	MA-75T	Petroleo	1997	MODASA-AGRALE	Ruta	AB60074U796494C	9BYC12F1STC00019
003	537051	VG-1537	MA-75T	Petroleo	1997	MODASA-AGRALE	Ruta	AB60074U796495C	9BYC12F1STC00017
004	327020	VG-1538	MA-75T	Petroleo	1997	MODASA-AGRALE	Ruta	AB60074U796497C	9BYC12F1STC00015
005	528726	VG-1539	MA-75T	Petroleo	1997	MODASA-AGRALE	Ruta	AB60074U796500C	9BYC12F1SVC00047
006	532086	VG-1540	MA-75T	Petroleo	1997	MODASA-AGRALE	Ruta	AB60074U796499C	9BYC12F1SVC00048
007	438223	VG-1541	MA-75T	Petroleo	1997	MODASA-AGRALE	Ruta	AB60074U826488C	9BYC12F1SVC00049
008	333908	VG-1542	MA-75T	Petroleo	1997	MODASA-AGRALE	Ruta	AB60074U826481C	9BYC12F1SVC00050
009	523824	VG-1543	MA-75T	Petroleo	1997	MODASA-AGRALE	Ruta	AB60074U826482C	9BYC12F1SVC00051
010	536564	VG-1544	MA-75T	Petroleo	1997	MODASA-AGRALE	Ruta	AB60074U826490C	9BYC12F1SVC00053
011	356439	VG-1811	MA-75T	Petroleo	1997	MODASA-AGRALE	Ruta	AB60074U796496C	9BYC12F1STC00014
012	530823	VG-1097	MA-75T	Petroleo	1997	MODASA-AGRALE	Ruta	ABU706755ARP36130PL01	9BYC12F1STC00016
013	444582	UD-3145	MA80T	Petroleo	2000	MODASA-AGRALE	Ruta		
014	438223	VG-7410	MA8.5T	GNV	2005	MODASA-AGRALE	Ruta		
015	356738	VG-2694	MAS 8.0110UP	Petroleo	1997	MODASA-AGRALE	Turistico	TX67501X12908Y	9BYC12F1SVC00012
016	519239	VG-3528	MAS 8.0-130UE	Petroleo	1998	MODASA-AGRALE	Turistico	YC67525U673638	9BYC12F1SWC000154
017		UI-9189	HZ1110WKR2	Petroleo	1996	YueYin	Turistico	LP1D67802X12582Y	HZZ1110WRKR295C0031
018	444535	VG-6907	MD6605	Petroleo	2004	MUDAN	Turistico		
019	338399	VG-6910	MD6605	Petroleo	2004	MUDAN	Turistico		
020		ROT-390	H-1 M/BUS	Petroleo	2007	HYUNDAI	Turistico		

ANEXO B
MATRIZ DE CONSISTENCIA

ANTECEDENTES	PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	MÉTODO	INDICADORES
<p>Años atrás la empresa fue vendida al Ingeniero Edgardo Ramírez García, con la nueva administración se centraron las actividades en reflotar la empresa desde un punto de vista de gestión de ventas, incrementando la cantidad de servicios y rutas contratadas. Asimismo se redujo personal administrativo centrándose la mayor atención en las operaciones.</p> <p>Esto conllevó a un exceso de trabajo de los vehículos de la institución dificultando su control ya que el ritmo de trabajo de los vehículos era más arduo, lo cual requería mayores controles y coordinación de las actividades de mantenimiento. También se empezó a notar la ausencia de procedimientos y formalización de procesos para las actividades de mantenimiento lo cual generó:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fallas de vehículos en ruta - Fallas de vehículos durante la ejecución de un servicio turístico - Incremento de los costos de mantenimiento debido a demasiados mantenimientos correctivos. 	<p>Problema General</p> <p>¿En qué medida, el diseño de un sistema de mantenimiento permitirá a la empresa SATÉLITE S.A. incrementar la productividad de la flota?</p> <p>Problemas Específicos</p> <p>¿En qué medida la aplicación de un Plan de Mantenimiento permitirá obtener una mayor disponibilidad de vehículos?</p> <p>¿En qué medida una planificación sistemática de mantenimiento, influye en la frecuencia de fallas de los vehículos?</p> <p>¿En qué medida la asignación y capacitación en actividades de mantenimiento simple a los conductores de vehículos contribuye al incremento de la disponibilidad de los vehículos?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Incrementar las tasa de productividad de la flota de vehículos.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>Incrementar la tasa de disponibilidad de los vehículos</p> <p>Disminuir la tasa de fallas por componente</p> <p>Incrementar las Horas Disponibles por vehículo.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>El diseño del sistema de mantenimiento permitirá a la empresa SATÉLITE S.A. incrementar la productividad de la flota de vehículos.</p> <p>Hipótesis Específicas:</p> <p>La aplicación de un plan de Mantenimiento permitirá incrementar la disponibilidad de los vehículos.</p> <p>La planificación sistemática de mantenimiento permitirá disminuir la tasa de fallas por componente</p> <p>La asignación y capacitación en actividades de mantenimiento simple a los conductores de vehículos incrementará la disponibilidad de los vehículos</p>	<p>Variable Dependiente</p> <p>EL RATIO DE PRODUCTIVIDAD DE LA FLOTA DE VEHICULOS DE LA EMPRESA SATÉLITE S.A.</p> <p>Variable Independiente</p> <p>SISTEMA DE MANTENIMIENTO</p>	<p>Tipo de Investigación</p> <p>Descriptiva y de Campo Directa</p> <p>Universo Físico</p> <p>Taller de Mantenimiento y Oficinas Administrativas</p> <p>Diseño</p> <p>Experimental</p> <p>Procedimiento. Técnicas de Recolección de Datos</p> <p>1. Observación Sistemática</p> <p>2. Revisión y Análisis Documental</p> <p>Técnicas de Procesamiento de Datos</p> <p>1. Técnica de Representación Gráfica.</p> <p>2. Análisis de Contenido.</p> <p>3. Técnicas de Análisis Estadístico</p>	<p>Tiempo promedio entre fallas</p> <p>Cantidad de fallas por año por componente</p> <p>Tasa de disponibilidad de flota de ómnibus</p> <p>Tasa de productividad</p>

ANEXO C

ESTADO DE ÁREA DE TRABAJO

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> URBANITO </div>	ESTADO DE ÁREAS DE TRABAJO/ OPINIONES DE OPERARIOS/PROFESIONALES/TÉCNICOS	Fecha:
AREA DE TRABAJO	LINEA	OPERARIO <input type="checkbox"/> PROFESIONAL <input type="checkbox"/> TÉCNICO <input type="checkbox"/>
<p>Indique los principales problemas que observa en el área de trabajo y que dan lugar a disfuncionamientos en los ómnibus y a alargar las intervenciones</p> <p>Indique las ideas que tenga para mejorar su puesto de trabajo en los siguientes aspectos</p> <ul style="list-style-type: none"> -Orden -Averías -Falta de medios -Limpieza 	<u>AVERIAS MAS FRECUENTES E IMPORTANTES</u>	
	<u>ASPECTOS DE MEJORA</u>	
	<u>PROBLEMAS DE SERVICIO MAS FRECUENTE</u>	
<u>ASPECTOS DE MEJORA</u>		
<u>PROBLEMAS OBSERVADOS EN EL CAMBIO DE RUTA Y CONTROLES</u>		
<u>ASPECTOS DE MEJORA</u>		

ANEXO D

DETALLE DE RESULTADO DE ENCUESTA

Valor	No	Casi Nunca	A veces	Casi Siempre	Si
ORGANIZACIÓN GENERAL					
1.- ¿Ha definido por escrito y ha hecho aprobar la organización de la función de mantenimiento?		5			
2.- ¿Se comprueban las responsabilidades y las tareas definidas en la organización de forma periódica para su adaptación?	0				
3.- ¿Están las responsabilidades y las tareas de los capataces o encargados y de los contraмаestres claramente definidos?		5			
4.- ¿Es Suficiente el personal de dirección y supervisión?	0				
5.- ¿Está la actividad de cada contraмаestre enmarcada en un presupuesto de funcionamiento?				15	
6.- ¿Hay alguien designado para asegurar la coordinación del suministro, de los trabajos, de los estudios de instalaciones y de la formación?			10		
7.- ¿Existen descripciones para cada uno de los puestos de ejecución?	0				
8.- ¿Se reúnen el personal de la Unidad para analizar los trabajos a realizar?					20
SUBTOTAL	0	10	10	15	20
	SUBTOTAL				55
	%				34%

Valor	No	Casi Nunca	A veces	Casi Siempre	Si
MÉTODOS DE TRABAJO					
1.- ¿Para las intervenciones importantes se favorece la preparación del trabajo?					20
2.- ¿Se utilizan soportes impresos para establecer presupuestos?			10		
3.- ¿Disponen de métodos operativos escritos para los trabajos complejos o sofisticados?	0				
4.- ¿Conservan los expedientes de preparación?	0				
5.- ¿Se cuenta con métodos de estimación de tiempos?	0				
6.- ¿Se utiliza el método PERT para la preparación de trabajos largos e importantes?	0				
7.- Tienen acceso a metodologías formalizadas de reparaciones			10		
8.- ¿Guardan unidades en almacén, hacen preparar kits antes de sus intervenciones?		5			
9.- ¿Está el conjunto de documentación debidamente clasificada y accesible?	0				
SUBTOTAL	0	5	20	0	20
SUBTOTAL					45
%					25%

Valor	No	Casi Nunca	A veces	Casi Siempre	Si
CONTROL TÉCNICO DE EQUIPOS					
1.- ¿Disponen de una lista de los vehículos?					20
2.- ¿Cada vehículo tiene un número de identificación?			10		
3.- ¿Tiene todo el equipamiento un número de identificación claramente señalado?					20
4.- ¿Se registran sistemáticamente las modificaciones, instalaciones nuevas o la supresión de equipamientos?	0				
5.- ¿Existe un archivo técnico para cada equipo?				15	
6.- ¿Existe una reseña histórica de los trabajos de cada equipamiento?					20
7.- ¿Disponen de información sobre las horas paradas y las piezas consumidas?				15	
8.- ¿Existen responsables del cuidado de las reseñas históricas?			10		
9.- ¿Se analizan las reseñas históricas una vez al año?	0				
SUBTOTAL	0	0	20	30	60
SUBTOTAL					110
%					61%

Valor	No	Casi Nunca	A veces	Casi Siempre	Si
GESTIÓN DE LAS ORDENES DE TRABAJO					
1.- ¿Tienen un programa establecido de mantenimiento preventivo?		5			
2.- ¿Disponen de fichas escritas de mantenimiento preventivo?		5			
3.- ¿Existe algún responsable del conjunto de las acciones de mantenimiento preventivo?	0				
4.- ¿Tienen los usuarios de los equipos responsabilidades en materia de reglaje o ajuste y mantenimiento de rutina?		5			
5.- ¿Tienen un registro de demandas de trabajo?	0				
6.- ¿Hay alguna persona más específicamente responsable de la planificación de los trabajos?			10		
7.- ¿Se tienen reglas definidas para asignar prioridades a los trabajos?	0				
8.- ¿Se conoce permanentemente la carga de trabajo?	0				
9.- ¿Se reúnen periódicamente los contraмаestres para debatir las prioridades, problemas de planning?	0				
10.- ¿Disponen Uds. de un planning semanal de distribución de los trabajos?			10		
SUBTOTAL	0	15	20	0	0
SUBTOTAL					35
					18%

Valor	No	Casi Nunca	A veces	Casi Siempre	Si
GESTIÓN DE LOS REPUESTOS					
1.- ¿Disponen de un almacén cerrado para almacenar las piezas de recambio?			10		
2.- ¿Disponen de libre servicio para los artículos de consumo habitual?	0				
3.- ¿Llevan al día las fichas de stock manuales o informatizadas?			10		
4.- ¿Se eliminan las piezas obsoletas?	0				
5.- ¿Llevan al día el consumo de repuestos por equipo				15	
6.- ¿Está disponible el valor y el número de los artículos				15	
7.- ¿Están las piezas debidamente guardadas e identificadas?	0				
8.- ¿Se ha definido el umbral de desencadenamiento o las cantidades de aprovisionamiento para cada artículo en stock?	0				
9.- ¿Están identificadas las piezas intercambiables?			10		
SUBTOTAL	0	0	30	30	0
SUBTOTAL					60
					33%

Valor	No	Casi Nunca	A veces	Casi Siempre	Si
COMPRA Y APROVISIONAMIENTO DE REPUESTOS Y MATERIAS PRIMAS					
1.- ¿Hay Procedimientos formalizados para la emisión de peticiones de compra y otorgamiento de pedidos?	0				
2.- ¿Hay alguna persona más específicamente responsable del control de las peticiones de compra?					20
3.- ¿Se requiere el visto bueno del responsable del servicio para cualquier petición de repuesto cuyo precio sea elevado?					20
4.- ¿Los plazos de emisión son suficientemente cortos?		5			
5.- ¿Hay mercados negociados para los artículos estándar o consumibles?		5			
6.- ¿Para artículos específicos recurren Uds. a suministradores distintos a los fabricantes del equipo?					20
7.- ¿Existe cohesión entre el servicio de compras y de mantenimientos?					20
SUBTOTAL	0	10	0	0	80
SUBTOTAL					90
					64%

Valor	No	Casi Nunca	A veces	Casi Siempre	Si
ORGANIZACIÓN DE LA UNIDAD DE MANTENIMIENTO					
1.- ¿Es suficiente el espacio del taller de mantenimiento?	0				
2.- ¿Las oficinas de los supervisores están a pie de obra en el taller?					20
3.- ¿Dispone su taller de calefacción y de aire acondicionado?	0				
4.- ¿Hay un responsable de almacén?		5			
5.- ¿Se encuentra próximo el taller al almacén de herramientas y repuestos?					20
6.- ¿Dispone cada operario de un puesto de trabajo bien identificado?	0				
SUBTOTAL	0	5	0	0	40
SUBTOTAL					45
					38%

Valor	No	Casi Nunca	A veces	Casi Siempre	Si
HERRAMIENTAS					
1.- ¿Disponen en propiedad de un inventario de herramientas y equipamientos de pruebas?	0				
2.- ¿Se pone al día de forma regular ese inventario?	0				
3.- ¿Disponen de todas las herramientas especiales y de los equipamientos que necesitan?		10			
4.- ¿Llevan a cabo el mantenimiento preventivo con ayuda de los equipamientos de pruebas de su propiedad?	0				
5.- ¿Están disponibles y hay suficiente cantidad de herramientas y de equipamiento?	0				
6.- ¿Está definido y se lleva a cabo de forma correcta el contraste de los aparatos de medida?	0				
7.- ¿Dispone el proceso de puesta a disposición y de utilización de las herramientas por escrito?	0				
8.- ¿Dispone cada operario de una caja de herramientas personal?	0				
9.- ¿Disponen de medios de manipulación in situ?					20
SUBTOTAL	0	10	0	0	20
SUBTOTAL					30
					17%

Valor	No	Casi Nunca	A veces	Casi Siempre	Si
DOCUMENTACIÓN TÉCNICA					
1.- ¿Disponen de documentación técnica general suficiente: mecánica de construcción, electricidad, código de entorno y nocividad, regulaciones?			10		
2.- ¿Disponen de los planos de conjunto y los esquemas necesarios	0				
3.- ¿Están disponibles las instrucciones técnicas de utilización y mantenimiento, así como las listas de las piezas sueltas para equipamientos de mayor envergadura	0				
4.- ¿Se ponen al día los planos y los esquemas a medida que se aportan las modificaciones	0				
5.- ¿Se registran los trabajos de modificación de los equipamientos y se archivan los expedientes de preparación correspondientes		5			
6.- ¿Son fácilmente obtenibles los contratos de mantenimiento					20
SUBTOTAL	0	5	10	0	20
SUBTOTAL					35
					29%

Valor:	No.	Casi Nunca	A veces	Casi Siempre	Si.
CONTROL DE ACTIVIDADES					
1.- ¿Disponen de un cuadro de mando que les permita decidir las acciones correctivas a tomar?	0				
2.- ¿Se dan informes regulares de control de las horas y los costos de mano de Obra, repuestos, TFSE?	0				
3.- ¿Se siguen las especificaciones técnicas del servicio y la disponibilidad de los equipamientos y plazos de respuesta?	0				
4.- ¿Se controla la eficacia del potencial de mantenimiento?	0				
5.- ¿Dominan su carga de Trabajo?	0				
6.- ¿Se disponen de los costos de mantenimiento por equipo?	0				
7.- ¿Disponen de un servicio de mantenimiento de una herramienta de gestión informatizada de la actividad?	0				
8.- ¿Disponen de informes de síntesis en un plazo suficientemente corto?	0				
9.- ¿Emiten de forma regular un informe de actividad?				15	
SUBTOTAL	0	0	0	15	0
SUBTOTAL					15
					8%

ANEXO E
SISTEMA DE COMPONENTES DEFINIDOS PARA LOS
VEHICULOS

SISTEMA	SUB-SISTEMA	DETALLE / COMPONENTE
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO 5000 KM MANTENIMIENTO PREVENTIVO 10000KM
MOTOR	INTEGRIDAD DEL MOTOR	INTEGRIDAD DEL MOTOR
	SISTEMA ESTRUCTURAL	CAMISA PISTÓN CULATA FAJA DE VENTILACIÓN CIGÜEÑAL BIELAS
	SISTEMA DE COMBUSTIBLE	VÁLVULAS INYECTORES BOMBA DE INYECCIÓN
	SISTEMA LUBRICACIÓN	ACEITE DE MOTOR BOMBA DE ACEITE FILTRO DE ACEITE
	SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	BANDEJA DE AGUA BOMBA DE AGUA EVAPORADOR MANGUERAS RADIADOR
	SISTEMA DE AIRE	FILTRO DE AIRE TURBOCOMPRESORA
	OTROS	ACCESORIOS DE MOTOR RETEN DE MOTOR SOPORTE DE MOTOR
TRANSMISIÓN	SISTEMA ÁRBOL DE PROPULSIÓN	CAJA DE CAMBIO CARDAN EJE POSTERIOR
	SISTEMA ÁRBOL DE TRANSMISIÓN	CONTRAEJE CORONA EJE MOTRIZ ENGRANAJES
	OTROS	ACEITE DE CAJA DE CAMBIO ACEITE DE CORONA ARTICULACIÓN DE PALANCA DE CAMBIO RETEN DE CAJA DE CAMBIO RETEN DE CORONA
	SISTEMA EMBRAGUE	BOMBA DE EMBRAGUE BOMBÍN DE EMBRAGUE DISCO DE EMBRAGUE HORQUILLAS MANGUERA HIDRÁULICA PLATO Y VOLANTE PÍVOT DE EMBRAGUE

SISTEMA	SUB-SISTEMA	DETALLE / COMPONENTE
SISTEMA ELÉCTRICO	SISTEMA BATERÍAS	ALTERNADOR BATERÍAS BORNES DE BATERÍA
	SISTEMA DE ILUMINACIÓN	ARRANCADOR
	OTROS	ACCESORIOS LEDS, INDICADORES LIMPIA PARABRISAS PUERTAS
	SISTEMA ENCENDIDO	CENTRAL ELÉCTRICA ILUMINACIÓN EXTERNA ILUMINACIÓN INTERNA
DIRECCIÓN	SISTEMA DE DIRECCIÓN	BARRA DE UNIÓN BRAZOS DE DIRECCIÓN BRAZOS PITMAN COLUMNA DE DIRECCIÓN
	SISTEMA DE LLANTAS Y AROS	ACCESORIOS DE RUEDAS AROS LLANTAS DELANTERAS LLANTAS POSTERIORES
FRENOS	OTROS	ARTICULACIÓN Y BASE DE PEDALES TUBERÍAS Y ACCESORIOS
	SISTEMA MECÁNICO	RESORTES DE FRENOS RODILLOS DE FRENOS TAMBORES DELANTEROS TAMBORES POSTERIORES ZAPATAS DELANTERAS ZAPATAS POSTERIORES
	SISTEMA NEUMÁTICO	BOMBA DE FRENO GOBERNADOR DE AIRE PULMONES DELANTEROS PULMONES POSTERIORES TANQUE DE AIRE VÁLVULAS Y ACCESORIOS (FRENOS)
SUSPENSIÓN Y ESTABILIZACIÓN	SISTEMA DE AMORTIGUAMIENTO	AMORTIGUADOR DELANTERO AMORTIGUADOR POSTERIOR
	SISTEMA DE ESTABILIZACIÓN	BARRA DE TORSIÓN BARRA ESTABILIZADORA
	SISTEMA DE SUSPENSIÓN	GOMAS ABRAZADERAS MUELLES DELANTEROS GOMAS ABRAZADERAS MUELLES POSTERIORES MUELLES DELANTEROS MUELLES POSTERIORES

SISTEMA	SUB-SISTEMA	DETALLE / COMPONENTE
CHASIS	SISTEMA ESTRUCTURAL	ACCESORIOS DE CHASIS CONTROL DE ACELERADOR TANQUE DE COMBUSTIBLE
	ACCESORIOS Y OTROS	OTROS
	SISTEMA DE EJES	SOPORTE DE EJE DELANTERO SOPORTE DE EJE POSTERIOR
	TABLERO DE MANDO	CLAXON MEDIDOR DE COMBUSTIBLE MEDIDOR DE TEMPERATURA PALANCA DE CAMBIO- LUCES DIRECCIONALES RELOJ DE KILOMETRAJE TACÓMETRO
CARROCERÍA Y EQUIPOS ADICIONALES	CASCO	CARROCERÍA FRONTAL / POSTERIOR CARROCERÍA LATERAL DER. / IZQ. PAREDES LATERALES DER. PAREDES LATERALES IZQ. TECHO
	MICAS Y FAROS	LUCES DELANTERA LUCES LATERALES LUCES POSTERIORES MICA DE PELIGRO
	OTROS	ESPEJOS RETROVISORES EXTERNOS ESPEJOS RETROVISORES INTERNOS
	PUERTAS, ESCOTILLAS Y VENTANAS	ESCOTILLA DE TECHO PUERTA DELANTERA + ESCALERAS PUERTA POSTERIOR + ESCALERAS VIDRIOS / PARABRISAS DELAN Y POSTERIOR VIDRIOS LATERALES
EQUIPOS OPCIONALES Y AUXILIARES	EQUIPOS AUXILIARES	ASIENTO REVESTIMIENTOS DE ASIENTOS Y PASAMANOS
	EQUIPOS DE SEGURIDAD	CINTURONES DE SEGURIDAD GATA LLAVE DE RUEDAS OTROS
	EQUIPOS OPCIONALES	EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO MICRÓFONO Y AMPLIFICADOR RADIO Y PARLANTES TV, VHS Y DVD
OTROS	OTROS	OTROS COMPONENTES

ANEXO F

RESULTADOS DE ANALISIS CUALITATIVO DE COMPONENTES

PREGUNTAS		¿La falla del componente puede ser detectada a simple vista?		¿La falla del componente puede paralizar el ómnibus?		¿La falla de este componente se da con una corta periodicidad?		¿El proceso de reparación y/o cambio de este componente es caro?	
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
CARROCERIA Y EQUIPOS ADICIONALES	CARROCERÍA FRONTAL / POSTERIOR	X			X		X		X
	CARROCERÍA LATERAL DER. / IZQ.	X			X		X		X
	PAREDES LATERALES DER.	X			X		X		X
	PAREDES LATERALES IZQ.	X			X		X		X
	TECHO	X			X		X		X
	LUCES DELANTERAS	X			X		X		X
	LUCES LATERALES	X			X		X		X
	LUCES POSTERIORES	X			X		X		X
	MICA DE PELIGRO	X			X		X		X
	ESPEJOS RETROVISORES EXTERNOS	X			X		X		X
	ESPEJOS RETROVISORES INTERNOS	X			X		X		X
	ESCOTILLA DE TECHO	X			X		X		X
	PUERTA DELANTERA + ESCALERAS	X			X		X		X
	PUERTA POSTERIOR + ESCALERAS	X			X		X		X
	VIDRIOS / PARABRISAS DELAN Y POSTERIOR	X			X		X		X
VIDRIOS LATERALES	X			X		X		X	
OTROS		X			X		X		X
CHASIS	SOPORTE DE EJE DELANTERO		X		X		X		X
	SOPORTE DE EJE POSTERIOR		X		X		X		X
	ACCESORIOS DE CHASIS		X		X		X		X
	CONTROL DE ACELERADOR		X		X		X		X
	TANQUE DE COMBUSTIBLE		X		X		X		X
	CLAXON	X			X		X		X
	MEDIDOR DE COMBUSTIBLE	X			X		X		X
	MEDIDOR DE TEMPERATURA	X			X		X		X
	PALANCA DE CAMBIO - LUCES DIRECCIONALES	X			X		X		X
	RELOJ DE KILOMETRAJE	X			X		X		X
	TACÓMETRO	X			X		X		X
DIRECCIÓN	BARRA DE UNIÓN		X		X		X		X
	BRAZOS DE DIRECCIÓN		X		X		X		X
	BRAZOS PITMAN		X		X		X		X
	COLUMNA DE DIRECCIÓN		X		X		X		X
	ACCESORIOS DE RUEDAS		X		X		X		X
	AROS	X			X		X		X
	LLANTAS DELANTERAS	X			X		X		X
LLANTAS POSTERIORES DERECHA	X			X		X		X	
LLANTAS POSTERIORES IZQUIERDA	X			X		X		X	
EQUIPOS OPCIONALES Y AUXILIARES	ASIENTO	X			X		X		X
	REVESTIMIENTOS DE ASIENTOS Y PASAMANOS	X			X		X		X
	CINTURONES DE SEGURIDAD	X			X		X		X
	OTROS	X			X		X		X
	EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO	X			X		X		X
	MICROFONO Y AMPLIFICADOR	X			X		X		X
	RADIO Y PARLANTES	X			X		X		X
TV, VHS Y DVD	X			X		X		X	
FRENOS	ARTICULACIÓN Y BASE DE PEDALES	X			X		X		X
	TUBERÍAS Y ACCESORIOS	X			X		X		X
	RESORTE DE FRENOS		X		X		X		X
	RODILLOS DE FRENOS		X		X		X		X
	TAMBORES DELANTEROS		X		X		X		X
	TAMBORES POSTERIORES		X		X		X		X
	ZAPATAS DELANTERAS		X		X		X		X
	ZAPATAS POSTERIORES		X		X		X		X
	BOMBA DE FRENO		X		X		X		X
	GOBERNADOR DE AIRE		X		X		X		X
	PULMONES DELANTEROS		X		X		X		X
	PULMONES POSTERIORES		X		X		X		X
	TANQUE DE AIRE	X			X		X		X
	VÁLVULAS Y ACCESORIOS (FRENOS)		X		X		X		X

PREGUNTAS		¿La falla del componente puede ser detectada a simple vista?		¿La falla del componente puede paralizar el ómnibus?		¿La falla de este componente se da con una corta periodicidad?		¿El proceso de reparación y/o cambio de este componente es caro?	
SISTEMA	COMPONENTE	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
MOTOR	ACCESORIOS DE MOTOR		X		X		X		X
	RETÉN DE MOTOR		X		X		X	X	
	SOPORTE DE MOTOR		X	X			X	X	
	FILTRO DE AIRE	X			X	X			X
	TURBOCOMPRESORA		X	X			X		X
	BOMBA DE INYECCIÓN		X	X			X	X	
	INYECTORES	X		X			X	X	
	VÁLVULAS	X		X			X	X	
	BANDEJA DE AGUA	X			X				X
	BOMBA DE AGUA	X			X				X
	EVAPORADOR	X		X			X		X
	MANGUERAS	X			X	X			X
	RADIADOR	X		X			X		X
	BIELAS		X	X			X		X
	CAMISA		X	X			X		X
	CIGÜEÑAL		X	X			X		X
CULATA		X	X			X		X	
FAJA DE VENTILACIÓN		X	X			X		X	
PISTÓN		X	X			X		X	
ACEITE DE MOTOR	X				X	X		X	
BOMBA DE ACEITE	X				X	X		X	
FILTRO DE ACEITE	X				X	X		X	
OTROS	OTROS COMPONENTES		X		X	X		X	
SISTEMA ELECTRICO	ACCESORIOS	X			X		X		X
	LEDS, INDICADORES	X			X		X		X
	LIMPIA PARABRISAS	X			X		X		X
	PUERTAS	X			X		X		X
	ALTERNADOR		X	X			X		X
	BATERÍAS		X	X			X		X
	BORNES DE BATERÍA		X	X			X		X
	ARRANCADOR	X		X			X		X
	CENTRAL ELÉCTRICA	X		X			X		X
	ILUMINACIÓN EXTERNA		X		X		X		X
ILUMINACIÓN INTERNA		X		X		X		X	
SUSPENSIÓN Y ESTABILIZACIÓN	AMORTIGUADOR POSTERIOR		X	X			X	X	
	AMORTIGUADOR DELANTERO		X	X			X	X	
	BARRA DE TORSIÓN		X	X			X	X	
	BARRA ESTABILIZADORA		X	X			X	X	
	GOMAS ABRAZADERAS MUELLES DELANTEROS	X		X			X		X
	GOMAS ABRAZADERAS MUELLES POSTERIORES	X		X			X		X
MUELLES DELANTEROS	X			X	X			X	
MUELLES POSTERIORES	X			X	X			X	
TRANSMISIÓN	CAJA DE CAMBIO		X	X			X	X	
	CARDAN		X	X			X	X	
	EJE POSTERIOR		X	X			X	X	
	EJE POSTERIOR DERECHO		X	X			X	X	
	EJE POSTERIOR IZQUIERDO		X	X			X	X	
	CONTRAJEJE		X	X			X	X	
	CORONA		X		X		X	X	
	EJE MOTRIZ		X	X			X	X	
	ENGRANAJES		X		X		X	X	
	BOMBA DE EMBRAGUE		X	X			X	X	
	BOMBÍN DE EMBRAGUE		X	X			X	X	X
	DISCO DE EMBRAGUE		X	X			X	X	X
HORQUILLAS		X		X		X		X	
MANGUERA HIDRÁULICA		X		X		X		X	

ANEXO G

POLÍTICA DE MANTENIMIENTO POR COMPONENTE

COMPONENTE	NOMBRE MANTENIMIENTO
CARROCERÍA FRONTAL / POSTERIOR	MANTENIMIENTO CORRECTIVO SIMPLE
CARROCERÍA LATERAL DER. / IZQ	MANTENIMIENTO CORRECTIVO SIMPLE
PAREDES LATERALES DER.	MANTENIMIENTO CORRECTIVO SIMPLE
PAREDES LATERALES IZQ.	MANTENIMIENTO CORRECTIVO SIMPLE
TECHO	MANTENIMIENTO CORRECTIVO SIMPLE
LUCES DELANTERAS	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO NO PROGRAMADO
LUCES LATERALES	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO NO PROGRAMADO
LUCES POSTERIORES	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO NO PROGRAMADO
MICA DE PELIGRO	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO NO PROGRAMADO
ESPEJOS RETROVISORES EXTERNOS	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO NO PROGRAMADO
ESPEJOS RETROVISORES INTERNOS	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO NO PROGRAMADO
ESCOTILLA DE TECHO	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PROGRAMADO
PUERTA DELANTERA + ESCALERAS	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PROGRAMADO
PUERTA POSTERIOR + ESCALERAS	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PROGRAMADO
VIDRIOS / PARABRISAS DELAN Y POSTERIOR	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PROGRAMADO
VIDRIOS LATERALES	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PROGRAMADO
OTROS	MANTENIMIENTO CORRECTIVO SIMPLE
SOPORTE DE EJE DELANTERO	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO I
SOPORTE DE EJE POSTERIOR	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO I
ACCESORIOS DE CHASIS	MANTENIMIENTO CORRECTIVO SIMPLE
CONTROL DE ACELERADOR	MANTENIMIENTO CORRECTIVO SIMPLE
TANQUE DE COMBUSTIBLE	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO I
CLAXON	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PROGRAMADO
MEDIDOR DE COMBUSTIBLE	MANTENIMIENTO CORRECTIVO SIMPLE
MEDIDOR DE TEMPERATURA	MANTENIMIENTO CORRECTIVO SIMPLE
PALANCA DE CAMBIO - LUCES DIRECCIONALES	MANTENIMIENTO CORRECTIVO SIMPLE
RELOJ DE KILOMETRAJE	MANTENIMIENTO CORRECTIVO SIMPLE
TACÓMETRO	MANTENIMIENTO CORRECTIVO SIMPLE
BARRA DE UNIÓN	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO I
BRAZOS DE DIRECCIÓN	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO I
BRAZOS PITMAN	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO I
COLUMNA DE DIRECCIÓN	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO I
ACCESORIOS DE RUEDAS	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO II
AROS	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO I
LLANTAS DELANTERAS	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO
LLANTAS POSTERIORES DERECHA	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO
LLANTAS POSTERIORES IZQUIERDA	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO
ASIENTO	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PROGRAMADO
REVESTIMIENTOS DE ASIENTOS Y PASAMANOS	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PROGRAMADO
CINTURONES DE SEGURIDAD	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO NO PROGRAMADO
OTROS	MANTENIMIENTO CORRECTIVO SIMPLE
EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO	MANTENIMIENTO CORRECTIVO SIMPLE
MICRÓFONO Y AMPLIFICADOR	MANTENIMIENTO CORRECTIVO SIMPLE
RADIO Y PARLANTES	MANTENIMIENTO CORRECTIVO SIMPLE
TV, VHS Y DVD	MANTENIMIENTO CORRECTIVO SIMPLE
ARTICULACIÓN Y BASE DE PEDALES	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO I
TUBERÍAS Y ACCESORIOS	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO I
RESORTE DE FRENOS	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO II
RODILLOS DE FRENOS	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO II
TAMBORES DELANTEROS	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO II
TAMBORES POSTERIORES	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO II
ZAPATAS DELANTERAS	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO II
ZAPATAS POSTERIORES	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO II
BOMBA DE FRENO	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO II
GOBERNADOR DE AIRE	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO II
PULMONES DELANTEROS	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO I
PULMONES POSTERIORES	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO I

COMPONENTE	NOMBRE MANTENIMIENTO
TANQUE DE AIRE	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO I
VÁLVULAS Y ACCESORIOS (FRENOS)	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO II
ACCESORIOS DE MOTOR	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO II
RETÉN DE MOTOR	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO II
SOPORTE DE MOTOR	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO I
FILTRO DE AIRE	MANTENIMIENTO CORRECTIVO SIMPLE
TURBOCOMPRESORA	MANTENIMIENTO PREVENTIVO REAL
BOMBA DE INYECCIÓN	MANTENIMIENTO PREVENTIVO REAL
INYECTORES	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO I
VÁLVULAS	MANTENIMIENTO PREVENTIVO REAL
BANDEJA DE AGUA	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO II
BOMBA DE AGUA	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO II
EVAPORADOR	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO II
MANGUERAS	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO II
RADIADOR	MANTENIMIENTO PREVENTIVO REAL
BIELAS	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO I
CAMISA	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO I
CIGÜEÑAL	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO I
CULATA	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO I
FAJA DE VENTILACIÓN	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO II
PISTÓN	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO I
ACEITE DE MOTOR	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO II
BOMBA DE ACEITE	MANTENIMIENTO CORRECTIVO SIMPLE
FILTRO DE ACEITE	MANTENIMIENTO CORRECTIVO SIMPLE
OTROS COMPONENTES	MANTENIMIENTO CORRECTIVO SIMPLE
ACCESORIOS	MANTENIMIENTO AUTONOMO PROGRAMADO
LEDS, INDICADORES	MANTENIMIENTO AUTONOMO PROGRAMADO
LIMPIA PARABRISAS	MANTENIMIENTO AUTONOMO PROGRAMADO
PUERTAS	MANTENIMIENTO AUTONOMO PROGRAMADO
ALTERNADOR	MANTENIMIENTO PREVENTIVO REAL
BATERÍAS	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO II
BORNES DE BATERÍA	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO II
ARRANCADOR	MANTENIMIENTO PREVENTIVO REAL
CENTRAL ELÉCTRICA	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO I
ILUMINACIÓN EXTERNA	MANTENIMIENTO CORRECTIVO SIMPLE
ILUMINACIÓN INTERNA	MANTENIMIENTO CORRECTIVO SIMPLE
AMORTIGUADOR POSTERIOR	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO I
AMORTIGUADOR DELANTERO	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO I
BARRA DE TORSIÓN	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO I
BARRA ESTABILIZADORA	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO I
GOMAS ABRAZADERAS MUELLES DELANTEROS	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO II
GOMAS ABRAZADERAS MUELLES POSTERIORES	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO II
MUELLES DELANTEROS	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO II
MUELLES POSTERIORES	MANTENIMIENTO PREVENTIVO REAL
CAJA DE CAMBIO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO REAL
CARDAN	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO I
EJE POSTERIOR	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO I
EJE POSTERIOR DERECHO	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO I
EJE POSTERIOR IZQUIERDO	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO I
CONTRAEJE	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO I
CORONA	MANTENIMIENTO CORRECTIVO SIMPLE
EJE MOTRIZ	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO I
ENGRANAJES	MANTENIMIENTO CORRECTIVO SIMPLE
BOMBA DE EMBRAGUE	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO I
BOMBÍN DE EMBRAGUE	MANTENIMIENTO CORRECTIVO SIMPLE
DISCO DE EMBRAGUE	MANTENIMIENTO PREVENTIVO REAL
HORQUILLAS	MANTENIMIENTO SIMPLE PREVENTIVO II
MANGUERA HIDRÁULICA	MANTENIMIENTO CORRECTIVO SIMPLE

