

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN FLOTA
VEHICULAR”**

INFORME DE SUFICIENCIA

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

JOSE ANTONIO DÁVILA OSORIO

PROMOCION 2002-I

LIMA – PERU

INDICE

	Página
PRÓLOGO	1
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	3
1.1 Objetivo	3
1.2 Alcance	3
TULO 2: GENERALIDADES	5
2.1 Descripción de la Empresa	5
2.2 Descripción del Proceso Operativo	6
2.3 Capacidad	6
2.4 Consideraciones de Operación	7
2.5 Unidades en estudio	7
2.6 Organigrama de la Empresa	9
APÍTULO 3: PLANTEO DEL PROBLEMA	11
APÍTULO 4: PLANES DE MANTENIMIENTO	13
TULO 5: MANTENIMIENTO CORRECTIVO	15
5.1 Criterios de Criticidad	15

5.2	Análisis de Criticidad de los Componentes	16
5.3	Componentes según clasificación	16
5.4	Costos de Mantenimiento Correctivo	16
CAPÍTULO 6: MANTENIMIENTO PREVENTIVO SISTEMÁTICO		26
6.1	Selección de Componentes	26
6.2	Tareas, Frecuencias y Tiempos de Mantenimiento	27
6.3	Identificación de la Mano de Obra	28
6.4	Refacciones y Consumibles	29
6.5	Programa de Mantenimiento Preventivo Anual	29
6.6	Costos de Mantenimiento Preventivo Sistemático	30
CAPÍTULO 7: PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO		43
7.1	Laboratorio de Análisis de Aceites	44
7.2	Procesamiento de Datos	46
7.3	Flujo de información	47
7.4	Alcance del análisis de aceites	47
7.5	Estimación de Costos	48
CAPÍTULO 8: ORGANIZACIÓN DEL SOFTWARE DE MANTENIMIENTO		57
8.1	Arquitectura del software	57
8.2	Reconocimiento de los input y output	58
CAPÍTULO 9: INDICADORES DE GESTIÓN		60
9.1	Índice de Mantenimiento Correctivo (IMC)	60
9.2	Índice de Mantenimiento Preventivo (IMP)	60
9.3	Índice de Mantenibilidad (IM)	61
9.4	Índice de Productividad en Mantenimiento (IP)	61

CAPITULO 10: CONCLUSIONES	64
BIBLIOGRAFIA	66
ANEXO	67

PRÓLOGO

En la década del noventa se realizaron cambios en la política de importación de vehículos usados, lo cual incrementó notablemente la oferta de transportes a nivel urbano e interprovincial, además bajo una política de generación de empleo se dieron concesiones de rutas a empresas que bajo un examen de requerimientos no hubieran podido cumplir con todos los requisitos técnico-económicos para poder brindar un servicio público de alto riesgo.

En los últimos años se han estado delineando reglas claras y concisas (Reglamento Nacional de Transportes, Reglamento Nacional de Vehículos, Reglamento Nacional de Licencias de Conducir, etc.) para el correcto servicio y programas de control vial, sin embargo hemos sido testigo de la continua sucesión ascendente de “accidentes” viales según estadísticas (Policía de Carreteras, Asociación Peruana de seguros).

Razón por la cual, hoy en día, desde el punto de vista productivo tenemos la necesidad y oportunidad de implementar los programas de mantenimiento (correctivo, preventivo, predictivo, proactivo, etc.) de flota vehicular, aún mas, dando incidencia en la seguridad donde el conductor sea un operador-mantenedor.

Este informe presenta la experiencia de implementación de mantenimiento

preventivo en una empresa de transporte interprovincial, que surgió como necesidad de satisfacer las exigencias del mercado competitivo.

El informe se divide en 10 capítulos. En el Capítulo 1, la introducción, objetivos y alcance del trabajo realizado. En el Capítulo 2, las características y consideraciones de la empresa. En el Capítulo 3 se describe las falencias de la empresa antes de la implementación y los elementos que usamos para el punto de partida de nuestro programa. En los Capítulos del 4 al 6 mostramos la propuesta de solución al problema que se refleja en los planes de mantenimiento correctivo y preventivo. El Capítulo 7 muestra la propuesta de mantenimiento predictivo basado en el análisis del lubricante. El Capítulo 8 trata sobre las bases y flujo de datos para organizar el software de mantenimiento. El Capítulo 9 muestra los principales indicadores de mantenimiento, que son herramientas para la gestión y finalmente el Capítulo 10 expone las conclusiones.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Objetivo:

La implementación del sistema de mantenimiento en flota vehicular propone mantener la disponibilidad de las unidades a un menor costo posible a través de un plan de intervenciones oportunas y promover la seguridad insertando el concepto de operador-mantenedor.

Además, este informe intenta demostrar que la correcta aplicación de estos conceptos nos lleva a un incremento de la productividad y rentabilidad de la empresa.

1.2. Alcance:

El presente informe hace un estudio técnico-económico de dos tipos de unidades que son del mismo año de fabricación, pero de distintas marcas, con la idea de hacer una comparación cuantitativa de debilidades y fortalezas. Los resultados se analizan a lo largo de tres años consecutivos teniendo los dos primeros resultados concluidos y en el último año resultados proyectados.

El primer año se realiza la implementación del Mantenimiento Correctivo reestructurando el esquema de mantenimiento en forma general.

El inicio del mantenimiento Preventivo se lleva a cabo en el segundo año y tenemos como punto de partida los resultados del primer año. Finalmente para el mantenimiento Predictivo tiene carácter de propuesta, de esta manera se intenta demostrar a la gerencia los beneficios de la misma.

Por experiencia, cada unidad es un caso particular dentro de una flota, por tanto el presente estudio técnico-económico estará basado en criterios similares de utilización. Además este informe no tiene la intención de detallar los equipos y herramientas del taller interno, solo las mencionaremos.

2. GENERALIDADES

2.1. Descripción de la empresa:

La empresa se dedica al servicio de transporte interprovincial de **personas, y en la actualidad cuenta con 9 años de experiencia en el rubro. El terminal principal está ubicado en el departamento de Lima, distrito de La Victoria y el taller de mantenimiento está ubicado en el distrito de San Luis. Tiene una frecuencia diaria con el siguiente itinerario:**

a) Zona Sur:

Lima - Cusco - Lima

b) Zona Centro:

Lima - Ayacucho - Lima

c) Zona Norte:

Lima - Yurimaguas – Lima

Chiclayo – Yurimaguas - Chiclayo

Actualmente la empresa cuenta con 52 unidades que operan a nivel nacional, las principales marcas con la que opera son Volvo, Mercedes Benz y Scania de la Categoría M₃ Clase III, según clasificación del Reglamento Nacional Vehicular.

2.2. Descripción del proceso operativo:

La empresa opera en los siguientes horarios:

a) Zona Sur:

Lima - Cusco – Lima: 10:00am, 05:00pm

Cusco - Lima – Cusco: 10:00am, 04:00pm

b) Zona Centro:

Lima - Ayacucho – Lima: 07:00pm, 09:00pm

Ayacucho - Lima – Ayacucho: 07:30pm, 08:30pm

c) Zona Norte:

Lima - Yurimaguas – Lima: 06:30pm

Yurimaguas - Lima - Yurimaguas: 01:00pm

Yurimaguas - Chiclayo - Yurimaguas: 10:00am, 05:00pm

Chiclayo – Yurimaguas – Chiclayo: 09:00am, 02:30pm

La empresa tiene una afluencia diaria de 14 unidades, lo cual significa un tiempo de inmovilización aproximado de un día en promedio considerando una rotación equitativa de las unidades, en temporadas normales ya que en ciertos periodos de alta demanda se requiere una disponibilidad continua.

2.3. Capacidad:

La capacidad en unidades vehiculares tiene una alta variabilidad que

depende, principalmente, de la demanda; en nuestro caso tomaremos una capacidad mensual de un promedio anual, así tenemos para la unidad Volvo 1,34 Soles / km o 72,56 Soles / $H_{operativa}$ y para la unidad Mercedes Benz 1.35 Soles / km o 79.98 Soles / $H_{operativa}$. Estas capacidades son teniendo en cuenta una utilización de 9943,32 km o 184 Horas y 12,171.92 km o 206 Horas respectivamente. Estos valores son valiosos ya que nos permitirán mas adelante poder cuantificar el lucro cesante o costo de oportunidad.

2.4. Consideraciones de Operación:

La disponibilidad de una unidad vehicular es de 24 horas, pero esto es meramente teórico. La empresa trabaja los 365 días del año, con excepciones de problemas sociales o desastre natural.

En lo que respecta al departamento de mantenimiento se tiene dos turnos:

Primer turno: 6:00 am – 1:00 pm

Segundo turno: 1:00 pm – 8:00 pm

En temporadas de alta demanda se puede programar un tercer turno:

Tercer turno: 8:00 pm – 6:00 am

2.5. Unidades en estudio:

- **Unidad Volvo Motor TD-73**

Potencia	Kw (cv)	rpm
	184 (250)	2100
Torque	Nm (kgfm)	rpm
	1200 (122)	1050 - 1650

Dimensiones (mm)**Longitud**

Voladizo delantero	2500
Distancia entre ejes	3250
Voladizo posterior	3146
Longitud total	8896

Ancho

Ancho total (ruedas delanteras)	2364
Ancho total (ruedas posteriores)	2436

- **Unidad Mercedes Benz Motor OM-447**

Potencia	Kw (cv)	rpm
	235 (320)	2000
Torque	Nm (kgfm)	rpm
	1600 (163)	1100

Dimensiones (mm)**Longitud**

Voladizo delantero	2200
Distancia entre ejes	3000 + 1350
Voladizo posterior	2825
Longitud total	9381

Ancho

Ancho	2460
Ancho total (ruedas delanteras)	2036
Ancho total (ruedas posteriores)	1817

2.6. Organigrama de la empresa:

El directorio ejecutivo encabeza la empresa, luego el administrador, **quien tiene la coordinación de las áreas de operación, mantenimiento y contabilidad.** En la Figura N° 1 tenemos el organigrama que tiene la gerencia de operaciones que a su vez coordina con la jefatura de operaciones y la **jefatura de mantenimiento, esta tienen las áreas de personas y carga; luego vienen las bases de mecánicos, electricistas y neumáticos.**

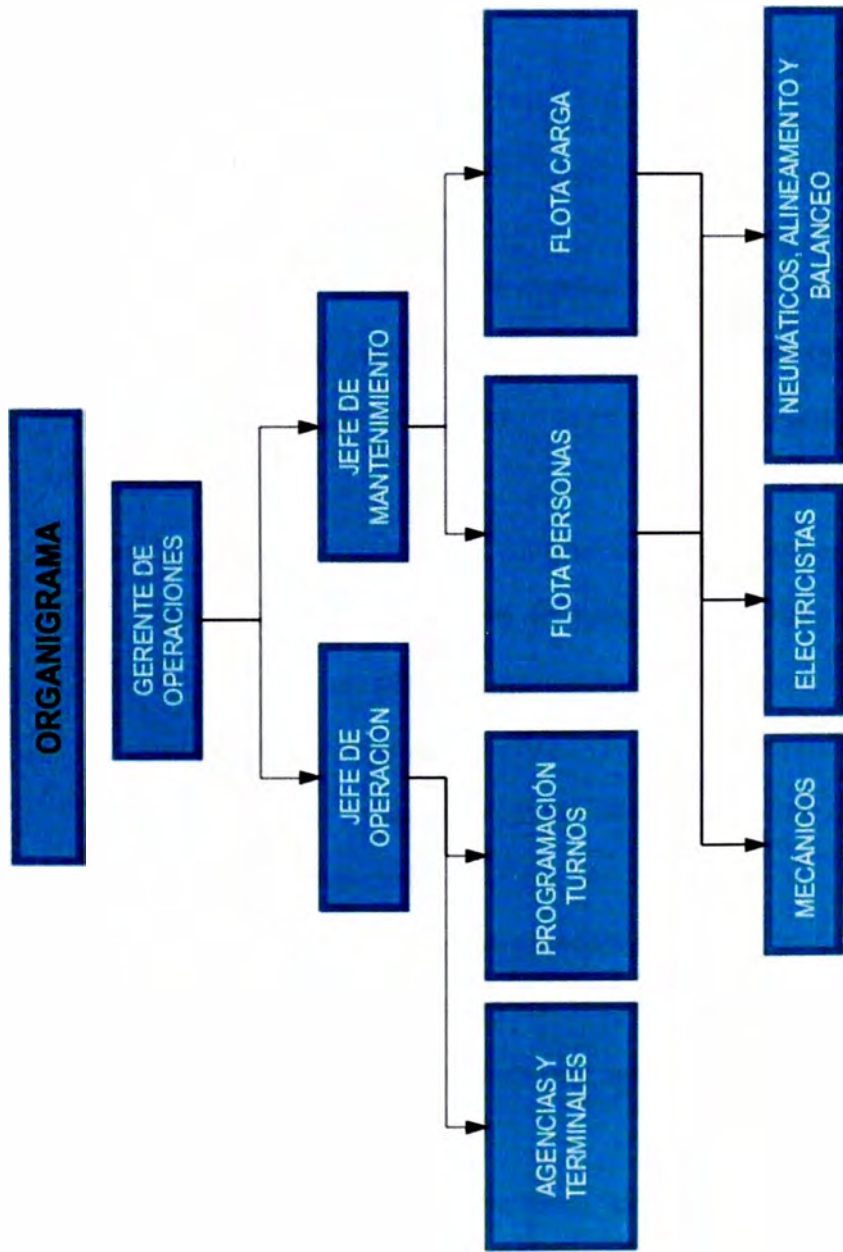


Figura N° 01: Organigrama de Mantenimiento

3. PLANTEO DEL PROBLEMA

La empresa comenzó solo con mantenimiento por servicio externo, y no existía histórico del mantenimiento, siendo el mantenimiento correctivo no programado el único practicado. Esto nos representaba una serie de debilidades:

- a) El mantenimiento no programado significa un alto costo de mantenimiento como será demostrado posteriormente.
- b) No se tenía un plan de mantenimiento correctamente asentado con registros de mano de obra, costos de repuestos, servicios por terceros. Por tanto, no se tenía un conocimiento de los costos reales de mantenimiento.
- c) Se manejaba incorrectamente la inmovilización de las unidades.
- d) No se tenía una política de incentivos para el comportamiento de conducción, lo cual representa un porcentaje importante del costo de mantenimiento.
- e) La gestión de mantenimiento era inexistente pues al no tener registros era imposible elaborar índices de mantenimiento, que permitieran tener bases para la toma de decisiones.
- f) Motivado por estos hechos, surge un compromiso de gerencia de estructurar el área de mantenimiento, para esto se contrata personal

calificado, que luego concuerdan en seguir un plan mixto: taller de **mecánica para trabajos comunes y tercerización de servicios para trabajos especializados.**

Estos hechos se dan en el contexto de un incremento de competencia, así surge la necesidad del replanteamiento para los sistemas de gestión de mantenimiento y operación que tienen como objetivo asegurar la competitividad de la empresa. Para tal fin tenemos a continuación explicados los planes de mantenimiento.

4. PLANES DE MANTENIMIENTO

Fue pertinente establecer una política de mantenimiento, pues es necesario definir el tiempo de renovación, ahí se plantea la pregunta: ¿Cual es el tiempo de conservación de la unidad adecuado para que el mantenimiento no rebase el grado de rentabilidad de la empresa?

Esta pregunta es difícil de concebir, ya que el tiempo de renovación depende de múltiples factores:

- **Selección de la Unidad:** Es pasible a error al momento de escoger la unidad pues existen criterios subjetivos por los que usualmente se dejan llevar. Y la noción de confiabilidad normalmente pregonada por los vendedores se dan en una unidad bajo condiciones fijas y por un período definido. Es preferible tener un criterio donde prime el concepto de Potencialidad para escoger una unidad.
- **La Actividad:** El ciclo de utilización de las unidades en estudio varia de 150,000.00 a 200,000.00 km por año y el perfil de recorrido es montaña, costa y selva con pequeños trechos no pavimentados con alta concentración de polvo.
- **Estilo de Conducción:** El comportamiento de los conductores afecta de manera importante en el costo de mantenimiento y en la conservación de la unidad, esto se puede enfrentar con capacitaciones oportunas, este

aspecto se pretende priorizar e incentivar en los futuros planes de mantenimiento.

- **Costo de Mantenimiento:** Nuestro costo de mantenimiento en lo referido al estudio de este informe es en promedio de 13% del costo operativo. Lo desglosamos en 4 rubros: Mano de Obra, Repuestos, Llantas y Lubricantes. Cabe señalar que el rubro de llantas distorsiona el análisis por eso se tiene en cuenta esto a la hora de la toma de decisiones.

Parte de la cuestión básica en costos de mantenimiento plantea la cuestión ¿Reparar o Transportar? Es respondiendo a esta pregunta la manera de establecer el cronograma de mantenimiento a un tiempo determinado para un posible overhaul general de la unidad de acuerdo a un cálculo del punto económico de sustitución.

Como se dijo, en un inicio la empresa seguía la tendencia de mantenimiento que denominaremos “sufrir” o mantenimiento correctivo no programado que es aquella falla que se espera a que ocurra para efectuar la reparación, sin duda, la más costosa. Luego se implementó la tendencia de “dominar” o mantenimiento preventivo que consta de reemplazar componentes a cierto kilometraje o periodo determinado, también se implementó la tendencia “prever” o mantenimiento predictivo que implica el conocimiento del comportamiento de los elementos en base a mediciones y diagnósticos oportunos antes de cambiarlos y finalmente la tendencia de “ganar” que incide en el comportamiento de los operadores e implanta de incentivos a los mejores operador-mantenedor.

5. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El mantenimiento correctivo es inevitable y se realiza cuando ha surgido el fallo, el objetivo del plan de mantenimiento correctivo será la reducción al mínimo valor posible de las operaciones correctivas así como su correcta realización. Para ello los métodos a emplear consisten en la formación de operarios, el uso de herramientas y repuestos adecuados para garantizar las reparaciones realizadas. También es necesario elaborar un histórico de ocurrencias, operaciones realizadas para un mejor control estadístico.

5.1. Criterios de Criticidad

Si bien es cierto, intrínsecamente por tratarse de transporte de personas el vehículo es crítico, sin embargo en sus componentes se hace una clasificación para disponer un criterio de atención preferencial.

- **Componente Esencial:** Son aquellos componentes que a una posible falla interrumpen el funcionamiento de la unidad por un tiempo más prolongado respecto del próximo grado de criticidad. **Es un componente que no debe fallar.**
- **Componente Importante:** Se refiere a aquellos que ante una falla interrumpe el funcionamiento de la unidad de manera temporal. **Es un componente que no debería fallar.**
- **Componente Auxiliar:** Son aquellos componentes que al fallar,

fácilmente pueden ser reemplazados.

La Tabla N° 1 muestra los criterios tomados para el presente estudio y la Tabla N° 2 muestra la escala de referencia para determinar el nivel de frecuencia en la intervención

5.2. Análisis de criticidad de los componentes

Con base en la clasificación anterior, realizaremos el análisis respectivo en una unidad. La cual es estándar para los dos modelos de buses tomados en consideración en el análisis. El resultado se muestra en la Tabla N° 3.

5.3. Componentes según clasificación

Los resultados del análisis en la tabla 3 muestran:

- 10 Componentes Esenciales
- 34 Componentes Importantes
- 14 Componentes Auxiliares

5.4. Costos de Mantenimiento Correctivo

El presente informe plasmará los costos relativos a las unidades de los tipos en mención ya enumeradas con una similar carga de trabajo en el año inicial.

- **Cálculo de las actividades de Mantenimiento Correctivo**

Los costos netamente enfocados a tareas de mantenimiento correctivo vienen dados por la siguiente expresión:

$$C_{cm} = C_{mo} + C_r$$

Donde:

C_{mc}: Costo_de_Mantenimiento_por_actividades_correctivas

C_{mo}: Costo_de_Mano_de_Obra

Cr: Costo_de_Repuestos

El costo de Mano de Obra en nuestro caso incluye el servicio de nuestro propio taller como el de terceros, si existiese.

- **Cálculo del Costo de Oportunidad**

Es el costo que se genera cuando la unidad esta inoperativa y deja de producir por fallas mecánicas, también es llamado Lucro Cesante. Para realizar este cálculo es necesario considerar el ratio de costo por hora de producción de las unidades, como este costo en este tipo de actividad no es fijo, hemos recabado el ratio medio de producción para cada unidad, así tenemos:

Costo por hora parada para unidad Volvo: S/.72,56 por Hora.

Costo por hora parada para unidad Mercedes: S/.79,98 por Hora.

Entonces el Costo de Oportunidad viene dado por la siguiente expresión:

$$Co = Chp \times Hp$$

Donde:

Co: Costo_de_Oportunidad

Chp: Costo_de_hora_parada

Hp: Número_de_horas_paradas

- **Cálculo del Costo Total de Mantenimiento Correctivo**

El costo total de mantenimiento correctivo es dado por la siguiente expresión:

$$CTmc = Cmc + Co$$

Donde:

CTmc: Costo_total_de_mantenimiento_correctivo

Cmc: Costo_de_Mantenimiento_por_actividades_correctivas

Co: Costo_de_Oportunidad

Las tablas N° 4 a N° 11 muestran el histórico de los costos correspondientes al primer año, estos datos son el punto de partida para la siguiente implementación de mantenimiento.

- **Orden de Trabajo**

En consecuencia del control estadístico propuesto, elaboramos los formatos de orden de trabajo, teniendo en consideración la simplicidad y funcionalidad del mismo, esto quiere decir solo datos puntuales. La Figura N° 2 muestra el formato de Orden de Trabajo. Donde se especifican datos como:

- ✓ Placa de la unidad y Turno
- ✓ Sistema al que pertenece
- ✓ Nombre del componente y Código
- ✓ Descripción de la solicitud
- ✓ Checkbox del detalle de servicio
- ✓ Checkbox del personal que interviene en el servicio
- ✓ Detalle de los repuestos
- ✓ Detalle del personal que interviene

Tabla N° 1: CRITERIOS DE CRITICIDAD				
ITEM	VARIABLES	CONCEPTO	PONDERACION	OBSERVACIONES
1	EFFECTO SOBRE EL SERVICIO QUE PROPORCIONA			
		PARA	4	
		REDUCE	2	
		NO PARA	0	
2	VALOR TÉCNICO ECONÓMICO			
		ALTO	3	Más de \$500
		MEDIO	2	
		BAJO	1	Menos de \$500
3	LA FALLA AFECTA:			
	a) A la Unidad	SI	1	Deteriora otros componentes
		NO	0	
	b) Al Operador	SI	1	Posibilidad de accidente al operador
		NO	0	
	c) A la seguridad en general	SI	1	Posibilidad de accidente
		NO	0	
4	PROBABILIDAD DE FALLAS			
		ALTA	2	Confiabilidad del componente
		BAJA	0	
5	DEPENDENCIA LOGÍSTICA			
		IMPORTADO	2	A Importar
		LOCAL	1	Adquiere importado localmente
		NACIONAL	0	Existe de fabricación nacional
6	DEPENDENCIA DE LA MANO DE OBRA			
		TERCEROS	2	Requiere MO calificada
		PROPIA	0	Taller propio
7	FACILIDAD DE REPARACIÓN			
		BAJA	1	Mantenimiento demorado
		ALTA	0	Mantenimiento rápido

Tabla N° 2: ESCALA DE REFERENCIA		
A	COMPONENTE ESENCIAL	14 a 20
B	COMPONENTE IMPORTANTE	07 a 13
C	COMPONENTE AUXILIAR	00 a 06

Tabla No 3: CÁLCULO DE LA CRITICIDAD DE COMPONENTES													
ITEM	GRUPO	NOMBRE DEL COMPONENTE	PONDERACIÓN							TOTAL	ESCALA DE REFERENCIA		
			1	2	3a	3b	3c	4	5			6	7
1.0	G10	MOTOR											
1.1	G1010	Camisa	4	3	1	0	0	2	1	2	1	14	COMPONENTE ESENCIAL
1.2	G1020	Pistón	4	3	1	0	0	2	1	2	1	14	COMPONENTE ESENCIAL
1.3	G1025	Colinetes	4	2	1	0	0	2	1	2	1	13	COMPONENTE IMPORTANTE
1.4	G1030	Culata	4	3	1	0	0	2	1	2	1	14	COMPONENTE ESENCIAL
1.5	G1035	Cigüeñal	4	3	1	0	0	2	2	2	1	15	COMPONENTE ESENCIAL
1.6	G1036	Bielas	4	3	1	0	0	2	1	2	1	14	COMPONENTE ESENCIAL
1.7	G1038	Válvulas	4	1	1	0	0	2	1	2	1	12	COMPONENTE IMPORTANTE
1.8	G1040	Bomba de Inyección	4	3	1	0	0	2	2	2	1	15	COMPONENTE ESENCIAL
1.9	G1050	Junta de culata	4	1	0	0	0	0	1	2	1	9	COMPONENTE IMPORTANTE
1.10	G1055	Junta de camisa	4	1	0	0	0	0	1	2	1	9	COMPONENTE IMPORTANTE
1.11	G1058	Termostato	2	1	1	0	0	0	0	0	0	4	COMPONENTE AUXILIAR
1.12	G1060	Turbo	4	2	0	0	0	0	1	0	0	7	COMPONENTE IMPORTANTE
1.13	G1065	Radiador	4	2	1	0	0	0	0	0	0	7	COMPONENTE IMPORTANTE
1.14	G1066	Intercooler	4	2	1	0	0	0	0	0	0	7	COMPONENTE IMPORTANTE
1.15	G1067	Bomba de Agua	4	2	1	0	0	2	0	0	0	9	COMPONENTE IMPORTANTE
1.16	G1070	Mangueras	4	1	0	0	0	0	0	0	0	5	COMPONENTE AUXILIAR
1.17	G1075	Ventilador	2	1	0	1	0	2	0	0	0	6	COMPONENTE AUXILIAR
1.18	G1080	Múltiple de Escape	4	2	0	0	0	2	1	0	1	10	COMPONENTE IMPORTANTE
1.19	G1085	Múltiple de Admisión	4	2	0	0	0	2	1	0	1	10	COMPONENTE IMPORTANTE
2.0	G20	TRANSMISIÓN											
2.1	G2010	Volante	4	2	0	0	0	2	2	0	1	11	COMPONENTE IMPORTANTE
2.2	G2020	Embrague	4	2	1	0	0	0	1	0	1	9	COMPONENTE IMPORTANTE
2.3	G2030	Retardador	0	3	0	0	0	2	2	2	1	10	COMPONENTE IMPORTANTE
2.4	G2040	Caja de cambio	4	3	0	1	0	2	1	2	1	14	COMPONENTE ESENCIAL
2.5	G2050	Eje de Transmisión	4	3	1	0	0	0	1	0	0	9	COMPONENTE IMPORTANTE
2.6	G2060	Diferencial	4	2	0	0	0	2	1	0	1	10	COMPONENTE IMPORTANTE
2.7	G2070	Semieje	4	1	0	0	0	2	1	0	0	8	COMPONENTE IMPORTANTE
3.0	G30	ELECTRICIDAD											
3.1	G3010	Arrancador	4	3	0	0	0	2	1	2	1	13	COMPONENTE IMPORTANTE
3.2	G3020	Alternador	4	3	0	0	0	2	1	2	1	13	COMPONENTE IMPORTANTE
3.3	G3030	Correas	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3	COMPONENTE AUXILIAR

Tabla No 3: CÁLCULO DE LA CRITICIDAD DE COMPONENTES													
ITEM	GRUPO	NOMBRE DEL COMPONENTE	PONDERACIÓN							TOTAL	ESCALA DE REFERENCIA		
			1	2	3a	3b	3c	4	5			6	7
3.4	G3040	Tablero de control	2	1	1	1	1	2	1	0	1	10	COMPONENTE IMPORTANTE
3.5	G3035	Tablero de potencia	2	1	1	1	1	2	1	0	1	10	COMPONENTE IMPORTANTE
3.6	G3038	Bocinas	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	COMPONENTE AUXILIAR
3.7	G3039	Limpia Parabrisas	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	COMPONENTE AUXILIAR
3.8	G3040	Faros Delanteros	2	1	0	1	1	2	0	0	0	7	COMPONENTE IMPORTANTE
3.9	G3045	Faros Posteriores	2	1	0	1	1	2	0	0	0	7	COMPONENTE IMPORTANTE
3.10	G3050	Luces Intermitentes	2	1	0	1	1	2	0	0	0	7	COMPONENTE IMPORTANTE
3.11	G3035	Luces de estacionamiento	2	1	0	0	1	2	0	0	0	6	COMPONENTE AUXILIAR
3.12	G3056	Luces de Cabina	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	COMPONENTE AUXILIAR
3.13	G3056	Luces de Salón	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	COMPONENTE AUXILIAR
3.14	G3060	Panel	0	1	0	0	0	2	1	0	0	4	COMPONENTE AUXILIAR
4.0	G40	EJES	4	2	0	0	0	2	1	0	1	10	COMPONENTE IMPORTANTE
5.0	G50	SUSPENSIÓN											
5.1	G5010	Amortiguador	2	1	1	0	0	0	1	0	0	5	COMPONENTE AUXILIAR
5.2	G5020	Ballesta	2	1	1	0	0	0	1	0	1	6	COMPONENTE AUXILIAR
5.3	G5030	Bolsa	2	1	1	0	0	0	1	0	0	5	COMPONENTE AUXILIAR
5.4	G5040	Barra estabilizadora	2	2	1	1	1	2	1	0	0	10	COMPONENTE IMPORTANTE
5.5	G5050	Neumáticos	2	3	0	1	1	0	1	0	0	8	COMPONENTE IMPORTANTE
6.0	G60	FRENOS											
6.1	G6010	Pedal de freno	4	2	0	0	1	2	0	0	0	9	COMPONENTE IMPORTANTE
6.2	G6020	Cilindro maestro	4	2	1	1	1	2	0	2	1	14	COMPONENTE ESENCIAL
6.3	G6025	Cilindro de Freno	4	2	1	1	1	2	0	2	1	14	COMPONENTE ESENCIAL
6.4	G6030	Tambor de Freno	4	1	0	0	1	2	0	0	0	8	COMPONENTE IMPORTANTE
6.5	G6035	Zapata	2	1	0	1	1	2	0	0	0	7	COMPONENTE IMPORTANTE
6.6	G6038	Regulador	2	1	0	1	1	2	0	0	0	7	COMPONENTE IMPORTANTE
6.7	G6039	Servo	2	1	0	0	1	2	0	0	0	6	COMPONENTE AUXILIAR
6.8	G6040	Sistema Neumático	4	1	1	0	1	2	0	2	1	12	COMPONENTE IMPORTANTE
6.9	G6045	Sistema Hidráulico	4	1	1	0	1	2	0	2	1	12	COMPONENTE IMPORTANTE
7.0	G70	DIRECCIÓN											
7.1	G7010	Columna de dirección	4	1	0	1	1	2	1	0	0	10	COMPONENTE IMPORTANTE
7.2	G7020	Caja de dirección	4	3	0	1	1	2	1	2	1	15	COMPONENTE ESENCIAL
7.3	G7030	Barra transversal de dirección	4	2	0	1	1	2	1	0	0	11	COMPONENTE IMPORTANTE
7.4	G7040	Estabilizador	2	2	0	1	1	2	1	0	0	9	COMPONENTE IMPORTANTE
NUMERO DE COMPONENTES ESENCIALES											10		
NUMERO DE COMPONENTES IMPORTANTES											34		
NUMERO DE COMPONENTES AUXILIARES											14		

Tabla N° 4 Costos de Mantenimiento Correctivo			
Volvo TD73			
AÑO 01			
MES	REFACCIONES	MANO DE OBRA	COSTO DE MANTTO CORRECTIVO
Enero	1444,98	577,98	2022,94
Febrero	1250,48	675,26	1925,74
Marzo	893,00	473,29	1366,29
Abril	484,04	306,26	770,30
Mayo	290,00	89,90	379,90
Junio	154,00	30,80	184,80
Julio	1265,00	543,95	1808,95
Agosto	901,00	405,45	1306,45
Septiembre	376,00	82,72	458,72
Octubre	204,00	38,76	242,76
Noviembre	1010,00	393,90	1403,90
Diciembre	384,00	88,32	472,32
TOTAL	8636,48	3706,60	12343,07

Tabla N° 5 Costos de Oportunidad			
Volvo TD73			
AÑO 01			
MES	COSTO DE HORA PARADA	HORAS PARADAS	COSTO DE OPORTUNIDAD
Enero	72,56	48	3482,88
Febrero	72,56	24	1741,44
Marzo	72,56	32	2321,92
Abril	72,56	56	4063,36
Mayo	72,56	40	2902,4
Junio	72,56	32	2321,92
Julio	72,56	32	2321,92
Agosto	72,56	24	1741,44
Septiembre	72,56	56	4063,36
Octubre	72,56	64	4643,84
Noviembre	72,56	32	2321,92
Diciembre	72,56	16	1160,96
TOTAL		456,00	33087,36

Tabla N° 6 Costos de Mantenimiento Correctivo			
Mercedes Benz OM447			
AÑO 01			
MES	REFACCIONES	MANO DE OBRA	COSTO DE MANTTO CORRECTIVO
Enero	346,00	129,00	475,00
Febrero	1948,00	465,00	2413,00
Marzo	253,98	45,00	298,98
Abril	348,56	86,00	434,56
Mayo	1258,01	278,00	1536,01
Junio	236,90	92,00	328,90
Julio	674,91	321,00	1195,91
Agosto	900,45	267,00	1167,45
Septiembre	1286,91	520,00	1806,91
Octubre	987,00	281,00	1268,00
Noviembre	1785,19	624,00	2389,19
Diciembre	200,00	30,00	230,00
TOTAL	10405,91	3136,00	13543,91

Tabla N° 7 Costos de Oportunidad			
Mercedes Benz OM447			
AÑO 01			
MES	COSTO DE HORA PARADA	HORAS PARADAS	COSTO DE OPORTUNIDAD
Enero	79,98	32	2559,36
Febrero	79,98	24	1919,52
Marzo	79,98	56	4476,88
Abril	79,98	16	1279,68
Mayo	79,98	40	3199,2
Junio	79,98	64	5116,72
Julio	79,98	16	1279,68
Agosto	79,98	24	1919,52
Septiembre	79,98	16	1279,68
Octubre	79,98	24	1919,52
Noviembre	79,98	48	3839,04
Diciembre	79,98	40	3199,2
TOTAL		400,00	31992

Tabla N° 8: Costo de Mantenimiento Correctivo Unidad por Mes - Año 01													
Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Volvo TD73	2022,94	1925,74	1366,29	770,30	379,90	184,80	1808,95	1306,45	458,72	242,76	1403,90	472,32	12343,07
Mercedes Benz OM447	475,00	2413,00	298,96	434,56	1536,01	328,90	1195,91	1167,45	1806,91	1268,00	2389,19	230,00	13543,91
Total Mes	2497,94	4338,74	1665,27	1204,86	1915,91	513,70	3004,86	2473,90	2265,63	1510,76	3793,09	702,32	25886,98

Tabla N° 9: Costo de Oportunidad Unidad por Mes - Año 01													
Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Volvo TD73	3482,88	1741,44	2321,92	4063,36	2902,40	2321,92	2321,92	1741,44	4063,36	4643,84	2321,92	1160,96	33087,36
Mercedes Benz OM447	2559,36	1919,52	4478,88	1279,68	3199,20	5118,72	1279,68	1919,52	1279,68	1919,52	3839,04	3199,20	31992,00
Total Mes	6042,24	3660,96	6800,80	5343,04	6101,60	7440,64	3601,60	3660,96	5343,04	6563,36	6160,96	4360,16	65079,36

Tabla N° 10: Costo Total de Mantenimiento Correctivo - Año 01													
Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total Año
Correctivo + Oportunidad	8540,18	7999,70	8466,07	6547,90	8017,51	7954,34	6606,46	6134,86	7608,67	8074,12	9954,05	5062,48	90966,34

Tabla No 11: Resumen Costo Total de Mantenimiento Correctivo - Año 01	
Costo Correctivo	25886,98
Costo Preventivo	0,00
Costo Predictivo	0,00
Costo Oportunidad	65079,36
Costo Total Anual	90966,34

Gráfico #1
 COSTOS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO, OPORTUNIDAD ANUAL - AÑO 01

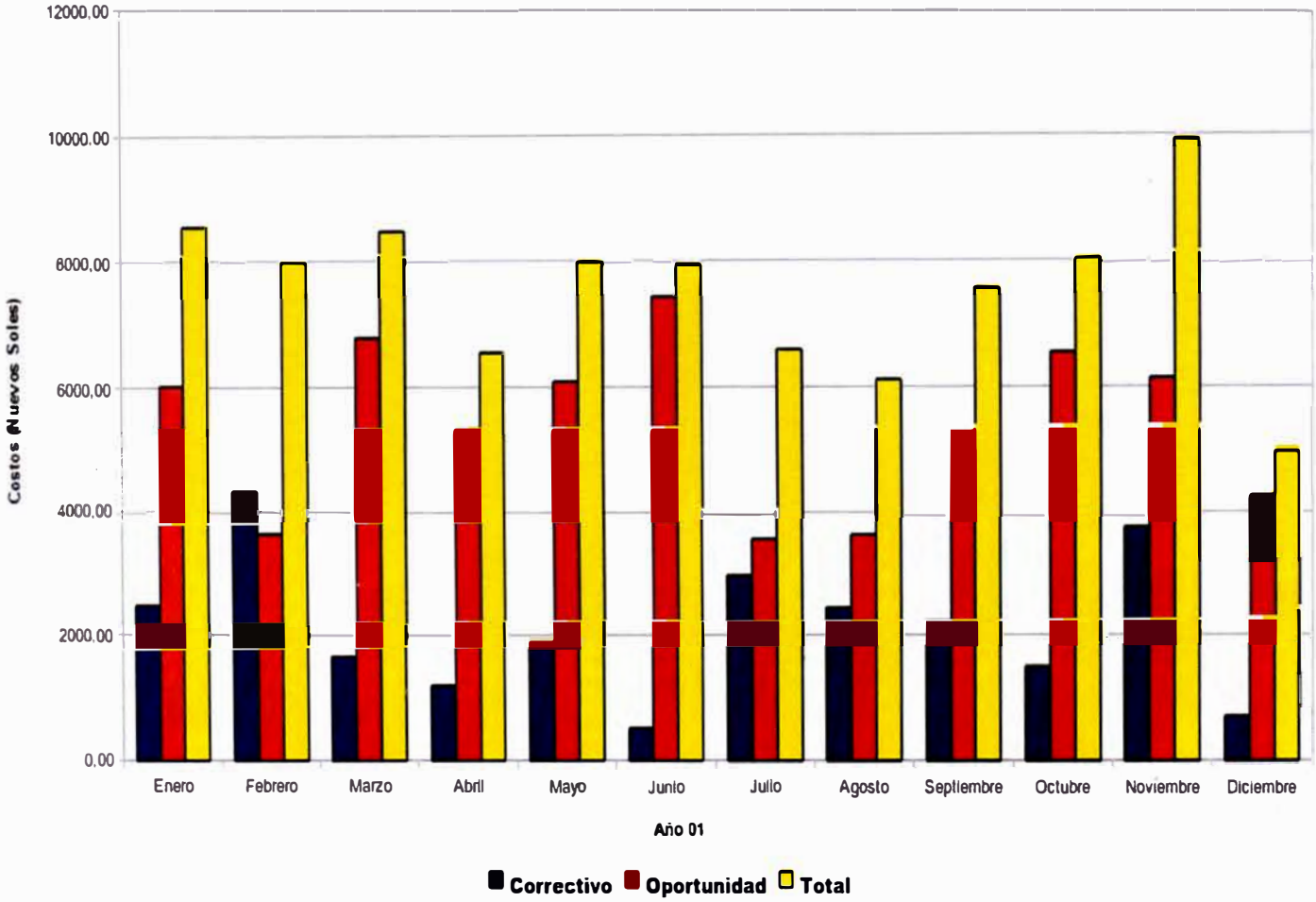
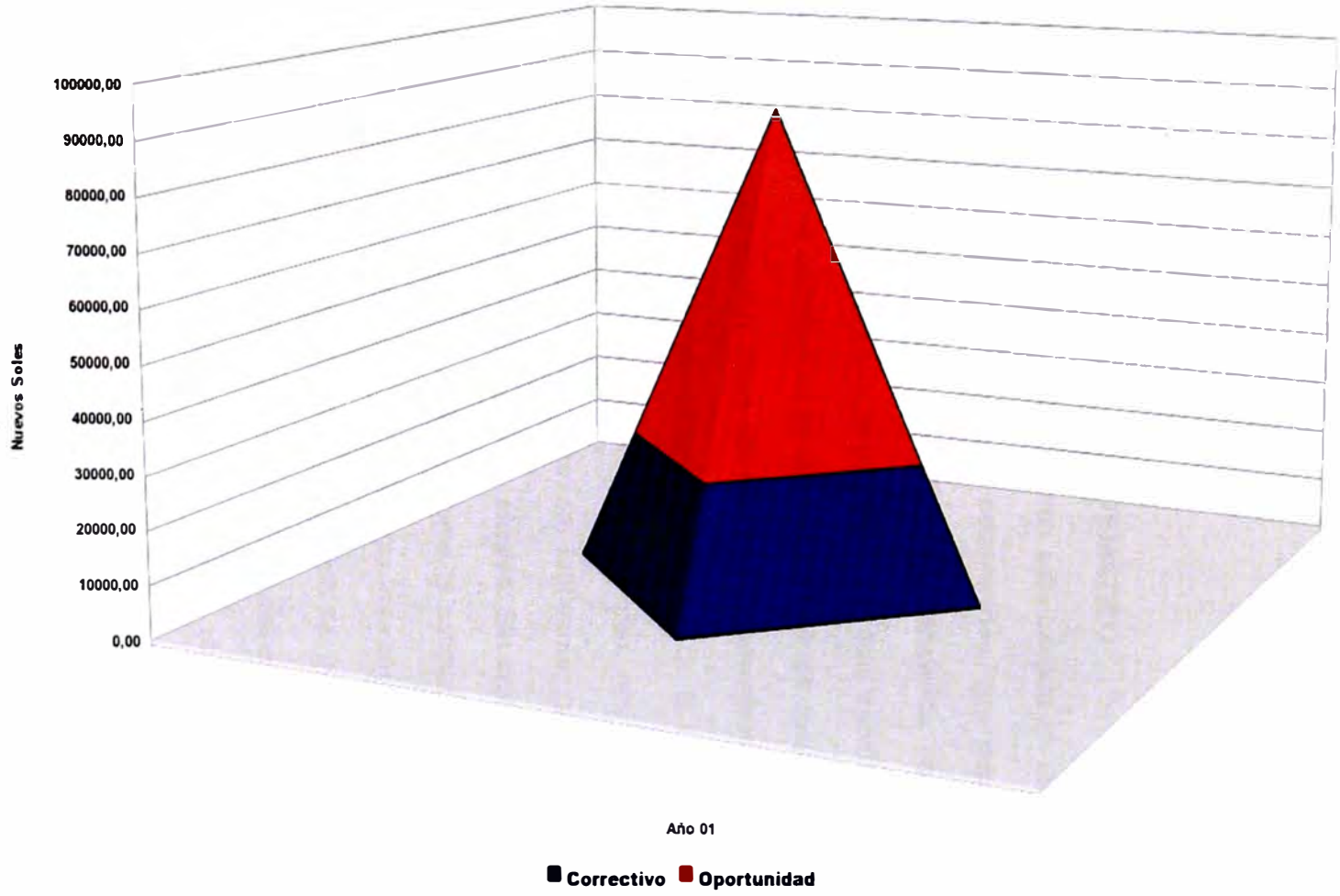


Gráfico # 2
COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO - AÑO 01



6. MANTENIMIENTO PREVENTIVO SISTEMÁTICO

El mantenimiento preventivo sistemático está basado en una serie de operaciones realizadas a intervalos establecidos, que para una flota vehicular, normalmente se cuantifica en kilómetros recorridos, a diferencia de flota pesada que se cuantifica en horas trabajadas.

El objetivo que se persigue es la optimización de las operaciones y los periodos de intervención. Para ello hay que determinar el periodo más óptimo de la operación más crítica para la vida de la unidad, que sin duda es el cambio de aceite de motor. Si bien, nos viene dado un kilometraje recomendado por parte del fabricante, que es calculado bajo condiciones, hasta cierto punto, ideales. Sin embargo en el día a día debemos tener consideraciones como la calidad del lubricante, el uso de la unidad (tiempo de funcionamiento, ruta corta o ruta larga) con la finalidad de proteger la unidad y al mismo tiempo de aprovechar el lubricante al máximo posible, de la misma manera para el resto de operaciones hay que conseguir el mismo objetivo, garantizando siempre la seguridad y la fiabilidad de la unidad.

6.1. Selección de los componentes

La selección de componentes se realiza atendiendo a las siguientes recomendaciones:

- Manual de Servicio del fabricante.
- **Registros históricos de los componentes.**
- Experiencia de los operadores y mantenedores.
- Recomendaciones del servicio de terceros.

6.2. Tareas, Frecuencias y Tiempos de Mantenimiento

Es pertinente definir tres tipos de actividad en el mantenimiento preventivo para establecer un orden de las intervenciones.

- **Operación: Es la actividad de más alta intensidad de ejecución** (por turnos, diarias, semanales, por equivalentes horas o kilometraje recorrido), se caracteriza por ser básicamente de inspección y control, su tiempo de ejecución es de corta realización (duración de 1 a 20 minutos)

- **Parada: Actividades de mediana intensidad de ejecución** (quincenal, mensual, bimensual, trimestral, semestral, equivalentes en horas o kilometraje recorrido), se caracteriza por ser de revisiones o cambio de materiales o partes no estructurales, su tiempo de ejecución es de mediana duración relativa (30 minutos a 2 horas)

- **Renovación: Actividades de más baja intensidad de ejecución** (anual, bianual, equivalente en horas o kilómetros recorridos) caracterizada por recambio de partes estructurales, su tiempo de ejecución queda establecida por la complejidad de la operación.

Así, con las actividades definidas establecemos en la Tablas N° 12 las tareas de Mantenimiento Preventivo Sistemático.

6.3. Identificación de la Mano de Obra

Por política de la empresa los trabajos de mantenimiento son efectuadas por personal propio de taller y servicio de terceros dependiendo de la complejidad de la intervención o si se trata de un servicio especializado. Entonces definimos el personal de la siguiente manera:

- **Mecánico 1 de Taller:** Profesional que se encarga de las tareas básicas del mantenimiento preventivo, las de mayor frecuencia tipo lubricación y limpieza.
- **Mecánico 2 de Taller:** Profesional encargado de realizar verificaciones básicas en las unidades, así como reparaciones correctivas que no requieran la necesidad de servicio de terceros.
- **Ingeniero de Mantenimiento:** Profesional que supervisa, coordina y gestiona los trabajos de mantenimiento. El costo del tiempo invertido en la supervisión de los trabajos será considerado como costo de mano de obra directa por tener vital importancia en las valorizaciones.
- **Servicio de Terceros:** Es el que se requiere para trabajos especializados tipo: taller de bombas de inyección, taller de turbo-cargadores, taller de refrigeración, taller de cajas y diferenciales, factoría de monoblock, etc. El costo de estos servicios serán considerados como costo de mano de obra directa, aunque estos no pertenezcan propiamente dicho como parte de la empresa.

6.4. Refacciones y Consumibles

Los consumibles tienen una alta rotación en los trabajos de mantenimiento, como lubricantes, refrigerantes, líquido de freno, fajas de freno, materiales de limpieza, etc. El costo de todos estos consumibles son asignados a cada actividad específica.

En referencia a las refacciones se debe tener en cuenta el tiempo de adquisición pues componentes de baja rotación son importados, entonces tenemos:

- Refacciones de Alta demanda: Son aquellas que se adquieren con facilidad en el mercado nacional, normalmente son los más usados en las tareas de mantenimiento.
- Refacciones de Baja demanda: Son de alto costo, y necesitan ser importados, ejemplos de estas refacciones son por ejemplo Bomba de inyección, Eje de cigüeñal, etc. Dependiendo de los kilometrajes es necesario hacer el pedido con anticipación para no tener tiempo muerto de operación.

6.5. Programa de Mantenimiento Preventivo Sistemático Anual

Es buena práctica anualizar el mantenimiento, de esta manera elaboramos una programación anual y podemos dividirla en dos tipos:

- Programa de Mantenimiento Rutinario: Es la que consigna todas las actividades de limpieza, lubricación, verificación, normalmente un chequeo de llegada.
- Programa de Mantenimiento Preventivo: Es la que consigna las tareas de mantenimiento cuya frecuencia es igual o mayor al

kilometraje pre-establecido. Este tipo de actividad viene establecido con un cronograma anual que depende de los kilómetros recorridos por unidad, además comprende el plan de mantenimiento A, plan de mantenimiento B, plan de mantenimiento B1, plan de mantenimiento C y plan de mantenimiento CC.

6.6. Costos de Mantenimiento Preventivo Sistemático

Presentamos la valorización de los costos por tareas de mantenimiento preventivo y a continuación los gráficos cuantificando los costos de oportunidad y por mantenimiento correctivo en conjunto.

Tabla N° 12: PLANES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
Plan	Descripción	Frecuencia (Aprox.)	Operación	Parada	Renovación
Conservación		Llegada			
	Nivel de aceite de motor		X		
	Inspección Visual Fosa		X		
	Neumáticos (Profundidad y Presión)		X		
	Luces Operativas		X		
	Formato Reclamación Operador (FRO)		X		
Plan A		10000 KM			
	Neumáticos				
	Verificar profundidad y presión (Frio), inclusive rueda interior		X		
	Baterías				
	Verificar nivel agua – completar si fuera necesario			X	
	Lavar baterías y compartimento			X	
	Fijación de baterías			X	
	Fijación de cables y bornes (lubricar)			X	
	Eje + Suspensión Delantera				
	Fijación de estabilizadores			X	
	Fijación + estado de amortiguadores			X	
	Fijación + juego en la barra de dirección			X	
	Holgura en las mangueras del eje			X	
	Holgura de los cubos de rueda			X	
	Espesura de las fales de freno			X	
	Funcionamiento de los ratchet de accionamiento				X
	Estado de los lebes de los tambores de freno				X
	Estado de las bolsas de aire				X
	Estado de las válvulas reguladoras				X
	Eje + Suspensión Posterior				
	Fijación de estabilizadores			X	
	Fijación + estado de amortiguadores			X	
	Holgura en las mangueras del eje			X	
	Holgura de los cubos de rueda			X	
	Espesura de las fales de freno			X	
	Funcionamiento de los ratchet de accionamiento				X
	Eje + Suspensión Posterior				
	Estado de los lebes de los tambores de freno				X
	Estado de las bolsas de aire				X
	Estado de las válvulas reguladoras				X
	Transmisión				
	Todos los pernos de fijación y acoplamiento de las crucetas			X	
	Conjunto Acelerador:				
	Juego en los terminales			X	
	Apoyo de la palanca en la batiente de la bomba (Aceleración máxima)			X	
	Sello en la bomba y en el regulador			X	
	Estrangulador del Motor			X	
	Comando Freno de Motor				
	Juego en los terminales			X	
	Juego en el eje de la mariposa			X	
	Distanciamiento – Distorsión en la aceleración			X	
	Funcionamiento – Corte de combustible			X	

Tabla N° 12: PLANES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
Plan	Descripción	Frecuencia (Aprox.)	Operación	Parada	Renovación	
Plan A	Pre-filtro de combustible	10000 KM				
	Desmontar y Limpiar			X		
	Verificar la presión				X	
	Lubricante hidráulico de dirección					
	Verificar el nivel con el motor en funcionamiento				X	
	Chasis					
	Engrase General				X	
	Carrocera					
	Espelos externos, internos			X		
	Mecanismo de accionamiento de puertas			X		
	Parachoques			X		
	Asiento del conductor				X	
	Asientos de los pasajeros				X	
	Cinturones			X		
	Tapa de las baterías					X
	Tapa de motor					X
	Eje + Suspensión Posterior					
	Tapa de las bodegas					X
	Tapa del aire acondicionado					X
	Grada delantera					X
Plan B	Plan A	20000 KM				
	Limpeza rápida					
	Lavado del motor y perrilla			X		
	Lavado de la colmena del radiador			X		
	Lavado de la colmena del intercooler			X		
	Lavado del compartimiento de las baterías			X		
	Lavado de los ejes y suspensión chasis			X		
	Cambiar Lubricante Motor					
	Aceite del motor (en caliente)					X
	Filtro de lubricante + by-pass					X
	Filtro primario + secundario de combustible					X
	Limpiar Filtro de aire					
	Limpiar cuidadosamente filtro primario + secundario de aire					X
	Revisar Nivel General					
	Aceite de motor				X	
	Agua de refrigeración				X	
	Lubricante hidráulico de dirección				X	
	Líquido de freno + embrague				X	
	Lubricante caja de cambios				X	
	Lubricante diferencial				X	
	Agua para limpia-parabrisas				X	
	Revisar en el motor					
	Líquido anticorrosivo en el agua de refrigeración				X	
	Fuga y holgura en el turbo-cargador				X	
	Compresión - si pasa por el cárter				X	
	Fugas externas				X	
	ruido externo, golpeteo, chillos, etc				X	
	Dispositivos de seguridad y alarma de temperatura, presión				X	

Tabla N° 12: PLANES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
Plan	Descripción	Frecuencia (Aprox.)	Operación	Parada	Renovación
Plan B1		60000 KM			
	Planos A + B				
	Cambiar				
	Lubricante caja de cambios				X
	Lubricante del diferencial				X
	Filtro de aire				X
Plan C		120000 KM			
	Planos A + B + B1				
	Lavar				
	Chasis y todos los componentes		X		
	Cambiar				
	Fluido del Sistema de accionamiento de dirección hidráulica			X	
	Fluido del Sistema de comando y accionamiento del embrague			X	
	Revisar				
	Correas y Mangueras (A la duda, sustituir)			X	
	Motor				
	Regular válvulas (solamente si hay golpeteo típico)				X
	Desmontar y cambiar los inyectores				X
	Desmontar y probar válvula termostato				X
	Al constatar fugas y contaminación excesiva en la instalación neumática, sustituir				X
	El compresor				X
	Desacoplar tubos y mangueras				
	Verificar holgura del eje de la turbina + compresor			X	
	En caso de fuga y holgura excesiva, sustituir Turbo-compresor				
	Verificar el ajuste de soporte de motor			X	
	Radiador + Intercooler				
	Reajustar todos los pernos de fijación		X		
	Verificar rajaduras, holguras		X		
	Conjunto de accionamiento de la hélice del ventilador				
	Verificar fijaciones y holguras		X		
	Agua de refrigeración				
	Orenar y sustituir (bloque y radiador)				X
	Embrague				
	Substituir Disco + Plato, si fuera necesario				X
	Substituir cilindros de emisor y receptor, en caso de fuga o fallas de funcionamiento				X
	Caja de Cambios				
	Substituir en caso de reclamaciones repetidas: Sonidos, Truncamientos, Holgura excesiva y principalmente marchas "arañando"			X	
	Sistema de enganche			X	
	Verificar holguras, crucetas y retenes			X	
	Transmisión				
	Verificar y sustituir si fuera necesario: Crucetas, Acordeón			X	
	Verificar alineamiento			X	

Tabla N° 12: PLANES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Plan	Descripción	Frecuencia (Aprox.)	Operación	Parada	Renovación
Plan C		120000 KM			
	Suspensión				
	Suspensión delantera				
	Reajustar todos los pernos			X	
	Verificar:				
	- Alineamientos				
	- Rajaduras				
	- Hoiguras			X	
	- Tensionadores				
	- Barras de reacción				
	- Válvulas de nivel				
	- Amortiguadores				
	Suspensión posterior				
	Reajustar todos los pernos			X	
	Verificar:				
	- Alineamientos				
	- Rajaduras				
	- Hoiguras			X	
	- Tensionadores				
	- Barras de reacción				
	- Válvulas de nivel				
	- Amortiguadores				
	Suspensión				
	Conjunto de estabilizadores delanteros				
	Desmontar, Verificar, Substituir: Jebes, pines				X
	Verificar Hoiguras, Rajaduras			X	
	Conjunto de estabilizadores posteriores				
	Desmontar, Verificar, Substituir: Jebes, pines			X	
	Verificar Hoiguras, Rajaduras			X	
	Eje Delantero				
	Verificar hoigura			X	
	Embocinado si es necesario				X
	Cubos de rueda				
	Desmontar, Limpiar, Verificar rodamientos, Cambiar grasa y montar				X
	Conjunto de frenos delanteros y posterior				
	Desmontar + limpieza general			X	
	Substitución piezas gastadas				X
	Montaje con grasa			X	
	Revisar Rachet, substituir si fuera necesario				X
	Dirección				
	En caso de fuga, substituir				X
	Verificar la fijación en el chasis			X	
	Verificar estado de la cruceta			X	
	Verificar el ajuste y trabamiento del brazo Pitman			X	
	Verificar Barras + Brazos			X	
	Electricidad				
	Substituir jebes y micas dañificadas			X	
	Desmontar + limpieza general		X		
	Reajuste general				
	Chasis			X	
	Motor			X	

Tabla N° 12: PLANES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
Plan	Descripción	Frecuencia (Aprox.)	Operación	Parada	Renovación
Plan CC		Anual			
	Carrocera				
	Lavar:				
	- Chasis + plataforma		X		
	- Interior unidad				
	- Bodegas				
	- Compartimiento del motor				
	- Carrocera				
	Estructura Interna				
	Detectar rajaduras y columnas quebradas			X	
	Pintura				
	Corregir zonas requeridas				X
	Puertas de Acceso, tapas				
	Verificar amortiguadores, lebes			X	
	Interior general				
	- Calefactores				
	- Porta paquetera				
	- Techo				
	- Piso				X
	- Alfombras				
	- Cortinas				
	- Baño				
	Fumigado				
	- Lavado final				X

Tabla N° 13			
Costos de Mantenimiento Preventivo - Año 02			
Volvo TD 73			
MES	COSTO PREVENTIVO	COSTO OPORTUNIDAD	COSTO TOTAL MP
Enero	1353,37	801,08	2156,43
Febrero	666,58	435,36	1301,94
Marzo	956,40	487,60	1444,01
Abril	593,13	975,21	1568,34
Mayo	311,52	580,48	892,00
Junio	121,97	348,29	470,26
Julio	976,63	232,19	1209,03
Agosto	966,77	156,73	1123,50
Septiembre	307,34	853,31	1160,65
Octubre	199,06	603,70	802,76
Noviembre	1123,12	603,70	1726,82
Diciembre	363,69	220,58	584,27
TOTAL	6141,79	6296,21	14440,00

Tabla N° 14			
Costos de Mantenimiento Preventivo - Año 02			
Mercedes Benz OM 447			
MES	COSTO PREVENTIVO	COSTO OPORTUNIDAD	COSTO TOTAL MP
Enero	337,25	563,08	900,31
Febrero	1978,66	403,10	2381,76
Marzo	197,33	761,41	958,74
Abril	273,77	307,12	580,90
Mayo	906,25	383,90	1290,15
Junio	253,25	767,81	1021,06
Julio	530,12	172,78	722,68
Agosto	945,63	239,94	1165,57
Septiembre	1373,25	281,53	1654,78
Octubre	649,58	326,32	1175,88
Noviembre	1687,46	345,51	2232,97
Diciembre	186,30	323,12	509,42
TOTAL	9736,63	4875,58	14614,41

Gráfico # 3

COSTOS DE MANTTO PREVENTIVO VOLVO TD 73 - AÑO 02

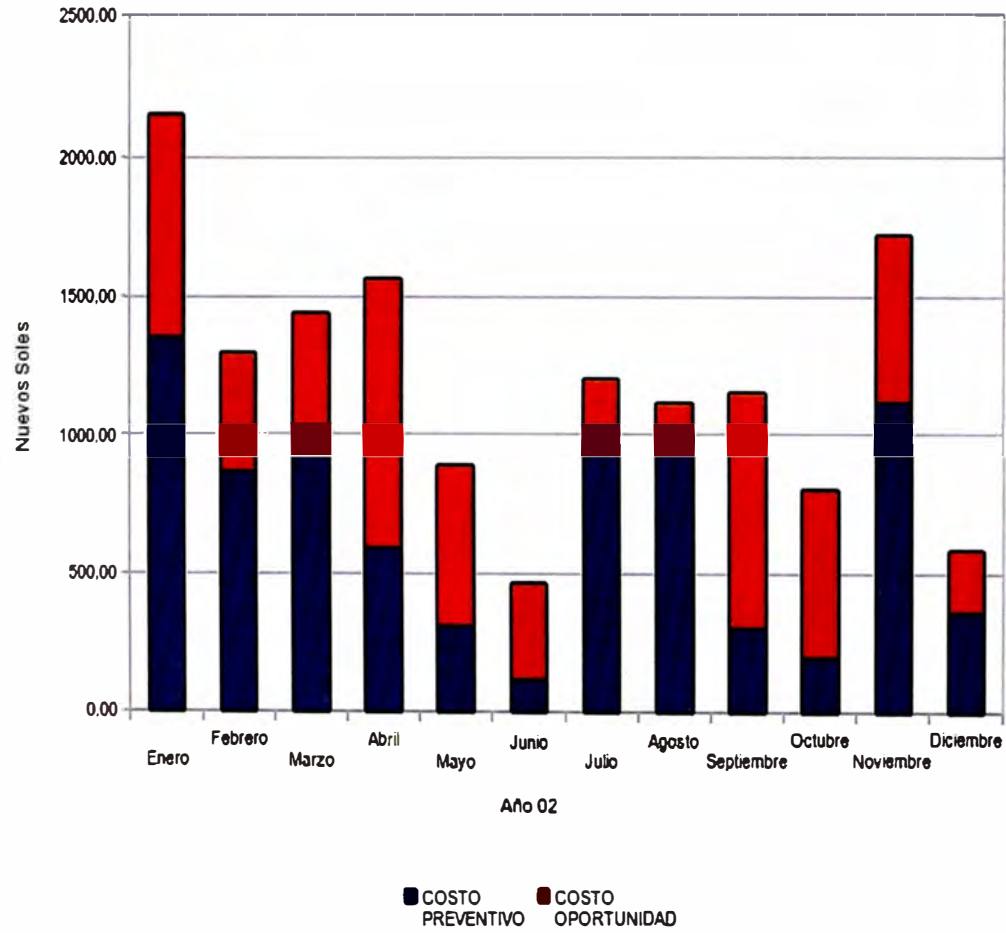


Gráfico # 4

COSTOS DE MANTTO PREVENTIVO MERCEDES BENZ OM447 - AÑO 02

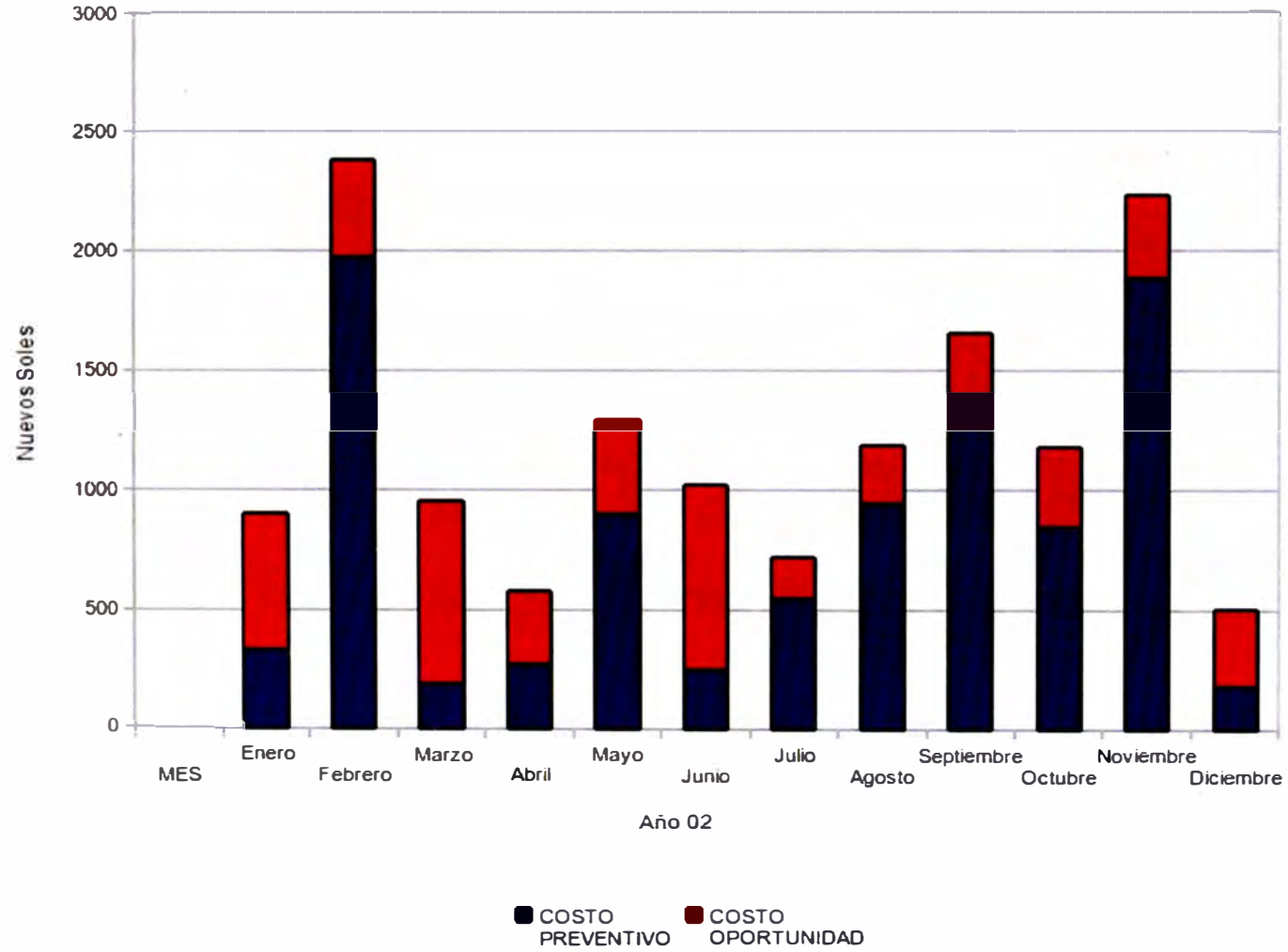


Tabla N° 15: Costo de Mantenimiento Preventivo Unidad por Mes – Año 02													
Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Volvo TD73	1355,37	866,58	906,40	563,13	311,32	121,97	978,83	966,77	307,34	199,06	1123,12	363,86	8161,79
Mercedes Benz OM447	337,23	1978,68	197,33	273,77	908,25	253,25	550,12	943,63	1373,25	649,56	1887,48	186,30	8738,63
Total Mes	1692,62	2845,24	1163,73	868,90	1217,79	375,22	1528,95	1912,41	1680,59	1048,62	3010,58	649,96	17880,63

Tabla N° 16: Costo de Mantenimiento Correctivo Unidad por Mes – Año 02													
Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Volvo TD73	271,07	199,31	210,41	124,56	84,11	26,10	229,56	262,96	79,91	43,20	235,86	87,28	1854,33
Mercedes Benz OM447	91,06	474,85	41,44	76,66	222,03	95,21	126,53	245,86	343,31	191,15	503,95	37,26	2409,34
Total Mes	362,13	674,19	251,85	201,21	306,14	81,31	356,08	508,83	423,22	234,35	739,81	124,54	4263,67

Tabla N° 17: Costo de Oportunidad Unidad por Mes – Año 02													
Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Volvo TD73	801,06	435,38	487,60	975,21	580,48	348,29	232,19	156,73	853,31	603,70	603,70	220,58	6298,21
Mercedes Benz OM447	563,08	403,10	761,41	307,12	383,90	767,81	172,76	239,94	281,53	326,32	345,51	323,12	4875,58
Total Mes	1364,12	838,46	1249,01	1282,33	964,38	1116,10	404,95	396,67	1134,84	930,02	949,21	543,70	11173,79

Tabla N° 18: Costo Total de Mantenimiento – Año 02													
Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total Año
MC + MP + Oportunidad	3418,88	4357,89	2654,59	2350,45	2488,29	1572,63	2287,98	2817,90	3238,65	2212,99	4699,60	1218,23	33318,08

Tabla No 19: Resumen Costo Total de Mantenimiento – Año 01	
Costo Correctivo	25886,98
Costo Preventivo	0,00
Costo Oportunidad	65079,36
Costo Total Anual	90966,34

Tabla No 20: Resumen Costo Total de Mantenimiento – Año 02	
Costo Correctivo	4263,67
Costo Preventivo	17880,63
Costo Oportunidad	11173,79
Costo Total Anual	33318,08

Gráfico # 5
COSTO TOTAL DEL MANTENIMIENTO - AÑO 02

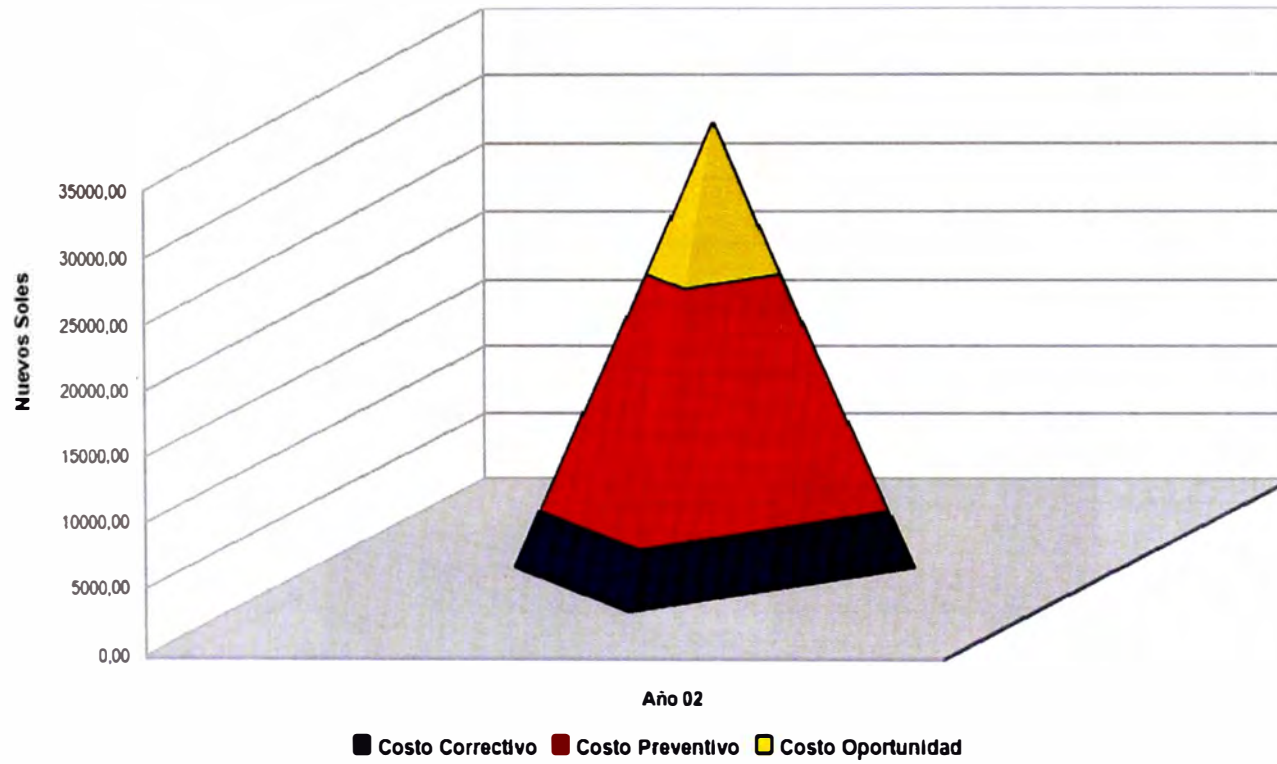
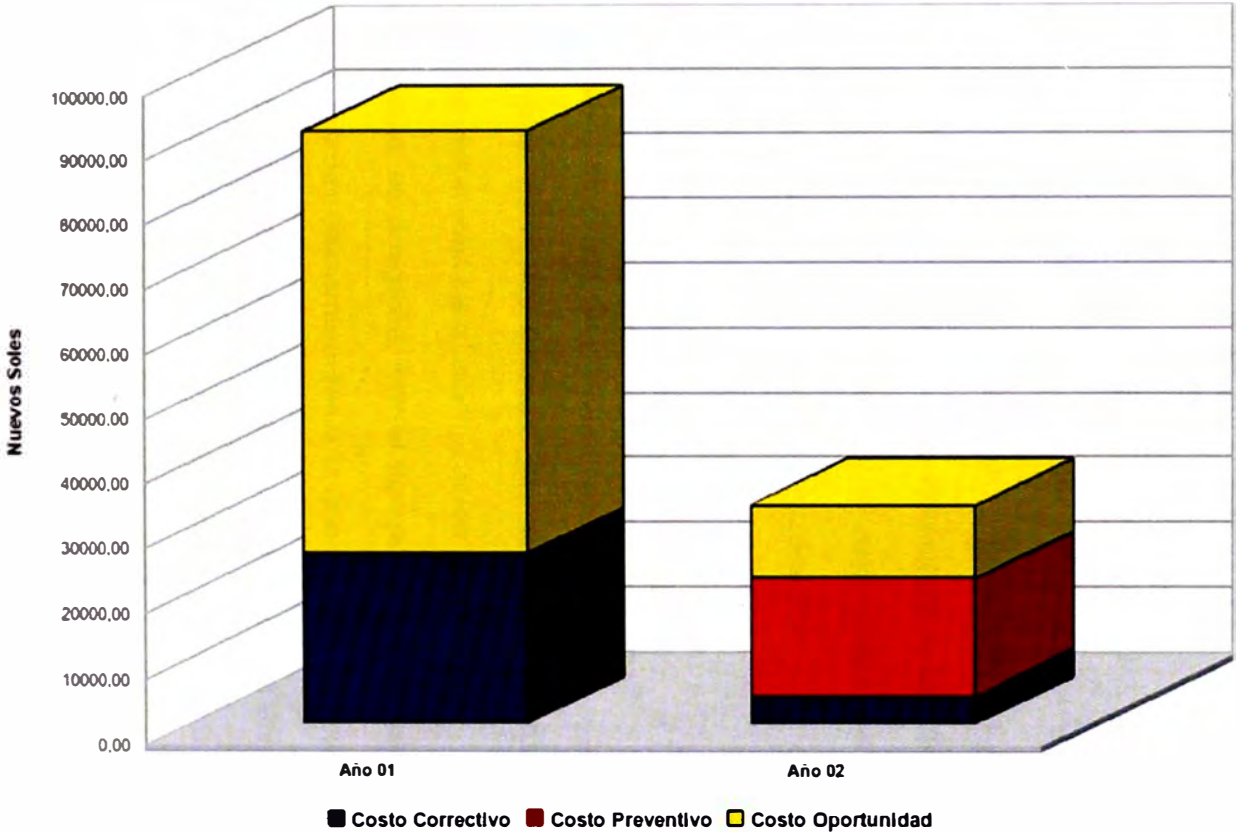


Gráfico # 6
COMPARATIVO COSTO DE MANTENIMIENTO - AÑO 01 Y AÑO 02



7. PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO

El Mantenimiento Predictivo busca dar aviso tempranamente de fallas que en un equipo puedan surgir, para realizar esto tenemos técnicas como el análisis de aceite, análisis vibracional o termografía. Nuestra propuesta de mantenimiento predictivo está basado en al análisis de aceite. Los objetivos específicos perseguidos son:

- Menores costos de manutención.
- Conocer el desgaste normal de los motores.
- Optimizar el uso de lubricantes.
- El plan de mantenimiento esta siempre en actualización, aquí una razón más para reformular los protocolos.

Toda máquina se desgasta: por el tiempo, por la utilización y por los múltiples agentes contaminantes a la que se ve expuesta, tanto interna como externamente. Como ya hemos tratado, la vida útil de una unidad puede ser alargada por el mantenimiento (correctiva, preventiva y ahora predictiva), en ese tenor de la analogía del fluido corporal, como indicador de la condición del organismo viviente, y del lubricante que trabajan en los motores y mandos de fuerza. El trabajo de monitoreo de lubricante en uso, es un proceso que requiere servicio de laboratorio

con el fin de determinar la presencia y origen de contaminantes, así como verificar eventuales cambios en las características del lubricante (viscosidad, insolubilidad, detergente, constante dieléctrica, TBN). Casos exitosos demuestran que el análisis de estos datos traducen, en manos experimentadas, las verdaderas condiciones de los componentes de los sistemas lubricados.

7.1. Laboratorio de Análisis de Aceites

Es trabajo del laboratorio es el eje fundamental de este mantenimiento y consiste en realizar un conjunto de ensayos de laboratorio con el fin de determinar la presencia de contaminantes en el aceite, su origen, así como verificar cambios en las características del aceite. Estas informaciones son obtenidas y procesadas por personal capacitado, bajo el uso de aparatos y equipos especializados. La toma de muestras debe ser teniendo un protocolo estricto: equipo en funcionamiento, temperatura de operación, envases correctos de muestreo, cantidad adecuada, datos del componente (horas, kilómetros, revoluciones), etc. Una incorrecta toma de muestras genera distorsiones incorrectas.

Los principales análisis son:

Viscosidad (ASTM D-445)

Es una de las propiedades más importantes de un lubricante. Se mide mediante viscosímetros, los cuales determinan la viscosidad cinemática del aceite a 40°C y/o a 100°C. La variación de la viscosidad entre estas dos temperaturas permite obtener el Índice de Viscosidad – IV.

Contaminación con agua (ASTM D-95)

El contenido de agua en una muestra de aceite puede ser determinado mediante el método Karl Fischer o con el espectrofotómetro infrarrojo, dependiendo de si la concentración de agua es a nivel de partes por millón (ppm) o en porcentaje-volumen (% vol.). El espectrofotómetro nos indica contenidos de Sodio, Magnesio, Fósforo, Zinc o Potasio, quedando en evidencia contaminaciones con líquido refrigerante ya evaporado (aún cuando la filtración pudiera continuar).

Número base total (TBN) (ASTM D-2896)

EL TBN es una expresión de la cantidad de aditivos alcalinos en el lubricante de motor, los que pueden neutralizar los productos ácidos de la combustión. Un aceite nuevo empieza con un TBN más alto que lo necesario, dependiendo de la cantidad de azufre en el combustible usado o del nivel de detergente deseado. El TBN disminuye a medida que los aditivos alcalinos neutralizan los ácidos. La determinación del TBN es esencial en el establecimiento de intervalos de drenaje del aceite. Un titulador electromagnético mide el TBN y también el TAN, en pruebas separadas.

Metales de desgaste / Análisis Elemental

Los metales de desgaste se analizan para detectar áreas de problemas a través del estudio de tendencias. Al analizar los elementos aditivos, se puede identificar el tipo de aceite. Los metales son controlados mediante espectrometría fine, para partículas finas (RDE) y gruesas para partículas mayores (RFS).

Este análisis permite detectar lo siguiente:

- Metales de desgaste: Partículas metálicas que se incorporan al

aceite y cuyo origen es la fricción, presión o corrosión de los componentes del motor o equipo.

- **Contaminantes:** **Partículas metálicas que se incorporan al lubricante** proviniendo del exterior del sistema. Por ejemplo: polvo o silicio.
- **Aditivos metálicos:** **Determinación de distintos tipos de metales cuyo origen son los aditivos que se incorporan a la formulación de los lubricantes. Los elementos metálicos analizados son 20.**
- **Ferrografía (opcional)**

Existen dos tipos de ferrografía:

- **Ferrografía directa:** **Determina la existencia de alguna anomalía, o desequilibrio en el número de partículas metálicas, siendo esto una indicación de desgaste.**
- **Ferrografía analítica:** **Es una exploración del ferrograma vía microscopio, lo que permite determinar los orígenes de los diferentes tipos de desgaste ferrosos y en menor escala los no ferrosos, con el objeto de ubicar la raíz del problema y prevenir fallas catastróficas.**

7.2. Procesamiento de Datos

El análisis aislado muestra el estado del lubricante, pero para poder predecir otro tipo de fallas es necesario analizar un histórico de intervenciones, solo así podemos marcar las tendencias del lubricante. Y poder marcar claramente los puntos de falla inicial (P) y el punto de falla (F), con la ayuda de las tasas de crecimiento (pendiente) siendo siempre el objetivo adelantarnos a la falla y corregir oportunamente.

7.3. Flujo de información

El procesamiento de la información surgida del análisis del aceite culmina con un informe del estado del mismo y del motor, éste es enviado al taller mecánico, donde las acciones a tomar referentes al mantenimiento son elaboradas tomando las recomendaciones del laboratorio como una herramienta valiosa. El Laboratorio es retroalimentado con información surgida del Taller referente a reparaciones de mantenimiento correctivo o fallas severas de forma de permitir elaborar una lista de "síntomas" que sean detectados más fácilmente en el futuro con antelación por el equipo de mantenimiento, en la Figura No 02 mostramos el diagrama de flujo de información.

7.4. Alcance del análisis de aceites

Por experiencia propia, una vez instalado el programa de mantenimiento pueden surgir dudas sobre el suceso del mismo al ocurrir fallas, ahí vienen los cuestionamientos: "El análisis no sirve, la falla debió haber sido predicha", Esto lo podemos entender de la siguiente manera, en la Figura No 03 mostramos una curva de falla donde se representa Condición vs Tiempo, ahí vemos dos puntos P y F, el punto P es donde el motor presenta los primeros síntomas y el punto F representa el momento que ya ocurrió la falla. Entonces para que el análisis de aceite sea efectivo tendría que el intervalo P-F ser extendido y/o la frecuencia de muestreo elevada, esto último supone un incremento en el costo del plan. Para paliar este dilema, tenemos que crear los históricos de análisis como ya habíamos hablado

anteriormente y así determinar nuestras pendientes de progresión de desgaste.

7.5. Estimación de Costos

La estimación está relacionada directamente con la frecuencia de intervención de toma de muestra, en nuestro caso tomaremos una frecuencia de 25000 km, el objetivo primario es analizar el comportamiento de estado de aceite y comenzar el histórico para elaborar las pendientes de desgaste. Así tenemos:

Tarea	Frecuencia (km)
Análisis Aceite	25000
Análisis Aceite	50000
Análisis Aceite	75000
...	...

- **Inversión de Equipos**

En el siguiente cuadro tenemos referencialmente el equipo de análisis.

Equipo	Costo (US \$)	Vida Útil	Depreciación
Contador de partículas PMB 4000	4000	4 años	1300
Tribocheck	2500	3 años	1000
Maleta de análisis	1500	2 años	1500
Total	8000		3800

- **Inversión de Mano de Obra**

Para la mano de obra especializada se ha tomado como referencia un costo de 8.5 \$ / H-h este valor es referencial pues en caso de implantar el sistema en la empresa se deberá contar con personal en planilla para

realizar las tareas. Sin embargo en esta etapa de implantación podemos recurrir a servicio de terceros, lo cual significa ahorrar en la compra de instrumental y equipos. A continuación tenemos como referencia el costo de terceros.

Tarea	Costo de Servicio (US \$)
Análisis aceite + informe	60

De esa manera tenemos en la Tabla N° 21 los costos anualizados y el Gráfico # 7 que indica el costo anualizado proyectado del año 03. También en las tablas N° 22 a N° 29 tenemos los costos de Mantenimiento Correctivo, Preventivo, Predictivo y de Oportunidad para luego en las gráficas # 8 y # 9 mostrar las tendencias.

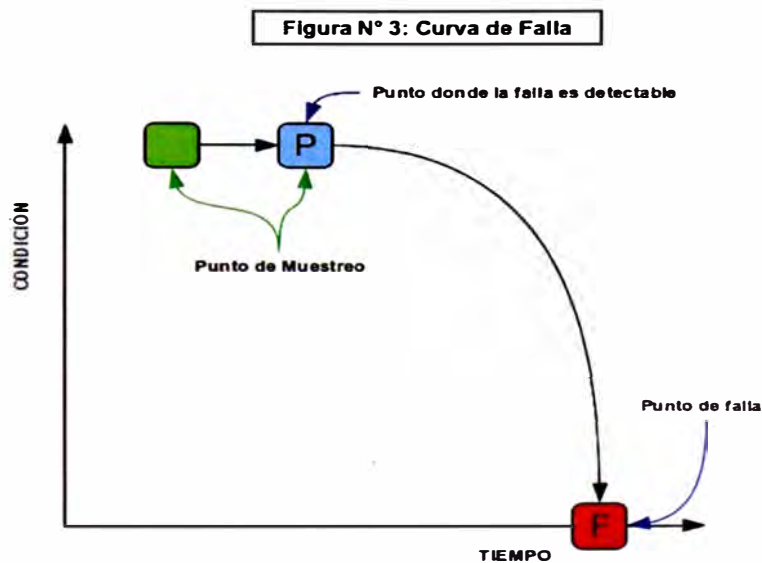


Figura N° 2: Flujo de Información

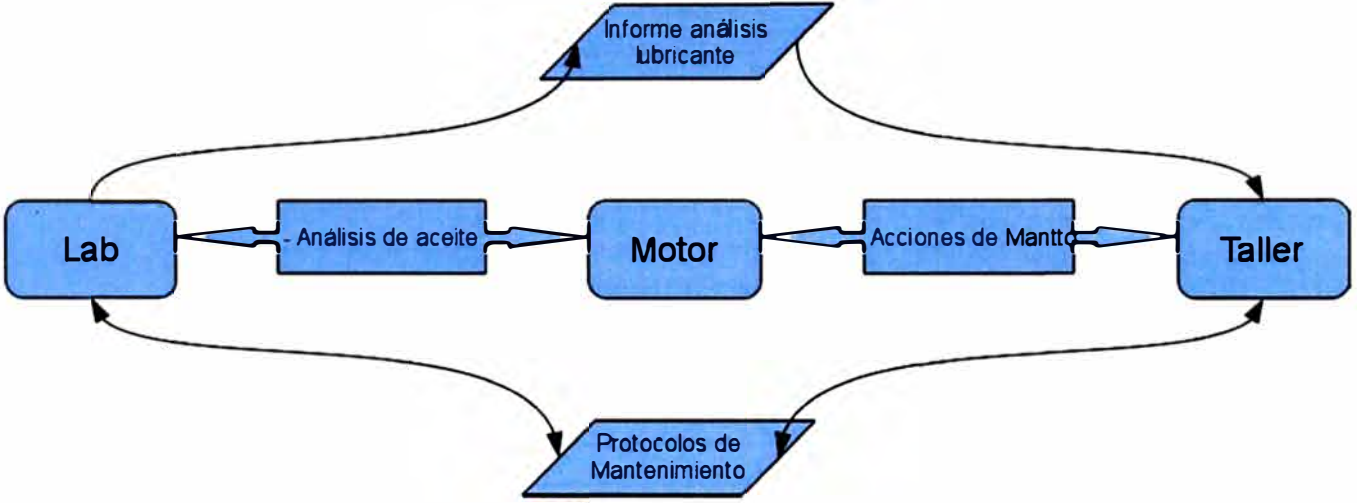


Tabla N° 21: COSTOS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO			
MES	COSTO PREDICTIVO VOLVO TD73	COSTO PREDICTIVO MERCEDES OM447	TOTAL
Enero	129,70	87,63	217,33
Febrero	145,35	165,60	310,95
Marzo	136,81	142,88	279,69
Abril	158,40	144,80	303,20
Mayo	137,43	151,20	288,63
Junio	151,84	161,64	313,48
Julio	143,94	136,64	280,58
Agosto	172,80	172,63	345,43
Septiembre	158,40	172,64	331,04
Octubre	122,40	130,00	252,40
Noviembre	158,40	193,96	352,36
Diciembre	176,96	172,67	349,63
TOTAL	1792,4148	1832,2992	3624,71

Gráfico # 7
COSTOS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO

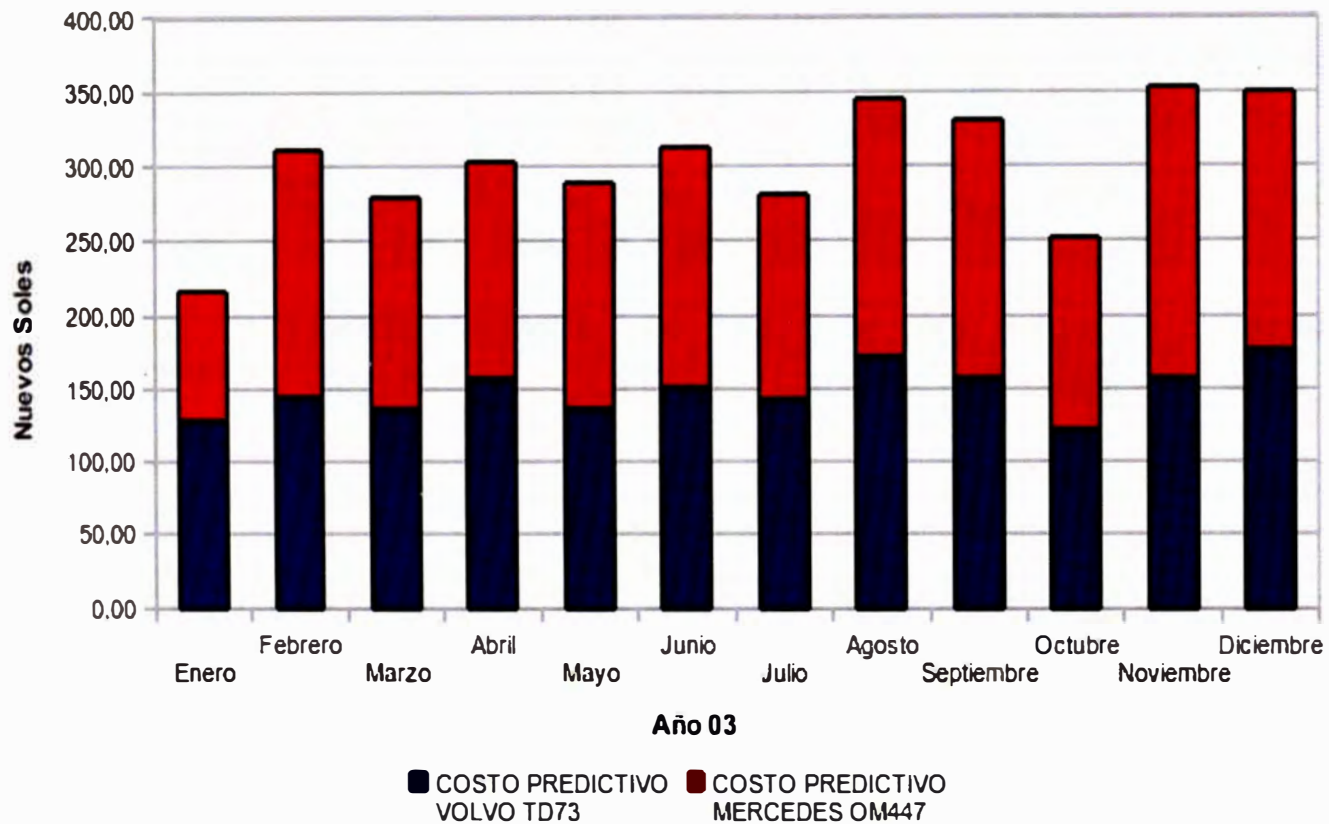


Tabla N° 22: Costo de Mantenimiento Predictivo Unidad por Mes – Año 03													
Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Volvo TD73	129,70	145,35	136,81	156,40	137,43	151,84	143,94	172,80	158,40	122,40	158,40	178,96	1782,41
Mercedes Benz OM447	87,63	105,00	142,00	144,80	151,20	161,64	136,64	172,63	172,64	130,00	193,96	172,67	1832,30
Total Mes	217,33	310,95	278,89	303,20	288,63	313,48	280,58	345,43	331,04	282,40	352,36	349,63	3624,71

Tabla N° 23: Costo de Mantenimiento Preventivo Unidad por Mes – Año 03													
Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Volvo TD73	921,65	569,28	650,35	403,33	211,83	82,94	664,25	657,41	208,99	135,36	763,72	247,31	5836,42
Mercedes Benz OM447	222,59	1305,92	130,24	180,69	598,12	167,15	363,06	624,12	908,33	560,71	1245,72	122,96	8427,63
Total Mes	1144,24	1895,19	780,59	584,02	809,95	250,09	1027,32	1281,52	1115,34	696,07	2009,45	370,26	11964,05

Tabla N° 24: Costo de Mantenimiento Correctivo Unidad por Mes – Año 03													
Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Volvo TD73	206,02	151,48	159,91	94,66	83,92	19,84	174,46	199,85	60,73	32,83	179,23	66,34	1409,29
Mercedes Benz OM447	68,29	356,16	31,06	57,49	166,52	41,41	94,90	184,40	257,48	143,36	377,96	27,95	1807,00
Total Mes	274,31	507,64	190,99	152,16	230,45	61,24	269,36	384,25	318,22	176,19	557,21	94,29	3216,29

Tabla N° 25: Costo de Oportunidad Unidad por Mes – Año 03													
Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Volvo TD73	801,06	435,36	487,80	975,21	580,48	348,29	232,19	156,73	853,31	603,70	603,70	220,58	6298,21
Mercedes Benz OM447	563,06	403,10	761,41	307,12	383,90	767,81	172,76	239,94	281,53	326,32	345,51	323,12	4875,58
Total Mes	1364,12	838,46	1249,01	1282,33	964,38	1116,10	404,95	396,67	1134,84	930,02	949,21	543,70	11173,79

Tabla N° 26: Costo Total de Mantenimiento – Año 03													
Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total Año
MC + MP + Oportunidad	2782,67	3241,29	2220,59	2018,50	2094,78	1427,42	1701,63	2062,44	2568,39	1802,28	3515,67	1008,25	26354,13

53

Tabla N° 27: Resumen Costo Total de Mantenimiento – Año 01	
Costo Correctivo	25886,98
Costo Preventivo	0,00
Costo Oportunidad	65079,36
Costo Total Anual	90966,34

Tabla N° 28: Resumen Costo Total de Mantenimiento – Año 02	
Costo Correctivo	4263,67
Costo Preventivo	17880,63
Costo Oportunidad	11173,79
Costo Total Anual	33318,08

Tabla N° 29: Resumen Costo Total de Mantenimiento – Año 03	
Costo Correctivo	3216,29
Costo Preventivo	11964,05
Costo Predictivo	3624,71
Costo Oportunidad	11173,79
Costo Total Anual	29978,85

Gráfico # 8

COSTO TOTAL DEL MANTENIMIENTO - AÑO 03

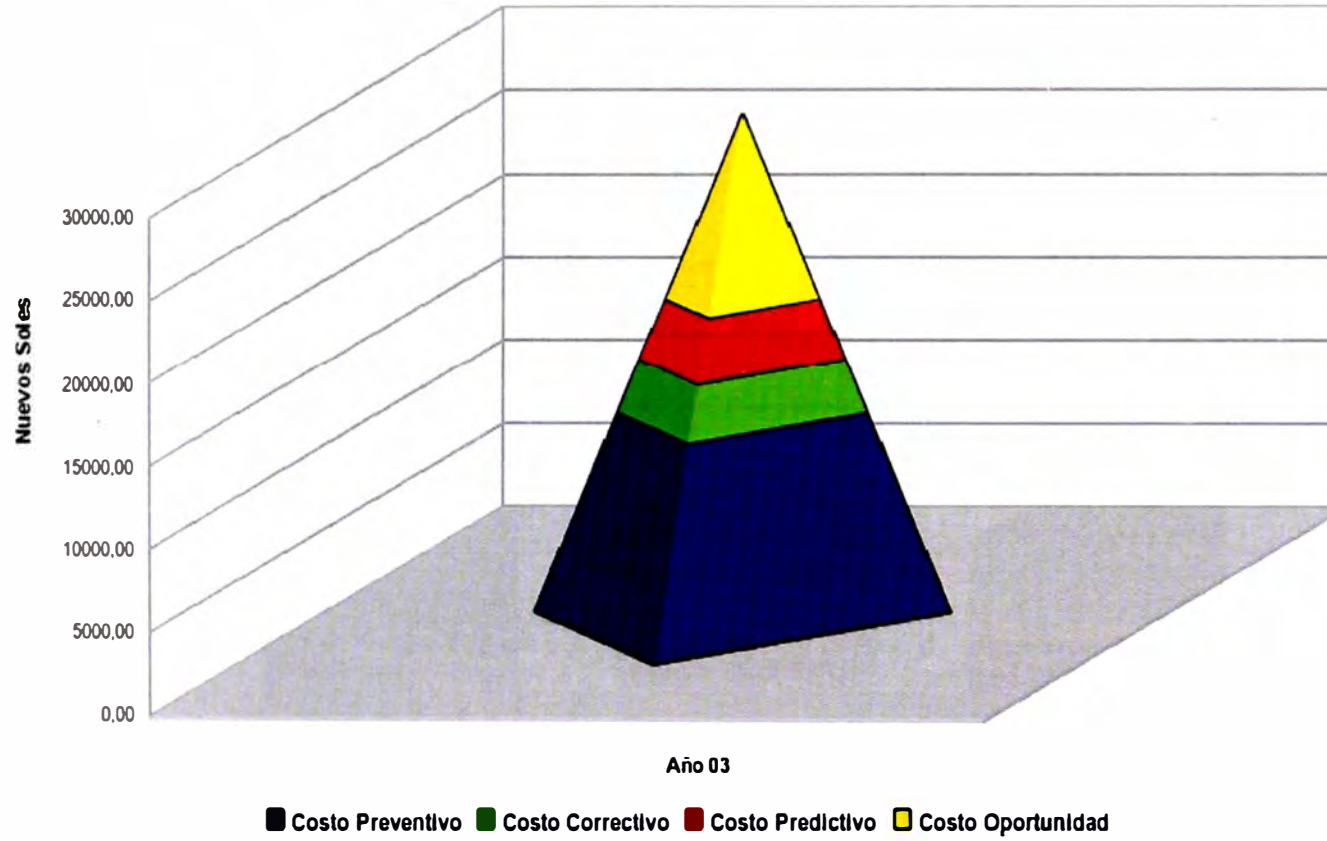
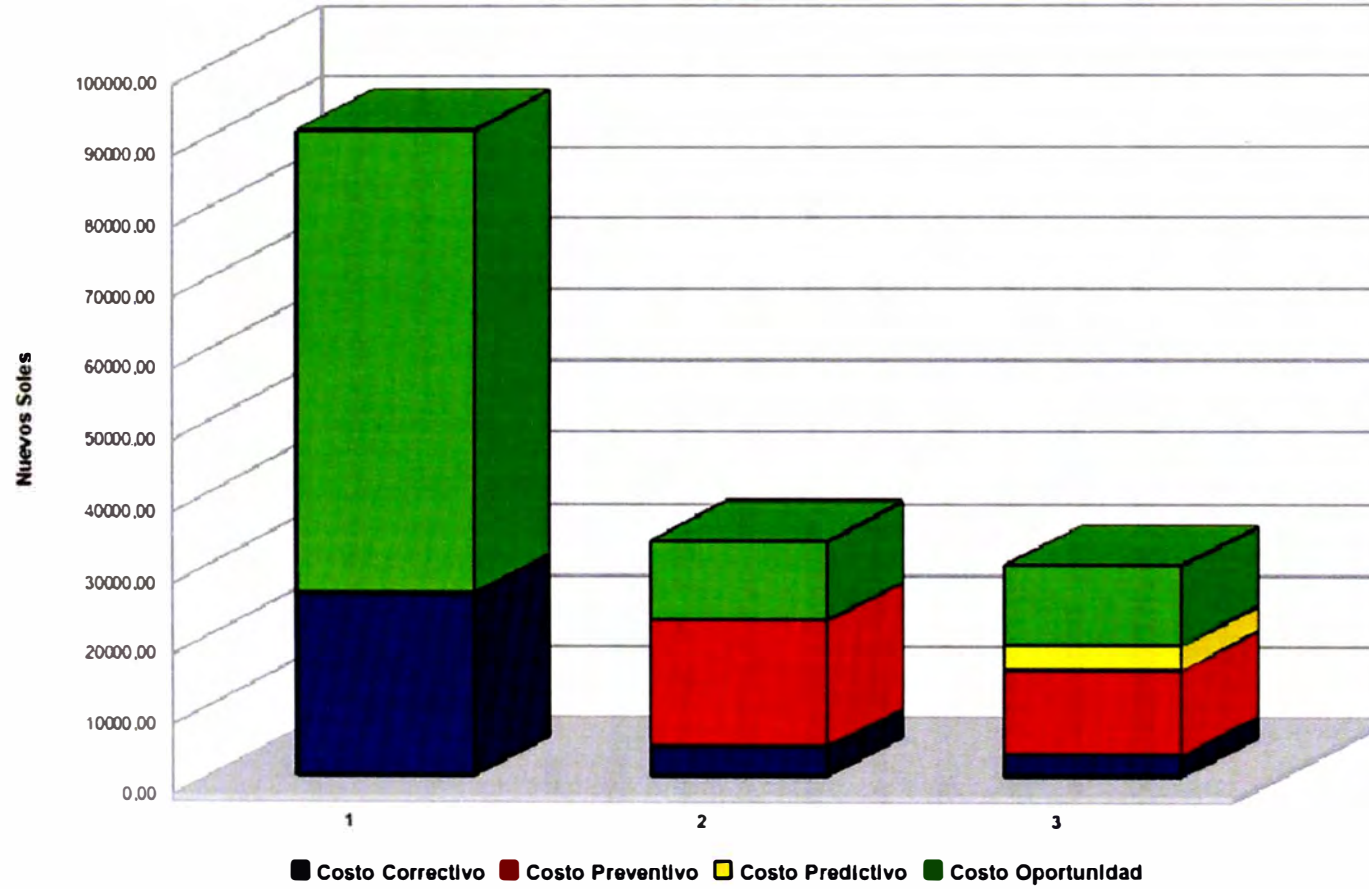


Gráfico # 9

COMPARATIVO COSTO DE MANTENIMIENTO - AÑO 01, AÑO 02 Y AÑO 03



8. ORGANIZACIÓN DEL SOFTWARE DE MANTENIMIENTO

El software de mantenimiento es una poderosa herramienta de administración, nos permite optimizar la programación de las tareas de mantenimiento. Un buen software mantiene el equilibrio entre la simplicidad de operación y la rigurosidad de tener una data completa actualizada. El software puede estar basado en tecnologías de carácter propietario, lo que significa un costo adicional o puede estar basado en tecnologías open source, lo que significa un ahorro en cuestión de licencias y más aun la importancia de poder ser modificado de acuerdo a la necesidad y continua actualización de los planes de mantenimiento.

8.1. Arquitectura del software

La estructura de programación viene resumida:

Nivel de Programador	Usuario Final
Linux	Xhtml + Navegador Web (chrome, firefox, ie, etc.)
Apache	
Mysql	
Python	

8.2. Reconocimiento de los input y output

La alimentación a nuestro software es a partir de la información contenida

en los formatos de mantenimiento:

- **Ficha de control de componentes (FCC)**
- **Ficha de movimiento de neumáticos (FMN)**
- **Ficha de registro de estado de la carrocería (FRC)**
- **Registro acumulado de kilometraje (RAK)**
- **Registro técnico de mantenimiento (RTM)**
- **Tabla kilométrica de mantenimiento (TKM)**

Y los planes de mantenimiento:

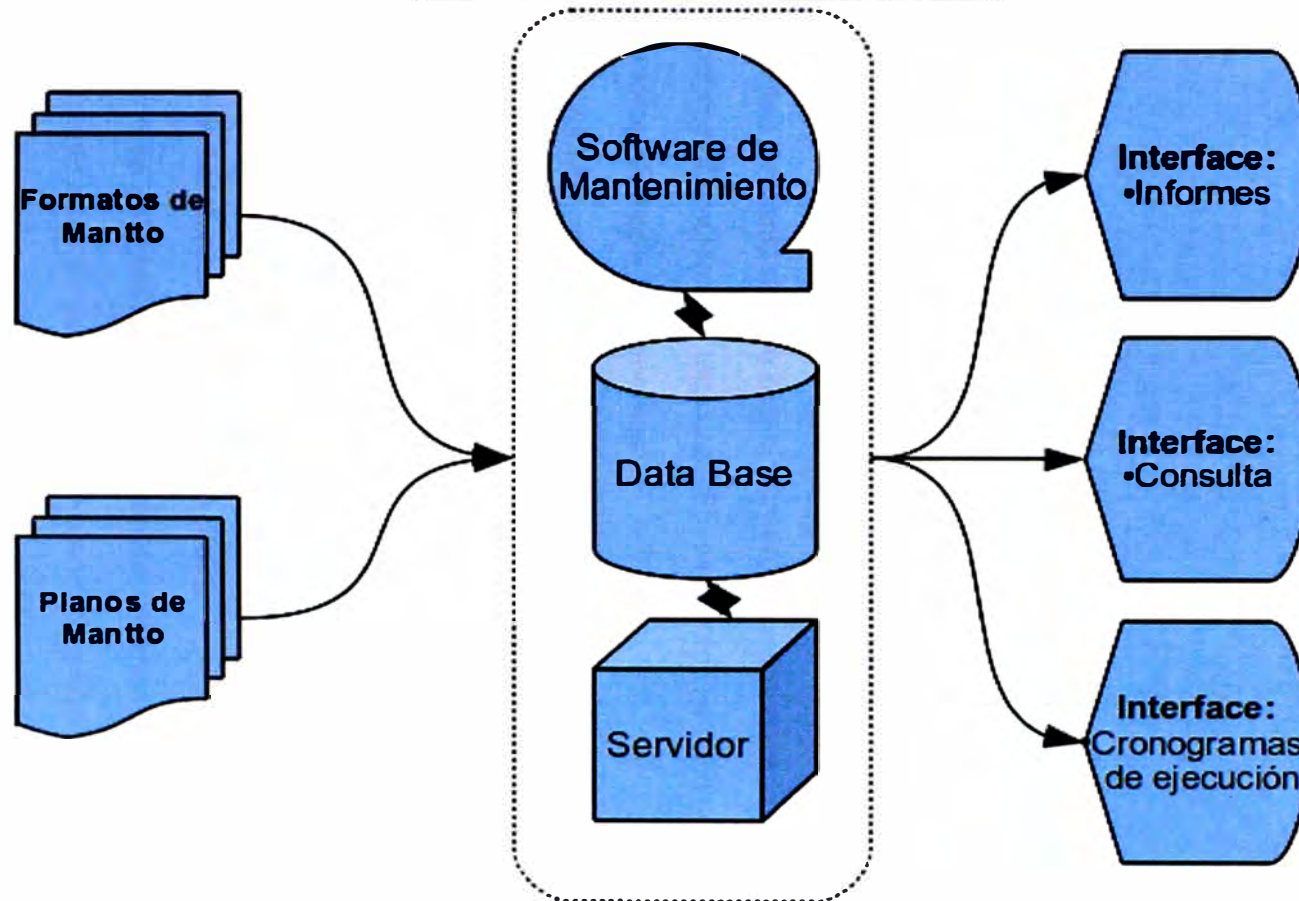
- **Plan de Mantenimiento A**
- **Plan de Mantenimiento B**
- **Plan de Mantenimiento B1**
- **Plan de Mantenimiento C**
- **Plan de Mantenimiento CC**

De esa manera como salida tendremos:

- **Informes de Costos, OTM, Personal, etc.**
- **Consultas por filtro definidos por el usuario, generalmente tipo de componente, kilometraje, etc.**
- **Cronograma de ejecución de tareas mediante disparadores automáticos de kilometraje.**
- **Ordenes de Trabajo.**
- **Datos de personal involucrado en el mantenimiento**

En la figura N° 4 representamos el procesamiento de los datos:

Figura N° 4: INPUT - OUTPUT



9. INDICADORES DE GESTIÓN

En la gestión es necesario la toma de decisiones, razón por la cual hacemos uso de herramientas para cuantificar el grado de satisfacción del desempeño, de esa manera establecemos criterios unificados sobre las fuentes de captación de datos, números y valores de los principales indicadores financieros y técnicos. En este informe solo veremos los indicadores técnicos. Así tenemos:

9.1. Índice de Mantenimiento Correctivo (IMC)

Este índice indica la relación entre las ordenes de trabajo correctivas sobre el número total de ordenes de trabajo atendidas.

$$IMC = \frac{\text{Número de OTMc}}{\text{Número de OTMtotal}}$$

9.2. Índice de Mantenimiento Preventivo (IMP)

Análogamente este índice ve la relación de ordenes de trabajo, en este caso respecto a las tareas de mantenimiento preventivo.

$$IMC = \frac{\text{Número de OTMp}}{\text{Número de OTMtotal}}$$

9.3. Índice de Mantenibilidad (IM)

Este indicador nos muestra el grado de suceso en el atendimento de las tareas de mantenimiento atendidas, tanto correctivo como preventivo, sobre el total programadas.

$$IMC = \frac{\text{Número de OT Matendidas}}{\text{Número de OT M programadas}}$$

9.4. Índice de Productividad en Mantenimiento (IP)

Es la razón entre las ordenes de trabajo atendidas respecto de los kilómetros recorridos cuantificados al año en ambos casos.

$$IP = \frac{\text{Número de OT Matendidas al año}}{\text{KM recorridos al año}}$$

A continuación presentamos las estadísticas de los años 01 y 02 respecto a cada unidad en estudio.

Tabla No 30: Estadísticas de Mantenimiento - Año 01, Año 02 y Año 03

	Año 01		Año 02		Año 03	
	Volvo TD73	Mercedes Benz OM447	Volvo TD73	Mercedes Benz OM447	Volvo TD73	Mercedes Benz OM447
OTM Correctivo	24	26	6	8	4	5
OTM Preventivo	0	0	48	43	37	40
Total Atendidas	24	26	54	51	51	55
KM recorridos x 10 ⁴	25,22	23,85	26,11	24,20	27,06	26,82
Índice de Productividad (OTM/KM)	0,95	1,09	2,07	2,11	1,88	2,05

Gráfico #10
OTM Correctivo vs KM recorridos

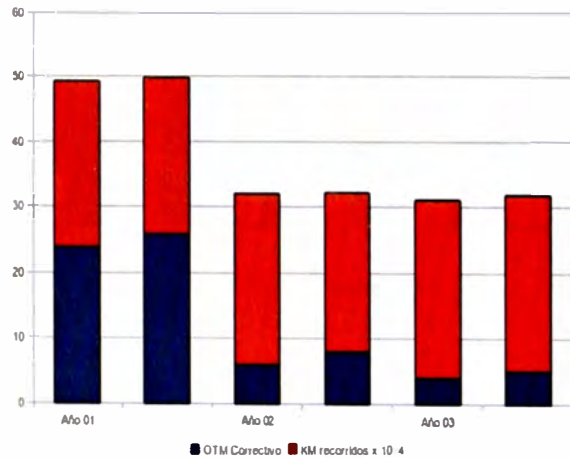


Gráfico #11
OTM Preventivo vs KM recorridos

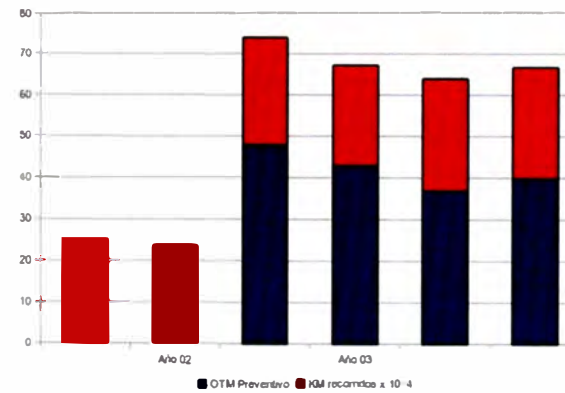


Gráfico #12
OTM Atendidas vs KM recorridos

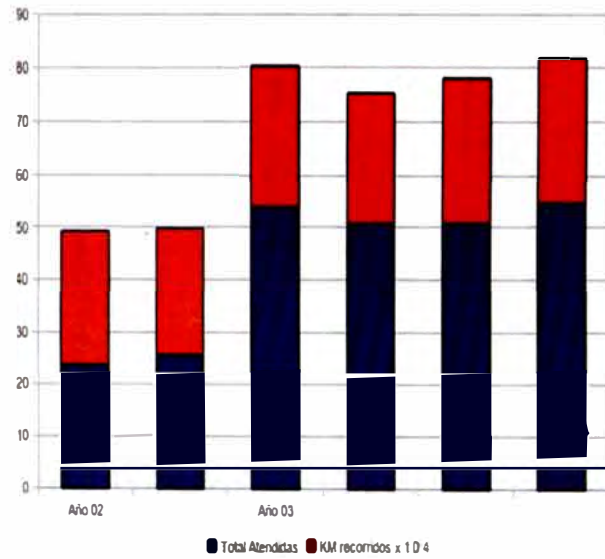
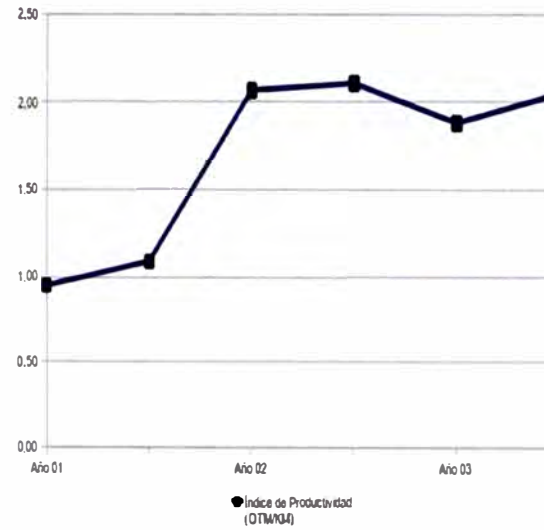


Gráfico #13
Índice de Productividad de Mantenimiento



10. CONCLUSIONES

- (a) Al finalizar el análisis técnico-económico tenemos una reducción significativa de costo de mantenimiento de 36,63% en la transición del primer para el segundo año, es decir la implantación del mantenimiento preventivo, ya en la transición del primer para el tercer año tendríamos una reducción del 32,96% , es decir en la implementación del mantenimiento predictivo.
- (b) Como ya indicamos el costo de inversión para la implementación del mantenimiento predictivo es de \$8000,00. Ahora bien en consecuencia de la implementación tendríamos un ahorro de 3339,24 nuevos soles, sin embargo esta cantidad viene multiplicada aproximadamente por el número de unidades que conforma la flota, es decir en un año tenemos un ahorro de \$28940,5. Esto significa que la inversión se recuperaría aproximadamente en tres meses y medio, lo cual resulta altamente viable dicha propuesta.
- (c) En consecuencia la incorporación de técnicas de mantenimiento predictivo mediante el análisis del lubricante ha permitido aumentar la confiabilidad y disponibilidad de las unidades,

permitiendo reducir costos en repuestos, mano de obra, tiempo de paro, lubricantes, etc. Mejorando el aprovechamiento de recursos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

TOKUTARO SUZUKI (1992) *TPM en Industrias de Proceso*, ISBN:

8487022189.

VÍCTOR ORTIZ (2009) *Gestión del Mantenimiento.*

JUAN CARLOS GONZÁLES (2005) *Gestión y Logística del Mantenimiento
en Automoción.*

AMIR MATTAR VALENTE (1997) *Gerenciamento de Transportes e Frotas.*

ARMANDO MALDONADO SUSANO (2003) *Apuntes de Mantenimiento
Vehicular.*

ANEXOS

Formatos de Mantenimiento

- (a) **RTM: Registro Técnico de Mantenimiento**
- (b) FCC: Ficha de Control de Componentes
- (c) **FMN: Ficha de Movimiento de Neumáticos**
- (d) FRC: Ficha de Registro de estado de Carrocería
- (e) RAK: Registro Acumulado del Kilometraje
- (f) **TKP: Tabla Kilométrica Progresiva**

RTM – REGISTRO TÉCNICO DE MANTENIMIENTO						N°
Vehículo N°	Sector	KM	Llegada			
			Local	Procedencia	Fecha	Hora
Temp. Agua _____ °C		Presión Aceite _____ Psi		Presión Aire _____ Psi		
Informe Técnico del Conductor / Revisor			Socorro	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
Matrícula / Nombre			Firma Conductor		Firma Revisor	
Item	Servicios Ejecutados				N° / Nombre Oficial	
Cambio de Repuesto						
Mantenimiento Programado						
<input type="checkbox"/> Plano A + Lubricación <input type="checkbox"/> Plano B + Cambio de Aceite Motor <input type="checkbox"/> Plano B1 + Cambio de Cx + Dif. <input type="checkbox"/> Plano C (Revisión)				<input type="checkbox"/> Plano CC - Carroceria		
LIBERACIÓN TÉCNICA DE LA UNIDAD						
Fecha		Hora		Firma Responsable Técnico		

	FMN – FICHA DE MOVIMIENTO DEL NEUMÁTICO	N° de Neumático
--	--	------------------------

<input type="checkbox"/> NUEVO	<input type="checkbox"/> REFORMADO	<input type="checkbox"/> APROVECHADO	MEDIDA
--------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------	--------

Nota: Esta ficha debe acompañar al neumático que corresponde. En la rotación del mismo El ticket abajo a la sección de control.

INSTALADO					RETIRADO			
Sector	Fecha	Unidad	Pos	KM Acum.	Sector	Fecha	KM Acum.	Dest. Neum.

RETIRADO/4 No Neum. _____ Sector _____ Fecha _____ Carro _____ Pos _____ KM _____ Motivo del Retiro _____ _____ _____	RETIRADO/3 No Neum. _____ Sector _____ Fecha _____ Carro _____ Pos _____ KM _____ Motivo del Retiro _____ _____ _____	RETIRADO/2 No Neum. _____ Sector _____ Fecha _____ Carro _____ Pos _____ KM _____ Motivo del Retiro _____ _____ _____	RETIRADO/1 No Neum. _____ Sector _____ Fecha _____ Carro _____ Pos _____ KM _____ Motivo del Retiro _____ _____ _____
---	---	---	---

RETIRADO/4 No Neum. _____ Sector _____ Fecha _____ Carro _____ Pos _____ KM _____ Aprovechamiento? <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	RETIRADO/3 No Neum. _____ Sector _____ Fecha _____ Carro _____ Pos _____ KM _____ Aprovechamiento? <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	RETIRADO/2 No Neum. _____ Sector _____ Fecha _____ Carro _____ Pos _____ KM _____ Aprovechamiento? <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	RETIRADO/1 No Neum. _____ Sector _____ Fecha _____ Carro _____ Pos _____ KM _____ Aprovechamiento? <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
---	---	---	---

<input type="checkbox"/> NUEVO	<input type="checkbox"/> REFORMADO	<input type="checkbox"/> APROVECHADO
Sector: _____	Fecha: _____	N°: _____
Documentos: _____	Transportador: _____	

	FCC – FICHA DE CONTROL DE COMPONENTES		N°
COMPONENTE		SERIE	
Sector _____	Fecha _____	RTM N° _____	
Instalado:			
Unidad _____	KM _____	Sector _____	Fecha _____
PRÓXIMO VENCIMIENTO A LOS _____ KM RECORRIDOS			
Retirado:			
Unidad _____	KM _____	Sector _____	Fecha _____
Motivo:			

KILOMETRAJE PRODUCIDO _____ KM			
COMPONENTE		N° SERIE	
Instalado:			
Unidad _____	KM _____	Sector _____	Fecha _____
COMPONENTE		N° SERIE	
PARA SER ARCHIVADO:			
Sector _____	Fecha _____	RTM N° _____	

PLACA:

**FRC – FICHA DE REGISTRO DE
ESTADO DE CARROCERIA**

Nº

Nº DE ORDEN

CARROCERIA MARCA /
TIPO

FECHA DE INICIO FICHA



HISTÓRICO DE LA CARROCERIA / CONTROL DE AVERIAS

Nº	FECHA	LOCAL	CHOFER RESPONSABLE / DESCRIPCIÓN AVERIA	RESPONSABLE DEL INFORME	REPARACIÓN AVERIA / FECHA
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

OBS:

- Está ficha permanece en el folder embarcado en el vehículo
- Una vez planchado y pintado totalmente el vehículo, será abierta otra ficha
- Las fichas canceladas son enviadas para la gerencia técnica

OBS:

PLACA:	RAK – REGISTRO ACUMULADO DEL KILOMETRAJE	N°		
SECTOR:	MES/AÑO:	TIPO VEHÍCULO:	N° ORDEN:	
KM ACUM. ANTERIOR:	KM MOTOR ANTERIOR:	REVISIÓN C:	CONS. ANTERIOR KM/L	CONS. ANTERIOR %LUB/D2

DIA	KM DIA	KM ACUMULADA	PLAN				DIESEL	ACEITE MOTOR	CAJA	CORONA	ODOMETRO	MEDIA KM/L
			A	B	C	D						
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
TOTAL												

CONSUMO DIESEL:	CONSUMO ACEITE: % LUB / DIESEL	TOTAL CAMBIOS ACEITE: L	TOTAL CAMBIOS COMPLEMENTO ACEITE: L
----------------------------	---	--	--

PLACA:

**TKP – TABLA KILOMÉTRICA
PROGRESIVA**

N° DE ORDEN:

CHASIS

CARRO MARCA / TIPO

CARROCERIA

SECTOR ORIGEN

10000 KM
Rev.: A
Sector:
Km:
Fecha:

20000 KM
Rev.: B
Sector:
Km:
Fecha:

30000 KM
Rev.: A
Sector:
Km:
Fecha:

40000 KM
Rev.: B
Sector:
Km:
Fecha:

50000 KM
Rev.: A
Sector:
Km:
Fecha:

60000 KM
Rev.: B/B1
Sector:
Km:
Fecha:

70000 KM
Rev.: A
Sector:
Km:
Fecha:

80000 KM
Rev.: B
Sector:
Km:
Fecha:

90000 KM
Rev.: A
Sector:
Km:
Fecha:

100000 KM
Rev.: B
Sector:
Km:
Fecha:

110000 KM
Rev.: A
Sector:
Km:
Fecha:

120000 KM
Rev.: B/B1 / C
Sector:
Km:
Fecha:

130000 KM
Rev.: A
Sector:
Km:
Fecha:

140000 KM
Rev.: B
Sector:
Km:
Fecha:

150000 KM
Rev.: A
Sector:
Km:
Fecha:

160000 KM
Rev.: B
Sector:
Km:
Fecha:

170000 KM
Rev.: A
Sector:
Km:
Fecha:

180000 KM
Rev.: B/B1
Sector:
Km:
Fecha:


HASTA

1 600000 KM
Rev.: B
Sector:
Km:
Fecha: