

T
629.28
VAR
p.2

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

**FACULTAD DE INGENIERIA EN MECANICA
Y CIENCIAS DE LA PRODUCCION**

**"Cálculo de la Fiabilidad y del
Mantenimiento Preventivo de un
Automovil"**

TESIS DE GRADO

**Prevía la obtención del Título de
INGENIERO MECANICO**

Presentada por:

Eddye Paúl Varela Peña

Año 1998

GUAYAQUIL - ECUADOR



AGRADECIMIENTO



**ING. ANGEL VARGAS
ZUÑIGA** Director de Tesis,
por su incomparable ayuda
para la culminación de este
trabajo.

DEDICATORIA

A MI MADRE

A MI ESPOSA

A MI HIJO

TRIBUNAL DE GRADUACION

Ing Eduardo Rivadeneira

DECANO DE LA FIM



Ing. Angel Vargas Zuñiga

DIRECTOR DE TESIS



Ing. Rodolfo Paz M.

VOCAL



Ing. Francisco Andrade

VOCAL

DECLARACION EXPRESA

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

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Eddy Paúl Varela Peña

RESUMEN

Este estudio tiene como objetivo resaltar la importancia de una alta fiabilidad en un automóvil de uso diario, lograda en base a un adecuado mantenimiento preventivo, que garantice la seguridad de la vida de los usuarios, y el funcionamiento correcto y económico de la máquina por mas largo tiempo.

Los primeros capítulos están destinados al estudio de la fiabilidad, leyes estadísticas, y se relacionan con las partes del automóvil. Se continua con el análisis del índice de fiabilidad, la diferencia fundamental entre fiabilidad e índice de fiabilidad, se analizan sus parámetros y se calcula el índice de fiabilidad del principal componente del vehículo "el motor".

En la segunda parte se desarrolla un estudio del mantenimiento preventivo, sus costos, y el análisis de los principales componentes del automóvil y particularmente del motor, se remarca la importancia del adecuado mantenimiento preventivo al comparar mediante un estudio estadístico de motores con diferentes grados de desgaste en sus cilindros proporcionales al nivel de mantenimiento que tuvieron durante su período de trabajo, lo cual se muestra en las curvas gráficas correspondientes.

Termina este trabajo con recomendaciones técnicas para el mejoramiento de la fiabilidad, y para un buen mantenimiento se recomienda y se aplica como guía el método gráfico de Gantt para la programación del mantenimiento del motor de un automóvil.



INDICE GENERAL

RESUMEN	II
INDICE GENERAL	III
INDICE DE FIGURAS	IV
INDICE DE GRÁFICOS	V
INDICE DE TABLAS	VI
INTRODUCCION E IMPORTANCIA.....	13
1.1 INTRODUCCIÓN	13
1.2 FACTIBILIDAD DE ESTE ESTUDIO.....	13
CALCULO DE LA FIABILIDAD	15
2.1 DEFINICIÓN DE LA FIABILIDAD	15
2.2 PARÁMETROS DE LA FIABILIDAD	16
2.3 PROCEDIMIENTO PARA EVALUAR LA FIABILIDAD	17
2.4 LEYES ESTADÍSTICAS RELACIONADAS CON LA FIABILIDAD.....	17
CALCULO DEL INDICE DE FIABILIDAD	24
3.1 DEFINICIÓN DEL INDICE DE FIABILIDAD	24
3.2 DIFERENCIA ENTRE FIABILIDAD E INDICE DE FIABILIDAD.....	24
3.3 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DEL INDICE DE FIABILIDAD	25

3.4 CÁLCULO DEL ÍNDICE DE FIABILIDAD DE UN MOTOR DE AUTOMÓVIL	31
CALCULO DE LA TASA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	35
4.1 COSTOS DE MANTENIMIENTO	35
4.1.1 <i>Costos de Mantenimiento Preventivo</i>	36
4.1.2 <i>Costos de mantenimiento correctivo</i>	37
4.2 COEFICIENTE TASA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	38
4.3 CÁLCULO DE LA TASA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UN MOTOR	40
ANALISIS DE LOS COMPONENTES DEL AUTOMOVIL	42
5.1 COMPONENTES PRINCIPALES DEL AUTOMÓVIL	42
5.1.1 <i>Chasis</i>	43
5.1.2 <i>Sistema de la Dirección</i>	43
5.1.3 <i>La Suspensión</i>	44
5.1.4 <i>Sistema de Frenos</i>	45
5.1.5 <i>Tren de Potencia.</i>	46
5.1.6 <i>Sistema de Transmisión</i>	47
5.1.7 <i>La Carrocería.</i>	49
ANALISIS DEL MOTOR DE UN AUTOMOVIL	51
6.1 COMPONENTES PRINCIPALES	51
6.1.1 <i>El pistón y el cilindro.</i>	51
6.1.2 <i>El Carburador.</i>	52
6.1.3 <i>Sistema de Admisión y Escape</i>	52
6.1.4 <i>Sistema de Enfriamiento.</i>	53
6.1.5 <i>Sistema de Lubricación.</i>	54
ANALISIS ENERGETICO DEL FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DEL AUTOMOVIL	55

7.1 DESCRIPCIÓN DEL CICLO DE FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR 55

7.2 BALANCE ENERGÉTICO DEL FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR, 56

COMPARACION NUMERICA DEL DESGASTE DE MOTORES CON DIFERENTES

NIVELES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO. 58

8.1 GENERALIDADES 58

8.2 MEDIDAS DEL DESGASTE DE LOS CILINDROS 60

8.3 CALCULOS Y RESULTADOS. 62

8.4 GRÁFICOS DE MEDIDAS RESULTANTES 65

8.5 CÁLCULO DE LA DESVIACIÓN STANDARD 77

8.6 ANÁLISIS DE RESULTADOS 77

RECOMENDACIONES TECNICAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS VALORES DE

FIABILIDAD Y TASA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE UN AUTOMOVIL. 78

9.1 RECOMENDACIONES PARA UN ADECUADO MANTENIMIENTO 78

Mantenimiento mensual, o cada 2500 Km..... 84

Mantenimiento Trimestral, o cada 5000 Km..... 85

9.2 APLICACIÓN DEL MÉTODO GRÁFICO DE GANTT PARA LA PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO DEL

MOTOR DE UN AUTOMÓVIL 86

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 89

BIBLIOGRAFIA..... 90



INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Representación gráfica de la densidad de probabilidad Normal a Gaussiana	18
Figura 2.2. Curva de la fiabilidad para una constante de fallas	21
Figura 4.1. Decrecimiento de los costos de reparación en forma parabólica	39
Figura 4.2. Incremento de los costos de mantenimiento preventivo según una recta ...	39
Figura 7.1. Balance energético de la energía calorífica del funcionamiento un motor ..	57
Figura 8.1. Acción o efecto de cuña que forma el aceite levantando el eje.....	59

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Desgaste de los cilindros de cada uno de los motores	66
Gráfico 2. Desgaste de los cilindros vs. Kilómetros recorridos	69
Gráfico 3. Area lateral desgastada vs. Kilómetros recorridos	71
Gráfico 4. Volumen desalojado vs. Kilómetros recorridos	73
Gráfico 5. Peso del material perdido vs. Kilómetro recorridos	75
Gráfico 6. Gráfico de Gantt para el mantenimiento de un motor	88

INDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Parámetros de evaluación del índice de fiabilidad (I.F)	25
Tabla 3.2. Puntaje según la edad de vehículos convencionales para el cálculo del I.F	28
Tabla 3.3. Puntaje según la edad de vehículos semilujo para el el cálculo del I.F	28
Tabla 3.4. Puntaje según la edad de vehículos de lujo para el el cálculo del I.F	29
Tabla 3.5. Puntaje de evaluación del medio ambiente para el cálculo del I.F	30
Tabla 3.6. Puntaje de evaluación del ciclo de trabajo para el cálculo del I.F	30
Tabla 3.7. Datos técnicos del motor Isuzu G200	31
Tabla 8.1. Recorrido aproximado de los motores analizados.....	61
Tabla 8.2. Valores promedios de los diámetros desgastados de los cilindros.....	62
Tabla 8.3. Incremento promedio del diámetro de los cilindros	63
Tabla 8.4. Areas laterales de los cilindros desgastadas por rozamiento	63
Tabla 8.5. Volumen del material desgastado por efecto de rozamiento	64
Tabla 8.6. Peso del material desalojado por efecto del rozamiento	65
Tabla 8.7. Desviación estandar	78

INTRODUCCION E IMPORTANCIA

1.1 Introducción

La Fiabilidad es uno de los problemas fundamentales de ingeniería, y desde la aparición de la técnica, los investigadores se han preocupado por esta, relacionándola directamente con el exceso. Debido a esto, en los cálculos de ingeniería se utilizan profusamente, en los distintos campos de la técnica, los coeficientes de seguridad necesarios.

En un automóvil la Fiabilidad es mucho más importante considerando que en él viajan vidas humanas, y como día a día se mejoran con los diferentes modelos las condiciones de comodidad, economía, confort, y seguridad, paralelamente crece la complejidad de los sistemas técnicos, que exigen la agudización de la atención al problema de la Fiabilidad.

La garantía de la Fiabilidad de un automóvil esta vinculada con todas las etapas de creación del artículo y principalmente por el periodo y calidad de uso; conservándola utilizando métodos adecuados de manejo y fundamentalmente con un adecuado mantenimiento preventivo que hará trabajar a todas las partes del automóvil, mejor y por mas tiempo.

1.2 Factibilidad de este estudio.

Todos los vehículos son sometidos durante su uso a influencias dañinas y destructivas, las cuales se deben contrarrestar mucho mas en nuestro país en que poseemos un deplorable sistema vial, que acelera el deterioro de los componentes del vehículo. Si

estas influencias dañinas no se contrarrestan y se previene su falla, las pérdidas técnicas y económicas son extraordinarias afectando directamente la economía del usuario.

Este estudio ayuda y demuestra que un sistema de mantenimiento minuciosamente concebido es la clave para conservar la Fiabilidad de todas las partes del vehículo. El mantenimiento organizado del vehículo, el examen y control preventivo periódico, la limpieza y el reglaje establecido por el fabricante, la reparación y sustitución de las piezas y elementos desgastados, cuyas características hayan indicado desviaciones de la norma durante el control, permiten evitar los fallos y prolongar el plazo de servicio del vehículo con mayor seguridad para la vida del usuario.

CALCULO DE LA FIABILIDAD

2.1 Definición de la Fiabilidad

Existen tres definiciones o conceptos con diferente forma pero con el mismo contenido que son:

Fiabilidad es la probabilidad de que un elemento funcione sin fallas dentro de ciertos límites definidos en unas condiciones especificadas, durante un tiempo determinado.

Fiabilidad es la probabilidad de que un dispositivo funcione satisfactoriamente, o sin falla durante un tiempo determinado, siempre que dicho dispositivo se utilice en condiciones definidas.

Fiabilidad es la propiedad del artículo (pieza, componente, elemento, aparato, sistema) de cumplir las funciones prefijadas, mantener sus índices de explotación en los límites establecidos para regímenes y condiciones de explotación dados durante el intervalo de tiempo requerido o las horas de trabajo necesarias.

2.2 Parámetros de la Fiabilidad.

Los principales parámetros para determinar la fiabilidad de un sistema son los siguientes:

- a) Complejidad: Mientras más complejos sean los sistemas técnicos utilizan más componentes consecuentemente aumentan las probabilidades de fallos
- b) Redundancia: Para aumentar la Fiabilidad de los sistemas algunos diseñadores repiten ciertos elementos o componentes importantes con la finalidad de que si falla uno el otro entra inmediatamente en funcionamiento, evitando que el sistema falle. A estos dispositivos se los conoce como stand-by y se los utiliza siempre y cuando el espacio, el peso y los costos lo permitan.
- c) La Accesibilidad a todas las partes del articulo y a los componentes, piezas, unidades, bloques y elementos que lo integran para el examen, el control, y la reparación o sustitución.
- d) Normalización de componentes: "La normalización de componentes facilita la determinación de la duración o resistencia de estos, lo cual nos daría una idea del tiempo estimado en que fallaran estos y en que requerirán ser reemplazados."
- e) Pruebas con sobrecargas: "Este parámetro se basa en la hipótesis que si un dispositivo está sujeto a esfuerzos (solicitaciones) sobrediseñados, anormales, este fallará prematuramente y se podrá así establecer sus limites definidos de funcionamiento para que tenga una fiabilidad aceptable".
- f) Funcionamiento a Carga Parcial: Este es otro parámetro que se usa para aumentar la fiabilidad de un equipo o dispositivo y consiste en hacerlo funcionar solamente en una fracción de su capacidad total. La ventaja que se obtiene con la aplicación de este parámetro es la de alargar el ciclo de vida útil del equipo, sin embargo su desventaja radica en que disminuye la eficiencia de la planta.

2.3 Procedimiento para evaluar la Fiabilidad

La Fiabilidad de un elemento es función principalmente del tiempo, función cuya forma depende de la Ley Probabilística con la que el desperfecto o falla puede darse en el tiempo.

Para evaluar la fiabilidad de los dispositivos o equipos pueden utilizarse tres procedimientos:

- a) Usar la información procedente del funcionamiento de muchos equipos iguales durante un largo periodo de tiempo y en las mismas condiciones de funcionamiento.

Si los datos son numerosos desde el punto de vista estadístico, pueden utilizarse tal cual sin necesidad de ninguna elaboración.

- b) Usar la información procedente del funcionamiento de pocos equipos durante un corto período de tiempo. Los datos de las pruebas de este tipo dan una estimación del comportamiento con cierto grado de confianza esto es con cierta probabilidad de que resulta verdadera.

- c) Usar la Fiabilidad conocida de las partes componentes del equipo para hacer cálculos provisionales de la fiabilidad del conjunto. Este procedimiento es útil cuando, no disponiendo de datos suficientes, se desea una evaluación de la Fiabilidad del equipo antes de que se disponga de los resultados de un muestreo. Obviamente, los datos de Fiabilidad en el ámbito de componente son más abundantes y fáciles de conseguir.

2.4 Leyes Estadísticas relacionadas con la Fiabilidad.

Por definición, la Fiabilidad está relacionada con la Probabilidad, y vinculada directamente con las leyes estadísticas, y sus diferentes ecuaciones matemáticas, las cuales a su vez estarán dadas con relación al ciclo o período de vida útil.

Precisamente estas leyes se incluyen en este capítulo de una manera concreta y resumida a continuación. Específicamente se explica lo que se define como densidad de probabilidad Normal o Gaussiana a la cual convencionalmente se denomina $f(t)$, lo cual será la probabilidad instantánea de que el dispositivo falle en el tiempo t o en su entorno infinitesimo, o sea: $f(t) dt$

Cabe añadir que la Fiabilidad también podría determinarse aplicando la función Gamma o la función de Weibull.

Gráficamente la densidad de probabilidad Normal o Gaussiana estaría representada como se muestra en la Figura 2.1

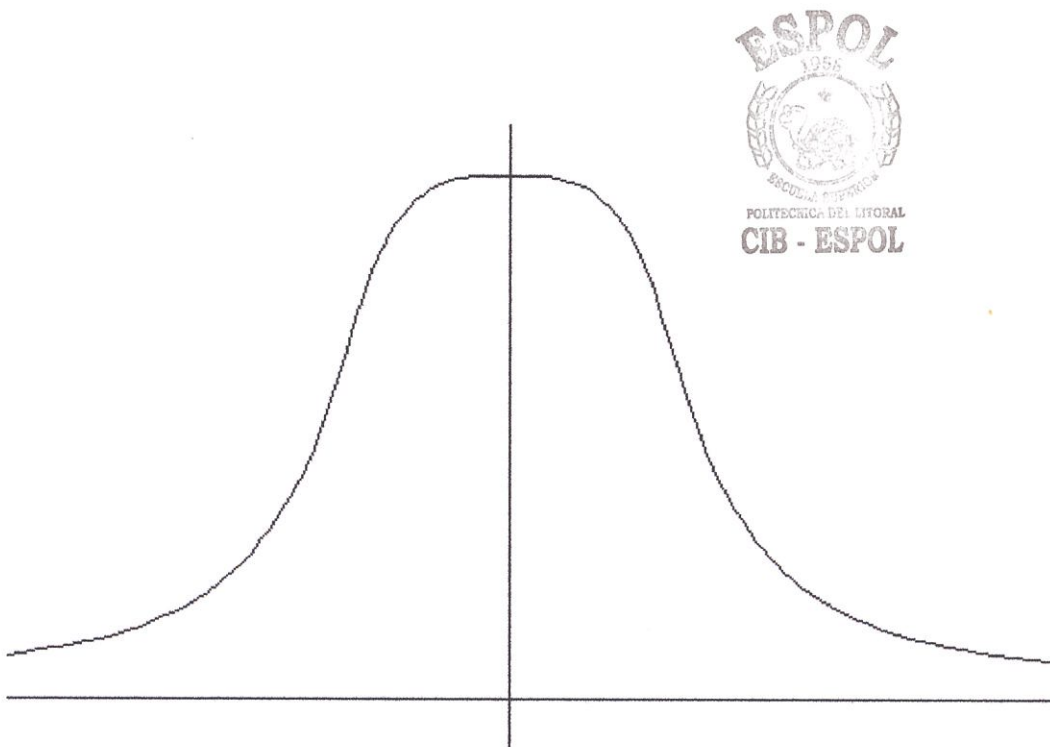


Fig. 2.1 Representación gráfica de la densidad de probabilidad Normal o Gaussiana.

Como todo dispositivo termina por fallar con el tiempo, el área cubierta por la función $f(t)$ será igual a la unidad

$$\int_0^{\infty} f(t) dt = 1 \quad \text{Ecuación 2.1}$$

La probabilidad de que el dispositivo falle en el instante t_0 antes estará dada por:

$$F(t) = \int_0^t f(t) dt \quad \text{Ecuación 2.2}$$

La Fiabilidad, o sea la probabilidad de que el dispositivo funcione todavía en el instante t estará dada por:

$$R(t) = \int_t^{\infty} f(t) dt = 1 - \int_0^t f(t) dt = 1 - F(t) \quad \text{Ecuación 2.3}$$

El conocimiento de la función $f(t)$ permitirá consecuentemente evaluar la Fiabilidad.

Teniendo en consideración otra función de importante interés denominada tasa de fallas $\lambda(t)$: esta tiene tal importancia que el producto $\lambda(t)dt$ representa la probabilidad condicional de que el elemento falle en el tiempo comprendido entre t y $t + dt$, suponiendo que en t está todavía funcionando.

La diferencia entre las dos funciones $f(t)$ y $\lambda(t)$ está que mientras $f(t)dt$ representa la fracción de la que falta en este mismo intervalo de tiempo, refiriéndose a una población sana en el tiempo t , lógicamente será menos numerosa o como máximo igual la población original considerada en el momento $t = 0$

La función tasa de fallas representa por lo tanto la densidad de probabilidad de que un dispositivo, ha sobrevivido hasta el momento t , falle en el dt siguiente.

La probabilidad correspondiente es $\lambda(t)dt$ que es una a posteriori, esto es, condicionada a la de la información cierta de que el dispositivo sobrevivió hasta el tiempo t .

Por el contrario, $f(t) dt$ es una probabilidad a priori, decir, referida al instante inicial de funcionamiento.

De las ecuaciones antes indicadas se puede establecer la existente entre $R(t)$ y $\lambda(t)$, tal como se muestra a continuación:

$$\lambda(t) dt = \frac{f(t) dt}{R(t)}$$

y como:

$$dt = \frac{dF(t)}{d\lambda} = - \frac{dR(t)}{d\lambda}$$

de donde:

$$\ln R(t) - \ln R(0) = - \int_0^t \lambda(t) dt$$

pero como:

$$\ln R(0) = 0 \text{ siendo } R(0)=1$$

(para $t=0$, la fiabilidad = 1) resulta

$$R(t) = e^{-\lambda t} \quad \text{Ecuación 2.4}$$

$$f(t) = \lambda(t) R(t) = \lambda(t) e^{-\lambda t} \quad \text{Ecuación 2.5}$$

$$f(t) = 1 - e^{-\lambda t} = 1 - R(t) \quad \text{Ecuación 2.6}$$

Para una razón constante de fallas durante el ciclo de o periodo de vida útil y si la tasa de fallas es sensiblemente constante, la función fiabilidad hablando toma la siguiente forma:

$$R(t) = e^{-\lambda t} \quad \text{Ec. 2.4}$$

donde: $R(t)$ = fiabilidad

e = exponencial logarítmica

λ = constante de fallas por unidad de tiempo

t = vida útil (ciclo de vida o periodo de servicio útil)

Una característica importante de la ecuación 2.4 es que durante su ciclo de vida, la fiabilidad de un dispositivo es aproximadamente la misma durante intervalos de tiempo iguales.

Esto significa que la fiabilidad de un dispositivo (maquina o equipo), o en otras palabras la probabilidad que este no falle durante un intervalo dado de tiempo ser calculada con la relación 2.4, siempre que él haya sobrevivido hasta el principio del, y al final del ciclo de vida útil dentro del intervalo. Esta ecuación se la representa en la 2.2

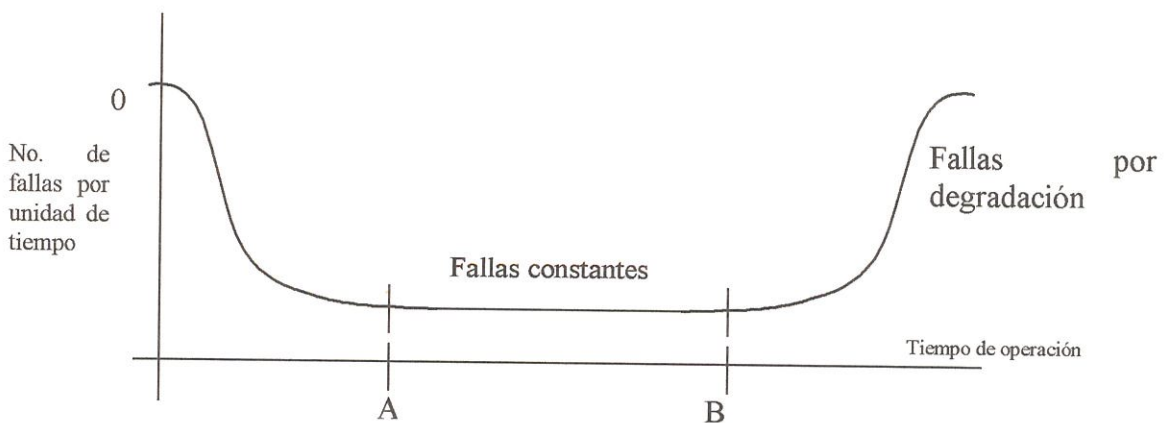


Figura 2.2: Curva de la Fiabilidad para una constante de fallas

Tabla 2.1. Constante de fallas y tiempo de vida util de algunas partes del vehículo

ELEMENTO	λ	T (millas)
Cigüeñal	9×10^{-7}	15000
Cojinetes deslizantes	5×10^{-7}	15000
Filtros	3×10^{-7}	2000
Mangueras	3.93×10^{-6}	5000
Manómetros	1.3×10^{-6}	10000
Engranajes	1.2×10^{-7}	30000
Caja de velocidades	9.12×10^{-7}	30000
Embragues	2.1×10^{-7}	10000
Transmisiones	1.6×10^{-7}	10000
Resortes	2×10^{-7}	20000
Anillos de sección variable	5×10^{-7}	8000
Cilindros	7×10^{-8}	20000

2.5 Cálculo de la Fiabilidad de componentes de un motor de automóvil.

Utilizando la ecuación 2.4 bajo las condiciones indicadas se calcula la Fiabilidad de ciertos componentes del motor, utilizando los datos de la Tabla 2.1

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

-Fiabilidad del cigüeñal

$$R(t) = e^{-(0.0000009)(15000)} = 0.98659 \text{ (98,65 \%)}$$

- Fiabilidad de cojinetes deslizantes

$$R(t) = e^{-(0.0000005)(15000)} = 0.99253 \text{ (99,25 \%)}$$

- Fiabilidad de los Filtros

$$R(t) = e^{-(0.0000003)(2000)} = 0.99940 \text{ (99,94 \%)}$$

- Fiabilidad de Mangueras

$$R(t) = e^{-(0.00000393)(5000)} = 0.98054 \text{ (98.05 \%)}$$

- Fiabilidad de Manómetros

$$R(t) = e^{-(0.0000013)(10000)} = 0.98708 \text{ (98,71 \%)}$$

- Fiabilidad de Engranajes

$$R(t) = e^{-(0.0000012)(30000)} = 0.996406 \text{ (99.64 \%)}$$

- Fiabilidad de caja de velocidades

$$R(t) = e^{-(0.000000912)(30000)} = 0.97301 \text{ (97,30 \%)}$$

- Fiabilidad de Embragues deslizantes

$$R(t) = e^{-(0.00000021)(10000)} = 0.99790 \text{ (99,79 \%)}$$

- Fiabilidad de Transmisiones

$$R(t) = e^{-(0.0000016)(10000)} = 0.99840 \quad (99,84 \%)$$

- Fiabilidad de Resortes

$$R(t) = e^{-(0.000002)(20000)} = 0.99601 \quad (99,60 \%)$$

- Fiabilidad de Anillos de sección variable

$$R(t) = e^{-(0.000005)(8000)} = 0.99601 \quad (99,60 \%)$$

- Fiabilidad de Cilindros

$$R(t) = e^{-(0.0000007)(20000)} = 0.998601 \quad (99,86 \%)$$

CALCULO DEL INDICE DE FIABILIDAD

3.1 Definición del Indice de Fiabilidad

" El Indice de Fiabilidad es una cifra relativa, obtenida para representar la fiabilidad o seguridad de una pieza particular de un equipo, máquina o del equipo propiamente dicho en global para relacionarla con otras piezas similares, según sea el caso."

Este Indice debe determinarse para cada componente del equipo crítico en un sistema de proceso. Además es posible combinar estos componentes y expresar un número agregado como índice de Fiabilidad para el sistema.

3.2 Diferencia entre Fiabilidad e Indice de Fiabilidad.

La diferencia entre Fiabilidad e Indice de Fiabilidad es que la primera es una probabilidad, un valor estadístico con un significado aleatorio no determinado exactamente, en cambio el Indice de Fiabilidad es un valor, una cifra relativa obtenida para representar la Fiabilidad sobre la base de experiencias anteriores de piezas, sistema o equipos de similares características y condiciones de trabajo.

3.3 Parámetros de evaluación del Índice de Fiabilidad.

Los Parámetros de base para la evaluación de cualquier componente de un equipo y establecer un índice de Fiabilidad perfecto de 100% son:

PARAMETROS	PORCENTAJE
1) Inspección visual	40
2) Pruebas y mediciones	30
3) Edad	10
4) Medio Ambiente	10
5) Ciclo de Trabajo	10
TOTAL	100

A continuación se explica la metodología que se debe seguir para analizar cada uno de estos parámetros.

1) Inspección Visual

La inspección visual constituye el parámetro más importante para establecer la Fiabilidad del equipo crítico a analizar por eso debe ser hecha por técnicos calificados que sepan y conozcan el equipo y que además sepa que inspeccionar y como evaluar lo que ve.

La frecuencia de las inspecciones visuales deberá establecerse sobre la base de tres factores primordiales:

- a) las recomendaciones del fabricante
- b) La experiencia en la operación del equipo; y
- c) Ciertas condiciones del factor edad

La inspección deberá efectuarse en circunstancias que pueda observarse el equipo en las siguientes condiciones:

- a) Cuando el equipo se encuentre operando con carga
- b) Cuando el equipo se encuentre desmantelado en forma parcial o total

En vehículos, se deben inspeccionar con la siguiente guía:

- Herrumbre, corrosión
- Defectos superficiales, falta de pintura
- Golpeteos en la carrocería y en el motor
- Humeo anormal
- Abolladuras
- Desgaste de piezas, de neumáticos, etc.
- Ruedas desalineadas,
- Vibración del motor, caja de velocidades o del vehículo
- Fugas o escapes de fluidos (agua, aceite, etc.)
- Nivel anormal de aceite del motor y transmisión
- Sobre calentamientos del motor
- Coloración del aceite
- Rodamientos.

2) Pruebas y Mediciones

- Entre las pruebas y mediciones podemos citar como principales las siguientes:
- Temperatura ($^{\circ}\text{F}$, $^{\circ}\text{C}$) del agua de enfriamiento del motor.
- Presiones (psi, Kg./cm^2 , etc.) del aceite del motor
- Compresión de los cilindros
- Frecuencias de excitación (ciclos por minuto)
- Medición de espesores (mm o pulgadas)
- Torque (Kg-m , Lbs-pie)
- Velocidad (rpm, etc.)
- Viscosidad del aceite, porcentaje de impurezas, etc.

3) Edad

La edad de un equipo tiene una incidencia evidente en la fiabilidad del mismo y no necesariamente porque este pueda ser muy viejo, sino por las etapas de fallas por las que pasa un vehículo de acuerdo a las cuales por ejemplo durante los primeros seis meses es susceptible a un tipo de fallas denominadas Infantiles, y luego proporcionalmente, a mayor edad, la probabilidad de fallas se incrementa.

El puntaje que se asigna para la evaluación del vehículo de acuerdo a la edad puede variar de acuerdo a su clase, (Convencional, Semilujo, de lujo) y a la vida útil determinada por el fabricante, luego de una investigación en los diferentes concesionarios o representantes de las principales marcas de vehículos se elaboraron las siguientes tablas con valores promedios de los datos proporcionados en esta investigación:

TABLA DE PUNTAJE SEGUN LA EDAD DE VEHICULOS CONVENCIONALES PARA EL CALCULO DEL INDICE DE FIABILIDAD

EDAD (AÑOS)	RECORRIDO (KM)	PUNTAJE
0 - 0.5	0 - 10000	3
0.5 - 2	10000 - 30000	10
2 - 4	20000 – 80000	7
4 - 5	80000 – 100000	4
5 - 6	100000 – 120000	3
6 o mas	120000 – 140000	0 - 2

Ejemplo : camioneta Toyota Stout, Chevrolet Vitara, autos Hyundai.

TABLA DE PUNTAJE SEGUN LA EDAD DE VEHICULOS SEMILUJO, PARA EL CALCULO DEL INDICE DE FIABILIDAD

EDAD (AÑOS)	RECORRIDO (KM)	PUNTAJE
0 - 0.5	0 – 5000	5
0.5 - 3	5000 – 50000	10
3 - 5	50000 – 100000	7
5 - 6	100000 – 130000	4
6 – 7	130000 – 150000	3
7 O MAS	150000 – 160000	1

Ejemplo: Toyota Land Cruiser 1F, Isuzu Rodeo, Chevrolet Blazer



TABLA DE PUNTAJE SEGUN LA EDAD DE VEHICULOS DE LUJO, PARA EL CALCULO DEL INDICE DE FIABILIDAD

EDAD (AÑOS)	RECORRIDO (KM)	PUNTAJE
0 - 0.5	0 – 2500	7
0.5 - 4	2500 – 80000	10
4 - 6	80000 – 120000	8
6 - 7	120000 – 150000	7
7 - 8	150000 – 180000	6
8 - 9	180000 – 200000	5
9 – 10	200000 – 250000	3
10 O MAS	250000 – 300000	2

Ejemplo: Land Rover, Mercedes Benz, Volvo

4) Medio ambiente

El medio ambiente en el que desarrolla su trabajo el vehículo, equipo o máquina puede influir significativamente en las probabilidades de fallo en mayor o menor grado dependiendo de las circunstancias, por ejemplo en ambientes corrosivos el deterioro es mas acelerado.

Los puntajes de evaluación para este parámetro son los siguientes:

MEDIO AMBIENTE	PUNTAJE
Templado, seco	10
Cálido (mas de 40°)	7
Gas o vapor corrosivos	5
Húmedo	4
Polvo abrasivo	3-5
Polvo conductor	2-4

5) Ciclo de Trabajo.

Este parámetro está determinado por las condiciones en que se hace funcionar el equipo, vehículo o máquina, y tiene gran influencia en los cálculos para determinar la fiabilidad, en la siguiente tabla se dan los puntajes de las máquinas de acuerdo a las condiciones de carga de trabajo:

CONDICIONES	PUNTAJE
Carga inferior a la normal	10
Carga Normal	7
10% de sobrecarga	3
25% de sobrecarga	0

Además en este parámetro también se debe considerar otros factores complementarios que afectan las condiciones de trabajo, estos rebajes de puntajes son los siguientes:

- a) Cuando el equipo es operado con períodos de marcha reversibles, se le deberá rebajar hasta 3 puntos
- b) Cuando el equipo opera con cargas de choque, se deberán rebajar hasta 4 puntos.
- c) Cuando el equipo opera con arranques y paradas frecuentes es necesario rebajarle hasta 6 puntos.
- d) Cuando trabaja en forma continua hay que rebajar hasta 3 puntos

3.4 Cálculo del Índice de Fiabilidad de un motor de automóvil.

Como ejemplo de cálculo del índice de Fiabilidad lo realizaremos en un motor de auto ISUZU 2000 modelo 1987 de las siguientes características técnicas:

DATOS TECNICOS DEL MOTOR ISUZU G200

Modelo		G200Z a gasolina	
Tipo de motor		Enfriado por agua, 4 ciclos flujo cruzado	
Tipo de cámara de Combustión		Tipo domo (cúpula)	
Numero de cilindros		4	
Diámetro interno x carrera		87 x 82 mm	
Desplazamiento del pistón		1949 mm.	
Razón de compresión (de 1)		8.4	
Máxima potencia (DIN)		88ps/4600 r.p.m.	

Máximo torque (DIN)	14.4Kg-m/3000 r.p.m.
Regulación de tiempo de ignición	6 grados/700 r.p.m.(B.T.D.C.)
con aire acondicionado	6 grados/900 r.p.m.
Orden de encendido	1 - 3 - 4 - 2
Velocidad funcionando en vacío	700 r.p.m.
con aire acondicionado	900 r.p.m.
Abertura de válvulas de admisión	0.15mm-frío, 0.20mm caliente
Abertura de válvulas de escape	0.25mm-frío, 0.30mm caliente
Tipo de carburador	Stromberg, con 2 cilindros de aspiración
Tipo de bomba de gasolina	Mecánica
Tipo de filtro de combustible	Filtro de papel
Tipo de bomba de aceite	Tipo Trochoid
Tipo de filtro de aceite	Filtro de papel, flujo lleno
Capacidad de aceite	Max. 5.4 ltrs, min. 4.4 ltrs.
Tipo de bomba de agua	Centrífuga
Tipo de termostato	De bolita de papel encerado
Capacidad sistema de enfriamiento	6.5 Ltrs
Tipo de filtro de aire	Filtro de papel
Voltaje de la batería	12 v
Capacidad de generador de voltaje	12v - 35 A
con calefacción	12 - 40 A
con aire acondicionado	12 - 50 A
Potencia de voltaje de arranque	12 - 1.2KW
Peso del motor (seco)	154 Kg

a) Inspección visual

Este motor presenta una apariencia externa de suciedad total debido a fugas de aceite por la empaquetadura. Además al acelerar el motor bota humo azul por el tubo de escape, la transmisión de fuerza esta normal con un pequeño desgaste, las bases aislantes de vibraciones y sus pernos están ligeramente deteriorados, los indicadores o manómetros de aceite, y temperatura están en buenas condiciones. Además claramente se escucha un golpeteo anormal en el motor, revisando el nivel de aceite del reservorio se encuentra un nivel inferior al mínimo recomendado.

De acuerdo a estas observaciones el puntaje correspondiente al parámetro Inspección visual será el siguiente:

Toma de Fuerza o condiciones de puesta en servicio	5
Conversión de Energía, condiciones externas después de ponerlo en funcionamiento	3
Transmisión de Fuerza	5
Carcasa y soportes	4
Controles sensores e instrumentación	8
TOTAL	25

b) Pruebas y mediciones

Al realizar las pruebas de compresión en los cilindros, encontramos que los cilindros 1 y 2 se encuentran un 20% menos de lo normal, y el cilindro # 3 en un 15% menos.

De acuerdo a estas mediciones tenemos:

Puntaje asignado al motor de acuerdo a sus pruebas y mediciones 15

c) Edad del motor

De acuerdo a la tabla correspondiente como el motor tiene 10 años de edad el puntaje correspondiente es: 3

d) Medio ambiente

El medio ambiente en que se desarrolla el trabajo de este motor, es muy cálido, corrosivo y en constante movimiento. Por lo tanto el puntaje asignado en este parámetro es: 5

e) Ciclo de Trabajo

Este motor trabaja en un vehículo de uso regular generalmente con una carga normal, pero en forma continua, por lo tanto el puntaje asignado es: 4

El valor definitivo del Indice de Fiabilidad de este motor será:

- Inspección visual	25
- Pruebas y mediciones	15
- Edad	3
- Medio ambiente	5
- Ciclo de trabajo	4
TOTAL	52%

Con un resultado de Indice de Fiabilidad de 52%, se recomienda como conclusión realizar lo mas rápido posible un mantenimiento preventivo completo, antes de que este se deteriore definitivamente.

CALCULO DE LA TASA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

4.1 Costos de Mantenimiento

Los costos de mantenimiento de un vehículo son directamente proporcionales a como sea la complejidad de su diseño y también proporcional a su costo de fabricación y a la edad.

En este aspecto se debe considerar que puede llegar un momento en que los costos de mantenimiento pueden llegar a ser tan altos que sobrepasen el costo original de adquisición de la maquinaria o equipo, a causa de:

- La devaluación de la moneda
- El incremento del costo de la mano de obra del personal de mantenimiento.
- El incremento de los costos de repuestos y materiales
- La inflación en el país de origen del vehículo.
- Por lo tanto se debe llevar un control de los gastos de mantenimiento del vehículo para decidir en un momento determinado por cambiarlo o como se acostumbra en países desarrollados en donde la mano de obra es muy cara se lo desecha.

4.1.1 Costos de Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento Preventivo tiene una importancia extraordinaria ya que por medio de este se pueden reducir y evitar daños de cualquier origen; un buen mantenimiento puede frenar y reducir por ejemplo la velocidad del desgaste por rozamiento. Ahora bien cuando no se realiza mantenimiento preventivo en el vehículo y ocurre una avería, este se para causando los problemas, molestias y gastos. Por lo tanto el costo de paro de un vehículo debe dividirse en tres partes, las cuales son más representativas si el vehículo es una máquina productiva y no únicamente un vehículo personal.

- Costo directo de reparación
- Costo de la inversión (depreciación del vehículo)
- Pérdidas de trabajo.

Gracias a un mantenimiento preventivo intensivo, adecuado y correcto se pueden disminuir los costos de reparación en un 20% hasta 50% así se puede disponer de una alta disponibilidad y seguridad en el vehículo.

Como el trabajo de mantenimiento preventivo debe realizarse antes de que ocurra la avería se debe añadir un margen de seguridad, que figura como el factor de frecuencia.

Los costos de mantenimiento preventivo se los clasifica así:

- a) Costos directos de mantenimiento
- b) Costos indirectos de mantenimiento
- c) Gastos Generales relacionados con mantenimiento

Entre los costos directos se puede mencionar:

- Costos de mano de obra, los cuales incluyen los costos hora-hombre de los técnicos y obreros que se necesitan para ejecutar una tarea específica.
- Costos de materiales de mantenimiento, que incluyen costos de materiales o suministros de mantenimiento que se emplearían en cada trabajo como: aceites, grasas, pintura, desoxidante, etc.

Costos indirectos del mantenimiento preventivo son:

- Depreciación del valor del vehículo usado
- Costos de bonificaciones para incentivos del personal de mantenimiento

Como gastos generales entre estos se incluyen:

- Gastos de Energía Eléctrica
- Gastos administrativos de la planta
- Gastos de limpieza.

4.1.2 Costos de mantenimiento correctivo

Los costos de mantenimiento correctivo son en general tanto mas bajos cuanto mas crezcan los de mantenimiento preventivo; esto se cumple hasta cierto nivel pues hay muchas reparaciones inevitables e imprevisibles. Por esto se puede pensar que los costos

de reparación decrecerán según una curva parabólica (figura 4.1), mientras los de mantenimiento preventivo aumentan según una recta (figura. 4.2) en este aspecto de costos nos centramos en el análisis de una máquina o vehículo productivo, en el cual quizá el mayor costo se centra en el tiempo de para de este; En este factor tiempo los parámetros mensurables serían:

- a) La cantidad de tiempo dedicado a mantenimiento preventivo
- b) La cantidad de tiempo dedicado a reparaciones
- c) La cantidad de tiempo de paro por reparaciones.



Además a todos los costos mencionados en el literal de costos de mantenimiento preventivo, en los costos de mantenimiento correctivo se incluyen también:

- El valor de los repuestos y accesorios que deben ser cambiados

4.2 Coeficiente Tasa de Mantenimiento Preventivo

Este es el principal coeficiente relacionado con las políticas de mantenimiento, este toma en cuenta los dos tipos generales de mantenimiento, es decir el preventivo y el correctivo. Ambos tipos de mantenimiento tienen costos diferentes en magnitud, sin embargo para efectos de aplicación de este coeficiente se toma en consideración exclusivamente los costos directos es decir mano de obra, materiales y repuestos para ambos tipos de mantenimiento.

A este coeficiente se lo designa por TP y es igual a:

$$TP = \frac{CMP}{CMP + CMC}$$

Donde: CMP = Costo de Mantenimiento Preventivo

CMC = Costo de mantenimiento Correctivo

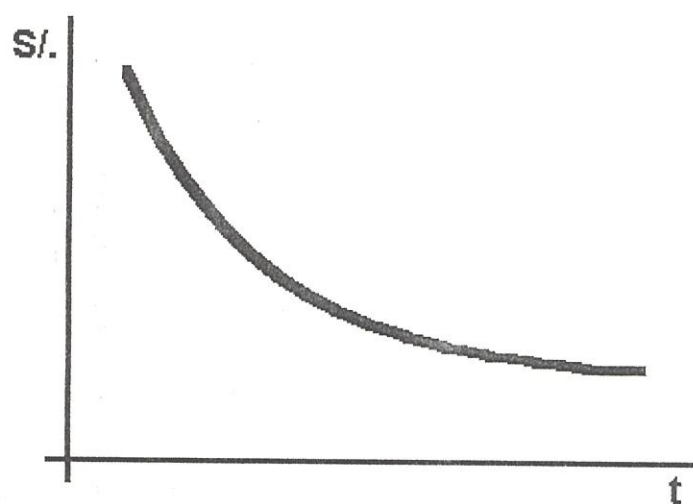


Figura 4.1. Decrecimiento de los costos de reparación en forma parabólica

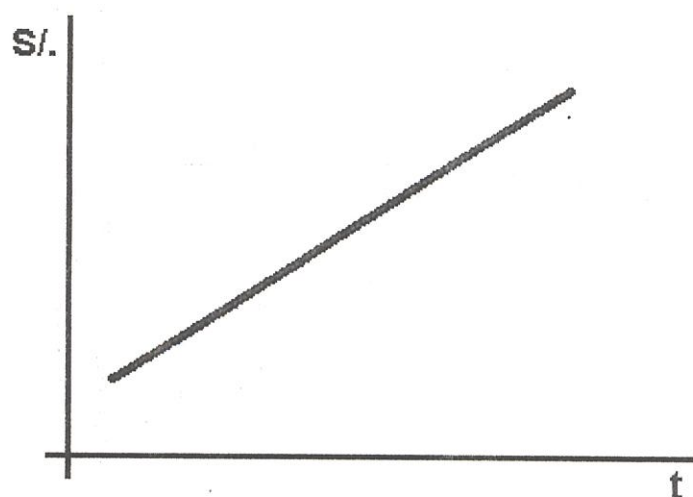


Figura 4.2. Incremento de los costos de mantenimiento preventivo según una recta

4.3 Cálculo de la tasa de mantenimiento preventivo para un motor

Los cálculos siguientes se realizan para el motor de automóvil Isuzu G200, modelo 1985, tomando como base para cálculos el valor al mes de Abril de 1997, de U.S. \$. 2.5 cada hora de trabajo, para esto usamos la siguiente nominación:

MANT. PREVENTIVO			TRABAJO DE REPARACION	
T	T	Operación	T	T
Trabajando	Parado	Trabajando	Parado	
(horas)	(horas)	(horas)	(horas)	
-----	-----	Demanda reparar	-----	0.5
-----	-----	Examen inicial	0.4	0.4
-----	-----	buscar mecánico	1.0	1.0
0.1	-----	preparación	0.3	0.3
-----	-----	localizar fallo	0.4	0.4
-----	-----	Remolque a taller	2.0	2.0
-----	-----	selección de repuesto	0.2	0.2
1.0	1.0	montaje y prueba	1.5	1.5
0.2	-----	retiro de vehículo	0.2	0.2
1.3	1.0	TIEMPO TOTAL	6.0	6.5

U.S.3.25	COSTO DEL TRABAJO	U.S.\$ 15.00
6.50	Costo vehículo parado	20.00
17.50	Costo repuesto	17.50
U.S. \$ 27.25	COSTO TOTAL	U.S. \$ 52.50

Calculo de la tasa de preventivo

$$TP = CMP / CMP + CMC$$

$$TP = 109.000 / 109.000 + 210.000$$

$$TP = 0,341$$

$$TP = 34.1 \%$$

ANALISIS DE LOS COMPONENTES DEL AUTOMOVIL

5.1 Componentes principales del automóvil

El automóvil está formado de las siguientes partes fundamentales:

1. **El Motor**, que es la fuente de potencia, es el principal componente del vehículo, encargado de generar la fuerza para que este se movilice, convirtiendo la Energía calorífica del combustible en fuerza mecánica. Por ser el motor la parte principal del vehículo se lo estudia particularmente en el próximo capítulo.
2. **El Chasis** que soporta el motor, suspensión ruedas y carrocería
3. **Sistema de la Dirección**
4. **La suspensión**
5. **Sistema de Frenos**
6. **Tren de potencia**
7. **El Sistema transmisor de potencia** que aplica la potencia desarrollada por el motor a las ruedas. Este sistema comprende el embrague, la caja de cambios, el eje propulsor, el diferencial y los ejes.
8. **La carrocería**

5.1.1 Chasis

El chasis es la estructura o soporte del vehículo, está fabricado con piezas de acero unidas por soldadura; su misión es soportar al motor, suspensión, carrocería y otros elementos, estos están montados en el chasis sobre soportes de caucho para absorber las vibraciones evitando que se propaguen por la carrocería y afecten a los pasajeros.

El chasis soporta partes tan importantes como el sistema de la dirección, la suspensión, el sistema de frenos

El mantenimiento que requiere este es una adecuada pintura para evitar las influencias dañinas corrosivas, y periódicamente cambiar los cauchos que soportan los accesorios que están sujetos a este para disminuir los esfuerzos fluctuantes que pueden producir fallas por fatiga.

5.1.2 Sistema de la Dirección

Siempre va en la parte delantera, unida al chasis por medio de pernos. El sistema está formado por varias varillas unidas entre sí por articulaciones llamadas también terminales, está conectado a los ejes de las ruedas delanteras por un extremo y a la caja del sinfín de la dirección por el otro. El sistema sinfín es el que permite la transmisión desde el volante hacia las varillas en forma suave y uniforme. Los ejes de las ruedas delanteras están unidos al vehículo por medio de pernos especiales o pivotes de la dirección.

El mantenimiento de las articulaciones a través de una adecuada lubricación, y la revisión periódica del nivel de aceite de la caja en donde trabaja el sinfin permitirá que estas partes trabajen adecuadamente y por mas tiempo.

5.1.3 La Suspensión

La suspensión esta conformada por: los neumáticos, amortiguadores, ballestas y resortes. Cada sistema de suspensión ha sido concebido para cumplir dos funciones principales: Una de ellas es compensar las irregularidades de las superficies del camino para que no se transmitan al compartimento de los pasajeros y al resto del vehículo. La segunda función y la más importante es conservar los neumáticos siempre aplicados al camino, esto parece ser evidente, pero cuando el sistema esta desgastado o desajustado no cumple con este cometido. Esto reduce la fuerza de agarre como también, reduce el control que suele ejercer el conductor sobre el automóvil, reduciendo así la seguridad que es lo mas importante de cuidar.

La presión del aire de las llantas debe ser revisada periódicamente, y los amortiguadores hidráulicos deben ser reemplazados de acuerdo a las instrucciones y en el tiempo que indique el fabricante, pero en caso de fugas del liquido hidráulico, estos deben ser reemplazados inmediatamente. Estas son las principales recomendaciones del mantenimiento de la suspensión.

5.1.4 Sistema de Frenos

Normalmente existen dos tipos de frenos, el de tambor con zapatas y el de disco con mordazas, este último es más moderno. Básicamente funcionan casi del mismo modo utilizando favorablemente el rozamiento. Un depósito de aceite o de líquido de frenos alimenta al tambor principal o cilindro maestro que contiene un pistón móvil. Este pistón está conectado con el pedal del freno que cuando se oprime, manda aceite bajo presión a los tambores de las ruedas, los cuales presionan contra las zapatas al tambor o a las mordazas contra el disco, haciendo que el vehículo aminore la velocidad o se detenga por efecto de la fuerza de fricción que se ejerce. Es ley que todo vehículo debe tener por lo menos dos sistemas de freno para poder circular, por esto siempre los automóviles poseen un sistema auxiliar de freno, que es de tipo mecánico en la mayoría de los casos, el cual acciona a través de un cable las zapatas generalmente de las ruedas posteriores, también se lo conoce a este sistema como freno de parqueo o freno de mano

El nivel del líquido de freno debe ser revisado periódicamente, y en caso de fugas debe ser reparado inmediatamente, este líquido se lo debe cambiar por lo menos dos veces al año, ya que puede perder su característica de incompresible por su capacidad higroscópica que le permite absorber humedad. También el revestimiento de las zapatas que sufren la fricción debe ser cambiados periódicamente de acuerdo al uso que estos tengan lo cual depende de muchos factores como tipo de camino, pendientes, forma de manejo etc.

5.1.5 Tren de Potencia.

Encargado de llevar la potencia desarrollada por el motor al sistema de transmisión para que el vehículo se desplace. Está formado por:

- a) el embrague,
- b) la caja de cambios,

a) El Embrague.

Es el mecanismo encargado de manejar el acople o desacople entre la transmisión y el motor con el cambio de velocidades el embrague es una de las partes del vehículo que utiliza favorablemente el rozamiento para transmitir movimiento desde el volante del motor a la caja de velocidades, cuando el embrague está acoplado, la potencia del motor se transmite a través del resto del sistema si la caja de cambios está conectada hasta las ruedas, haciendo que el automóvil se ponga en movimiento.

El rozamiento causa el desgaste de los revestimientos de asbesto del disco de embrague por su uso normal, por lo que se debe revisar periódicamente cada 40.000 Km.

El mal manejo como influencia dañina subjetiva acelera el desgaste por rozamiento de esta pieza del vehículo, por lo que la adecuada capacitación en el manejo del vehículo es la mejor manera de mantener en buen estado para que el embrague cumpla con su función.

b) La Caja de Cambios

Proporciona una forma de cambiar la relación de transmisión entre el motor y las ruedas del coche; aproximadamente esta relación de transmisión se da en los cambios de velocidades normales de 4 o 5 marchas hacia adelante, de la siguiente manera, por cada vuelta de la rueda, el cigüeñal da cuatro, ocho doce o dieciséis vueltas de acuerdo a la marcha acoplada en la caja de cambios. Este trabajo lo realiza a través de un grupo de engranajes de diversas medidas, los cuales se acoplan de acuerdo a como se maneja, en función del tipo de camino, y de la velocidad y potencia que se desea. Estos engranajes están ubicados en una caja llena de aceite lubricante que disminuye su temperatura de trabajo generada por la fricción entre los dientes de estos, evitando un recalentamiento, disminuyendo su desgaste por rozamiento, reduciendo la pérdida de potencia por fricción, y disminuyendo también el ruido.

El mantenimiento principal de este grupo consiste en revisar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante periódicamente el nivel y condiciones del aceite lubricante, y según estas recomendaciones cuando debe ser cambiado.

5.1.6 Sistema de Transmisión

Es el encargado de transmitir la fuerza del sistema de potencia hasta las ruedas para que el vehículo se pueda desplazar.

Está constituido principalmente por dos componentes:

a) El árbol de transmisión

b) El diferencial

a) El Arbol de transmisión.

Transmite el movimiento desde la caja de cambios hasta el diferencial. Este árbol de transmisión es algo más que un simple eje; se halla conectado por uno de sus extremos a la caja de cambios a través de una junta deslizante y por el otro al diferencial por medio de una unión universal, que se desplaza hacia arriba y abajo junto con los movimientos de la suspensión de las ruedas traseras.

Este movimiento produce dos efectos distintos: primero, hace que varíe de forma continua la distancia entre la caja de cambio y el diferencial, cuando la ballesta se comprime y este se desplaza hacia arriba dicha distancia aumenta y, por el contrario, cuando el muelle se expande y el diferencial desciende la distancia disminuye. Segundo, el ángulo de ataque varía cuando lo hace la posición del diferencial.

Fundamentalmente el mantenimiento aquí se debe enfocar a la unión universal, ya que por su condición de trabajo debe estar bien lubricada permanentemente para prolongar su vida útil.



b) Diferencial.

Si el coche circulara siempre en línea recta no sería necesario el diferencial, pero esto no es posible ya que tiene que recorrer trayectorias curvas; cuando esto ocurre, la rueda motriz trasera exterior en una curva deberá recorrer un camino más largo que la interior, Este es su trabajo, adaptarse y compensar estas variaciones al transmitir el movimiento que recibe de la caja de velocidades a través del árbol de transmisión esto lo realiza por medio de un conjunto de engranajes formados principalmente por: cono, corona, satélites y planetarios. Estos trabajan sumergidos en aceite lubricante con la finalidad de disminuir los efectos del rozamiento, disminuir la temperatura generada por la fricción, y también disminuir el ruido y la pérdida de potencia por rozamiento.

El mantenimiento de este grupo de acuerdo al fabricante, se deberá revisar periódicamente el nivel de aceite para que no falte y se lo cambie cada vez que la carta del fabricante lo recomiende.

5.1.7 La Carrocería.

Generalmente construída de acero, comprende las puertas, ventanillas, guardafangos, capo, y otros accesorios. Se encuentra fija al chasis por medio de pernos, aunque actualmente se construye la mayor parte de vehículos modernos basándose en secciones de acero prensado soldadas por puntos de diseño, y resistencia, tales que la carrocería propiamente dicha actúa de bastidor y a ella

van adheridos los componentes principales, a este sistema se lo llama monoconstrucción o comúnmente se lo conoce como diseño compacto.

La carrocería del vehículo tiene elementos mas pequeños adheridos a ella como: juntas, bases de hule, asientos faros, parrillas etc. La carrocería es la apariencia del vehículo, por esto se la considera como parte importante, ya que de su cuidado depende la presentación o apariencia del vehículo.

ANALISIS DEL MOTOR DE UN AUTOMOVIL

6.1 Componentes Principales

Los principales componentes del motor son:

- Cilindro- pistón
- Cigüeñal.
- Carburador
- Sistema de admisión y escape de aire
- Sistema de enfriamiento
- Sistema de lubricación

6.1.1 El pistón y el cilindro.

Se ajustan mutuamente para que este se deslice bien dejando muy poca holgura con la pared del cilindro, este a su vez está cerrado por arriba apenas dejando espacio para la cámara de combustión por medio de la culata o cabezote. La biela es el eslabón que transmite al cigüeñal el movimiento del pistón que esta alineado sobre un eje de giro, que trabaja sobre una manivela, gracias a este se

transforma el movimiento alternativo del pistón en movimiento rotatorio útil. La carrera del pistón (su recorrido lineal dentro del cilindro) depende del radio de giro de la muñequilla o codo de biela del cigüeñal.

6.1.2 El Carburador.

Es otra parte importante del motor, encargado de gasificar el combustible, el motor no puede funcionar con combustible líquido, este tiene que ser vaporizado y mezclado con aire para que la mezcla se queme. El carburador mezcla el combustible con el aire en forma precisa para que el motor funcione bien en diversas condiciones; en los vehículos modernos, el trabajo de pulverización o gasificación del combustible se lo realiza por un sistema de inyección electrónica más eficiente que el carburador.

6.1.3. Sistema de Admisión y Escape

Este sistema es el encargado de absorber el aire necesario para la combustión de la mezcla en la cámara del motor, y a su vez de permitir el escape de los gases producto de la combustión. Sus partes principales son:

- Filtro de aire
- Múltiple de admisión
- Múltiple de escape
- Válvulas de admisión

- Válvulas de escape
- Tubo de escape
- Silenciador

6.1.4 Sistema de Enfriamiento.

El calor del motor puede controlarse con el sistema de enfriamiento. La mayoría de estos sistemas eliminan el calor adicional, bombeando agua de enfriamiento a través de los pasajes en el motor, llamados camisa de agua del motor. El agua absorbe el calor del motor al pasar por las camisas, luego es bombeada al radiador donde irradia su calor al aire. El ventilador ayuda soplando aire a través de los agujeros en el radiador, una vez fría, el agua es bombeada nuevamente al motor para otro viaje por las camisas de agua. El sistema de enfriamiento esta compuesto de las siguientes partes principales:

- las camisas de agua
- las mangueras
- El radiador
- La bomba de agua
- El ventilador

6.1.5 Sistema de Lubricación.

La función de este sistema es la más importante ya que tiene como principales funciones las de reducir la fricción entre las partes en movimiento, ayudar a enfriar el motor, crear un sello entre los anillos del pistón y las paredes de los cilindros, y limpiar las piezas del motor. Este sistema tiene las siguientes partes principales:

- Bomba
- cárter
- filtro
- enfriador de aceite (solo en algunos casos)

ANALISIS ENERGETICO DEL FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DEL AUTOMOVIL

7.1 Descripción del ciclo de funcionamiento del Motor

El motor es el que proporciona la fuerza que hace andar el vehículo. Es un dispositivo que convierte la energía calórica en fuerza mecánica útil; es fundamentalmente un recipiente en el cual se introduce una mezcla de aire y combustible para que se queme dentro de él, la mezcla se expansiona con rapidez al quemarse y ejerce una presión hacia afuera, esta presión puede aprovecharse para mover una parte del motor transformando así la energía liberada por la combustión, a través de movimiento alternativo y rotatorio.

La mayoría de los vehículos poseen un motor de combustión interna encendido por chispa (bujía), y su funcionamiento se realiza mediante cuatro etapas o carreras que son:

- Una carrera de admisión para inducir una mezcla combustible hacia el interior del cilindro del motor (válvula de admisión abierta).
- Una carrera de compresión, para elevar la temperatura de la mezcla (con ambas válvulas cerradas)
- Una carrera de expansión o potencia, que ocurre luego de que se presenta la chispa y el incendio consecuente de la mezcla homogénea, liberando energía que aumenta

la temperatura y la presión de los gases y enseguida desciende el embolo (con ambas válvulas cerradas)

- Una carrera de escape, para barrer el cilindro, dejándolo libre de gases quemados para recibir en el nuevo ciclo los nuevos gases frescos (válvula de escape abierta)

7.2 Balance Energético del funcionamiento del Motor.

La gasolina entra en el motor con un cierto contenido energético, es decir, con una determinada capacidad de producir trabajo, solo una parte de la energía calorífica se transforma en energía mecánica; el resto se dispersa de diversas formas:

- El agua de refrigeración, por medio del radiador
- Los gases de escape que salen a elevada temperatura,
- Las partes del motor transmiten también energía al medio ambiente.

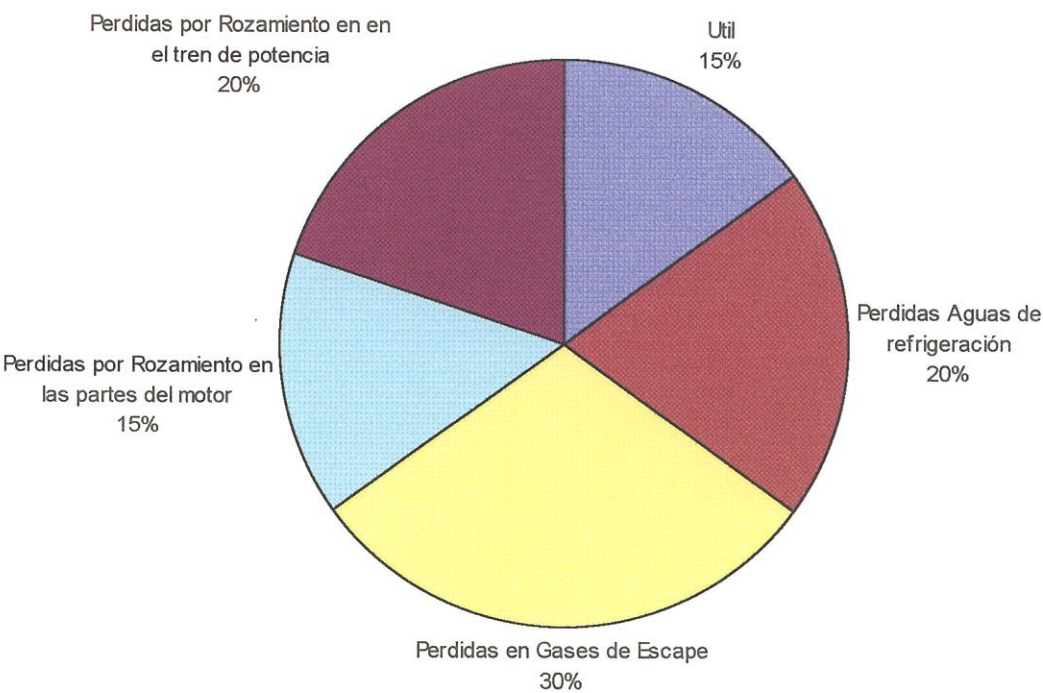
Se debe anotar también que en cada fase del proceso, desde que se quema la gasolina en el cilindro hasta que giran las ruedas del automóvil, se pierde potencia. Estas pérdidas se presentan así:

- 5 % Pérdidas por rozamiento en el interior del motor.
- 10 % Pérdidas por rozamiento en el tren de potencia.

En definitiva como energía útil o potencia útil para mover el vehículo se dispone de un 10% a 15 % del total generado por el motor. A su vez este 15 % de energía se invierte en acelerar el vehículo, y vencer otras resistencias como la de rodadura, y la resistencia del aire al avance.

En la FIGURA 7.1 se gráfica lo anteriormente explicado, para un motor de carburación de 4 tiempos para automóvil.

Figura 7.1. Balance Energético de la Energía Calorífica del Funcionamiento del Motor



COMPARACION NUMERICA DEL DESGASTE DE MOTORES CON DIFERENTES NIVELES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

8.1 Generalidades

El rozamiento es la resistencia al movimiento que existe entre dos cuerpos en contacto. Cuanto mayor la carga, mayor es la resistencia al movimiento, consecuentemente es mayor el rozamiento. Por ejemplo los cojinetes de las bancadas del cigüeñal de un motor de automóvil soportan cargas superiores a 422kg/cm^2 . Para evitar estos efectos se utilizan los lubricantes, su efecto consiste en hacer flotar el gorrón dentro del cojinete, de forma que impida el contacto directo entre sus superficies metálicas, con lo que el rozamiento tiene lugar entre las capas móviles de aceite y no entre las superficies sólidas, reduciendo al mínimo la fricción. En los cojinetes de un motor provisto de la suficiente cantidad de aceite se adhieren capas del mismo a las superficies del propio cojinete y del eje, estas capas adherentes son arrastradas por el giro del eje. La acción de Cuña levanta el eje de forma que el aceite soporta el peso o carga tal como lo indica la Figura 8.1

El Rozamiento tiene ciertas aplicaciones técnicas que son muy importantes por ejemplo en el sistema de frenos como en la transmisión.

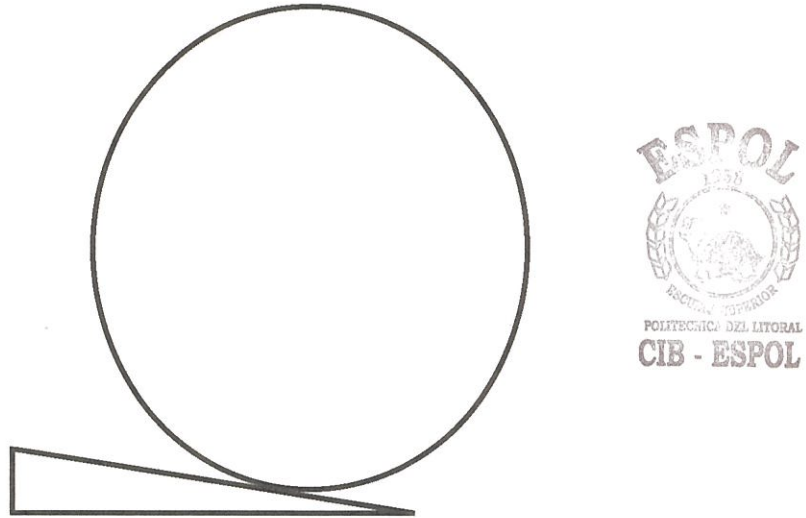


FIGURA 8.1. Acción o efecto de cuña que forma el aceite levantando el eje.

En el sistema de frenos, al presionar las mordazas sobre el disco, este se detiene por efecto del rozamiento, igual sucede en el sistema de tambor al presionar sobre este a las zapatas.

En la transmisión, el movimiento circular resultante del motor se transmite a través del volante del motor al disco de embrague el cual a su vez está conectado al eje de la caja de velocidades el cual impulsa al vehículo.

En este capítulo se realiza un estudio numérico, estadístico del desgaste que produce el rozamiento tomando como ejemplo un grupo de bloques de motores con diferentes tiempos de uso, medidos en el kilometraje recorrido, y visualizando con esto los efectos reales a los cuales se debe tener mayor cuidado de prevenirlos con un adecuado mantenimiento. El objetivo es plasmar en números y gráficos lo que hasta este capítulo se ha tratado teórica y literalmente.

8.2 Medidas del desgaste de los cilindros

Para este efecto se han tomado varios bloques de motor a los cuales se ha procedido a realizar medidas en diferentes partes de cada uno de los cilindros, estas medidas han sido realizadas con un tornillo micrométrico con grado de exactitud de ± 0.005 tomando en cada punto 10 lecturas que luego son promediadas para disminuir los errores que se pueden presentar. Cada cilindro está dividido en cuatro posiciones horizontales diferentes y en 5 niveles verticales como lo indica la Figura 8.2 para así poder visualizar de mejor manera la forma que adquiere cada cilindro con el desgaste por rozamiento.

Los datos se encuentran en las tablas siguientes:

En la Tabla #1 que corresponde a los motores # 1, 2, 3, 4 y 5 se muestran una a una las 10 medidas tomadas en cada punto de sus cilindros mostrado en la figura, como muestra del procedimiento seguido.

En la Tabla # 2 se muestran los valores promedio de las medidas obtenidas en cada uno de los 5 bloques de motores estudiados (motor # 1, # 2, # 3, # 4, # 5) con los cuales se van a realizar los cálculos correspondientes

En la tabla # 3 a continuación, se indican los kilometrajes recorridos de cada uno de los motores a los que corresponden estos bloques ordenados en forma ascendente en función del uso que han tenido expresado por el número de kilómetros recorridos

TABLA 8.1. Recorrido aproximado de los motores analizados.

MOTOR # 1	50000 KM	RECORRIDOS APROX.
MOTOR # 2	65000 KM	"
MOTOR # 3	68000 KM	"
MOTOR # 4	70000 KM	"
MOTOR # 5	100000 KM	"

8.3 CALCULOS Y RESULTADOS.

En esta sección se realizan los cálculos correspondientes a los siguientes parámetros:

a) Cálculo de los Valores promedio de las medidas de los cilindros.

Este cálculo corresponde a la suma de todas las 200 lecturas de los diámetros tomadas en cada cilindro dividida para este número, obteniendo con esto una idea de la variación promedio que sufre el diámetro con el desgaste por rozamiento, obteniendo la tabla de resultados # 1.

TABLA 8.2. Valores promedio de los diámetros desgastados de los cilindros.

	MOTOR #1	MOTOR #2	MOTOR #3	MOTOR # 4	MOTOR #5
CILD # 1	83.015	83.031	83.024	83.027	83.045
CILD # 2	83.017	83.026	83.015	83.021	83.027
CILD # 3	83.024	83.024	83.036	83.024	83.041
CILD # 4	83.019	83.029	83.024	83.024	83.029
PROMEDIOS	83.019	83.028	83.025	83.024	83.035

b) Cálculo del incremento promedio del diámetro de los cilindros debido al desgaste por rozamiento.

Aquí se calcula el incremento en promedio que sufren los diámetros debido al desgaste restando el diámetro actual menos el diámetro original de los cilindros, y obtenemos la tabla de resultados # 2.

TABLA 8.3. Incremento promedio del diámetro de los cilindros.

	MOTOR #1	MOTOR #2	MOTOR #3	MOTOR #4	MOTOR #5
CILD # 1	0.025	0.041	0.034	0.037	0.055
CILD # 2	0.027	0.036	0.025	0.031	0.037
CILD # 3	0.034	0.034	0.046	0.034	0.042
CILD # 4	0.029	0.039	0.034	0.034	0.039
PROMEDIO	0.029	0.038	0.035	0.034	0.043

c) Cálculo de las Areas laterales desgastadas.

Las áreas laterales de los cilindros que han sido desgastadas son calculadas en este punto. Para visualizar este parámetro, y obtenemos la tabla de resultados # 3.

TABLA 8.4. Areas laterales de los cilindros desgastadas por rozamiento (mm²)

	MOTOR #1	MOTOR #2	MOTOR #3	MOTOR #4	MOTOR #5
CILD #1	14.844	24.344	20.188	21.969	32.657
CILD # 2	16.032	21.375	14.844	18.407	21.969
CILD # 3	20.188	20.188	27.313	20.188	30.282
CILD # 4	17.219	23.157	20.188	20.188	23.157

a) Cálculo del Volumen de material perdido

Al relacionar las áreas desgastadas con el incremento en el diámetro de los cilindros obtenemos el volumen del material perdido por efecto del rozamiento por desgaste, este volumen es una representación real y clara del efecto dañino del rozamiento. tabla de resultados # 4

TABLA 8.5. Volumen del material desgastado por rozamiento.

	MOTOR 1	MOTOR 2	MOTOR 3	MOTOR 4	MOTOR 5
CILD #1	616.046	1010.412	837.867	911.813	1355.545
CILD #2	665.337	887.164	616.046	763.924	911.813
CILD #3	837.867	837.867	1133.667	837.867	1256.930
CILD #4	714.630	961.112	837.867	837.867	961.112

b) Peso del material desalojado

Relacionando el volumen desalojado con las propiedades físicas del material, obtenemos el peso del material desalojado en el rozamiento que podemos asumir como el resultado final de este proceso. estos resultados aparecen en la tabla # 5

TABLA 8.6. Peso del material desalojado por efecto del rozamiento (gramos).

	MOTOR 1	MOTOR 2	MOTOR 3	MOTOR 4	MOTOR 5
CILD #1	4.842	7.942	6.586	7.167	10.655
CILD # 2	5.230	6.973	4.842	6.004	7.167
CILD # 3	6.586	6.586	8.911	6.586	9.879
CILD # 4	5.617	7.554	6.586	6.586	7.554

8.4 Gráficos de medidas resultantes

En esta sección se realizan los siguientes gráficos en los cuales se plasman los resultados obtenidos, para luego en la siguiente sección realizar el análisis correspondiente. Los gráficos a realizarse son:

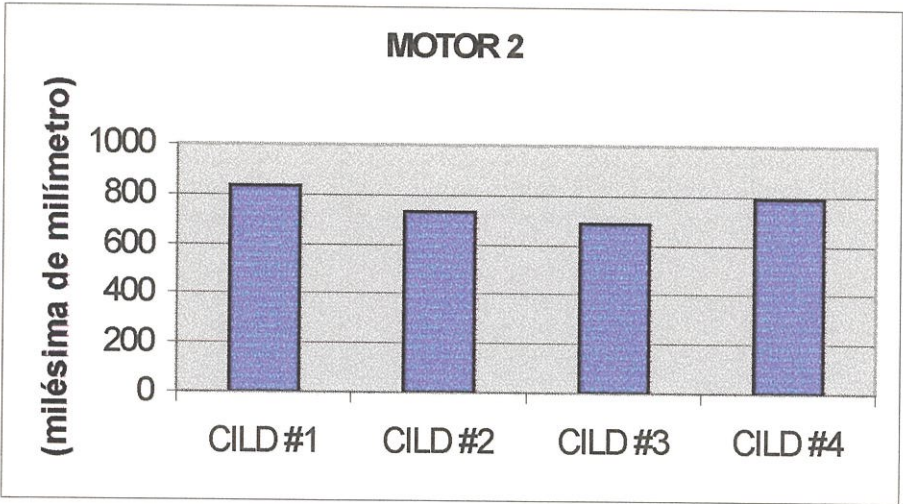
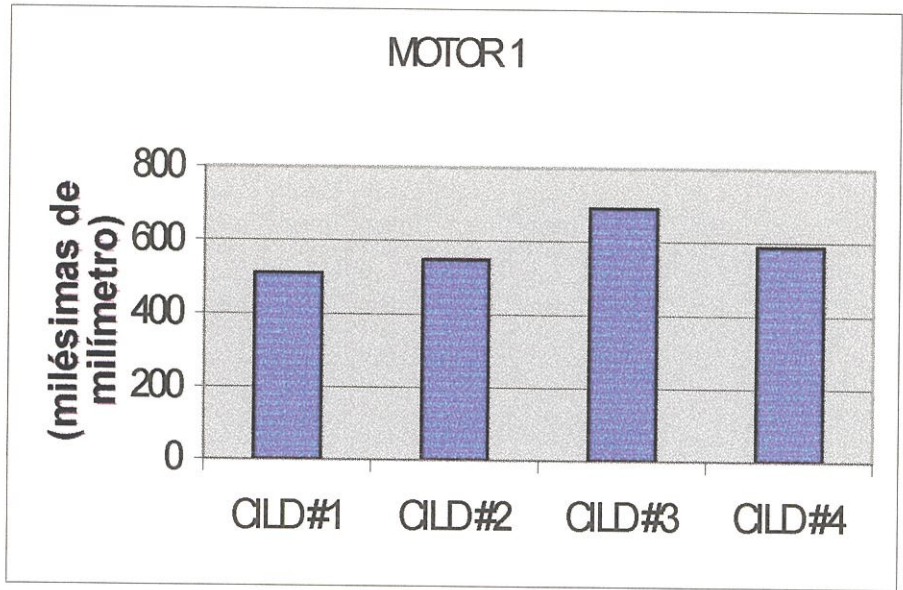


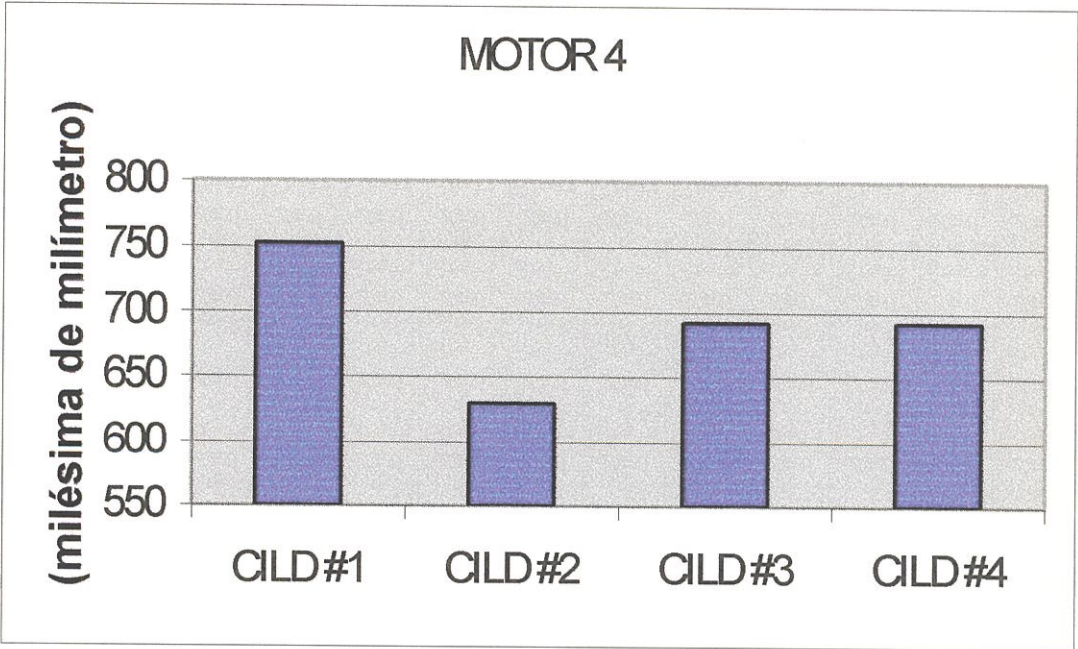
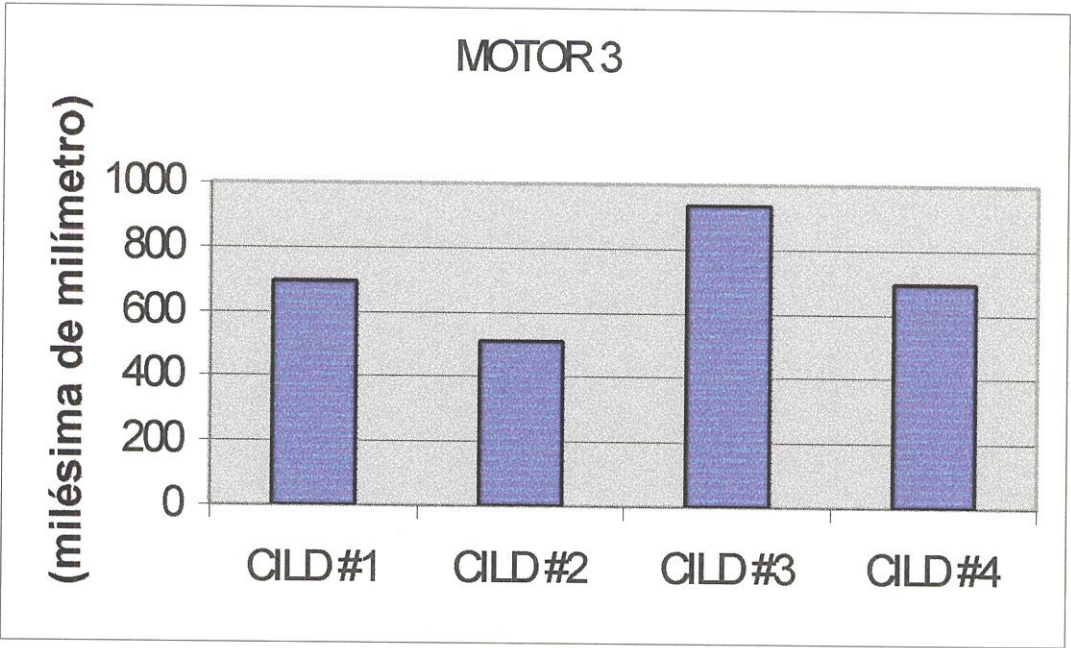
Gráfico # 1

Desgaste de los cilindros en un mismo motor según su orden.

ABSCISA : Orden de los cilindros

ORDENADA : Desgaste del diámetro del cilindro





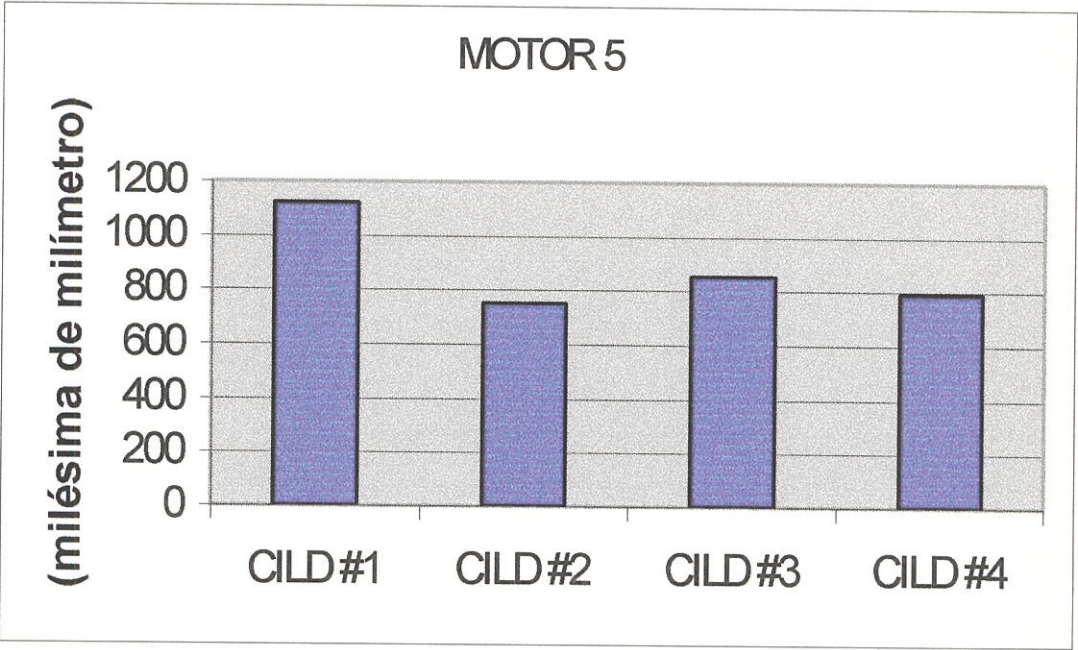
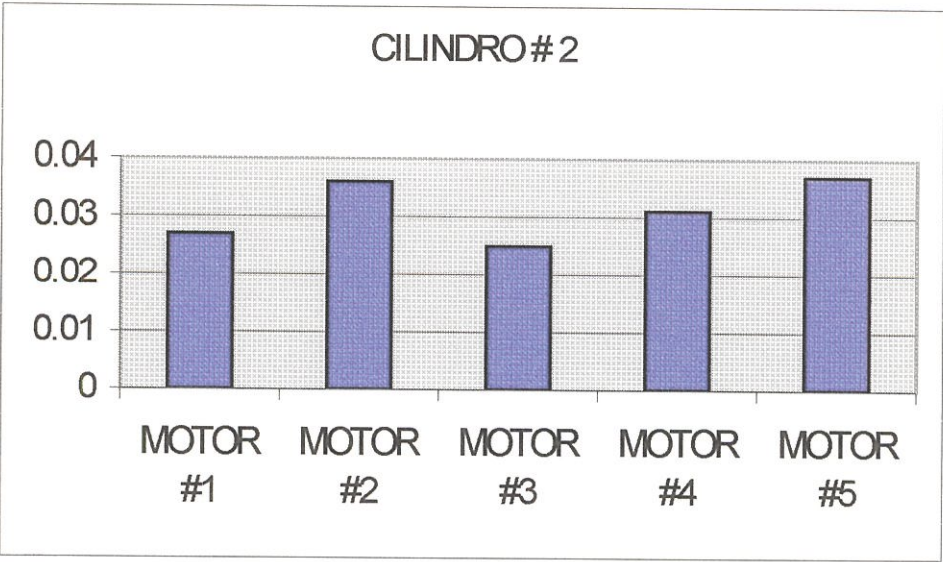
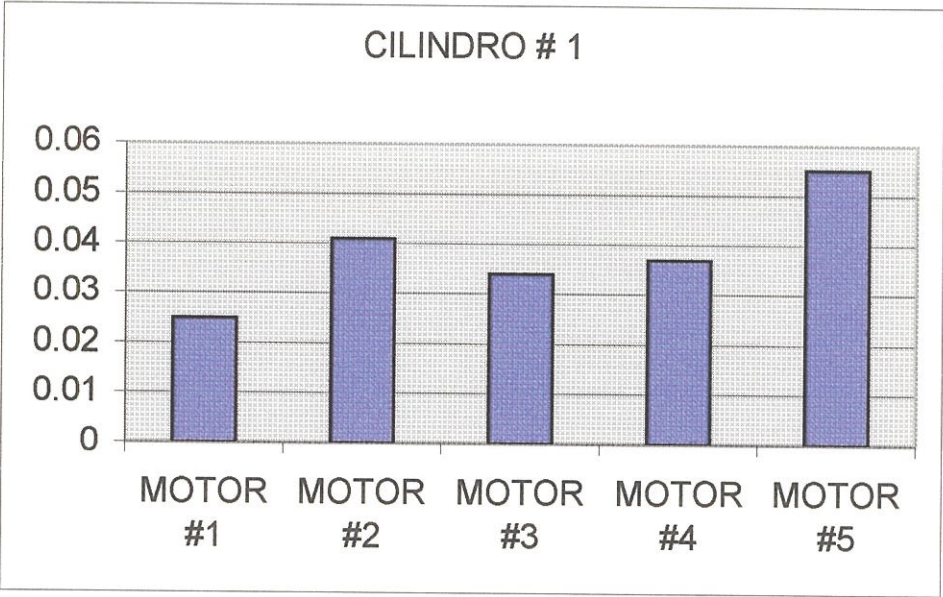


Gráfico # 2

Representa el desgaste promedio de los cilindros de los bloques en función de su uso.

ABSCISA : Motores según kilómetros recorridos

ORDENADA : Desgaste de cilindros



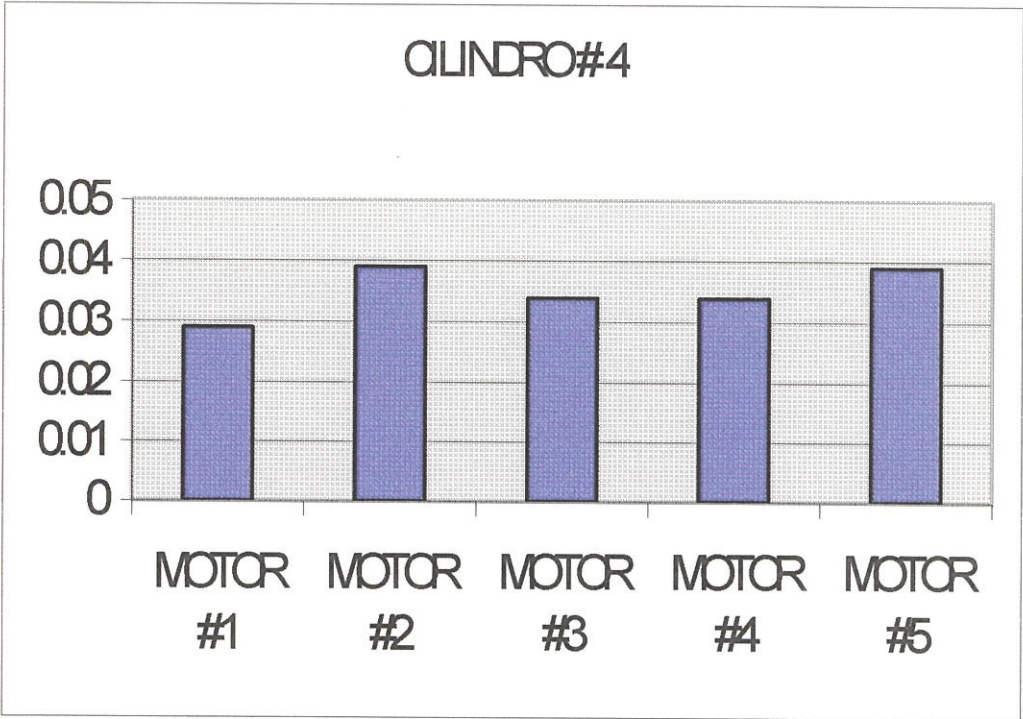
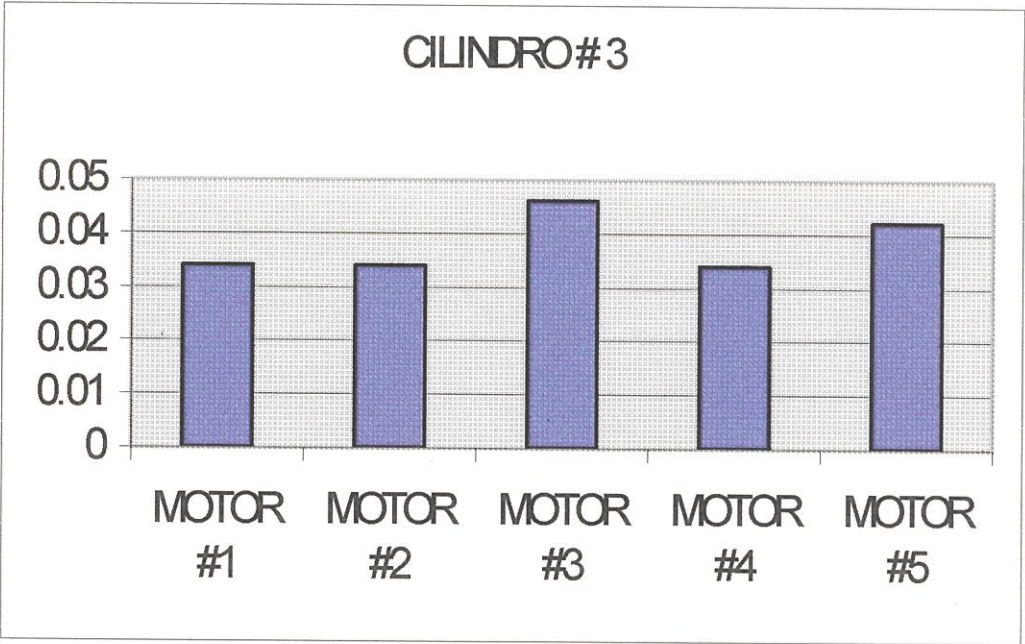
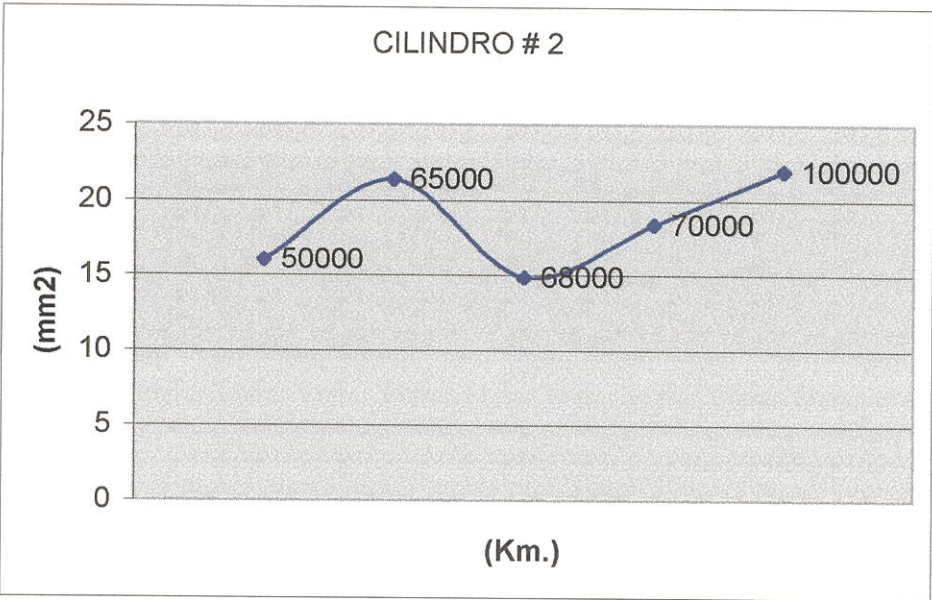
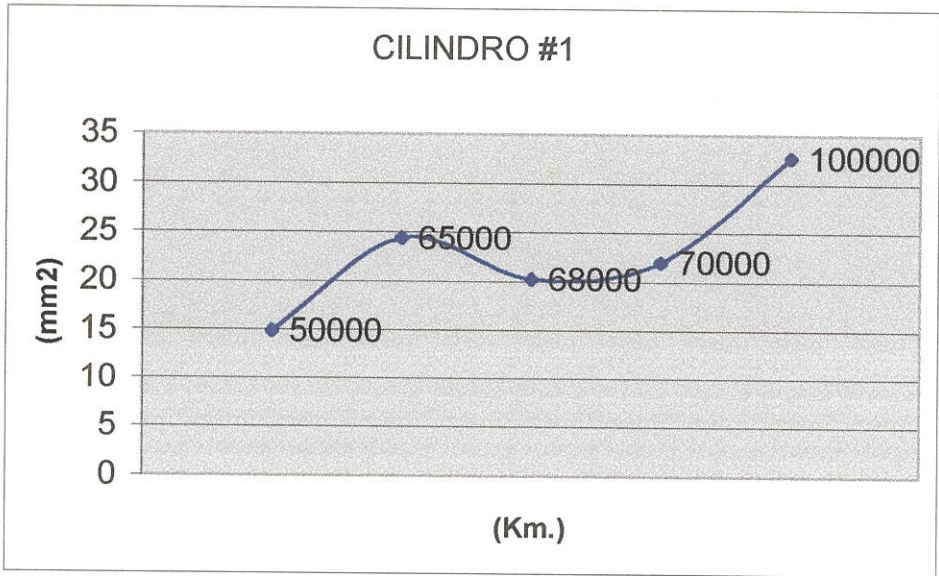


Gráfico # 3

En este gráfico se plasma la magnitud del Area lateral desgastada (mm 2) proporcional a la distancia recorrida en Kilómetros

ABSCISA : Kilómetros recorridos

ORDENADA : Area Lateral



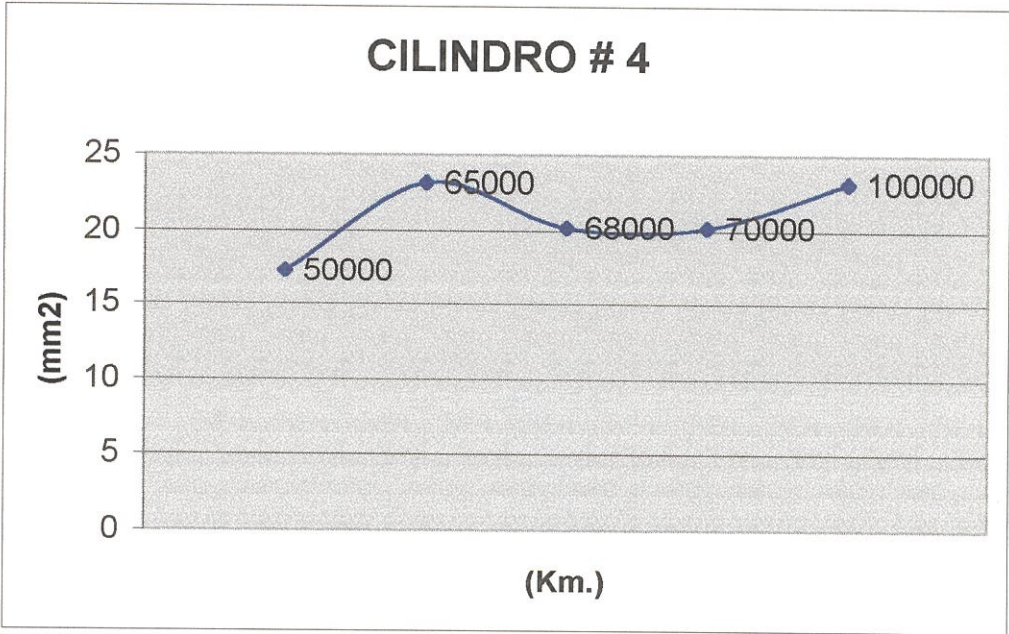
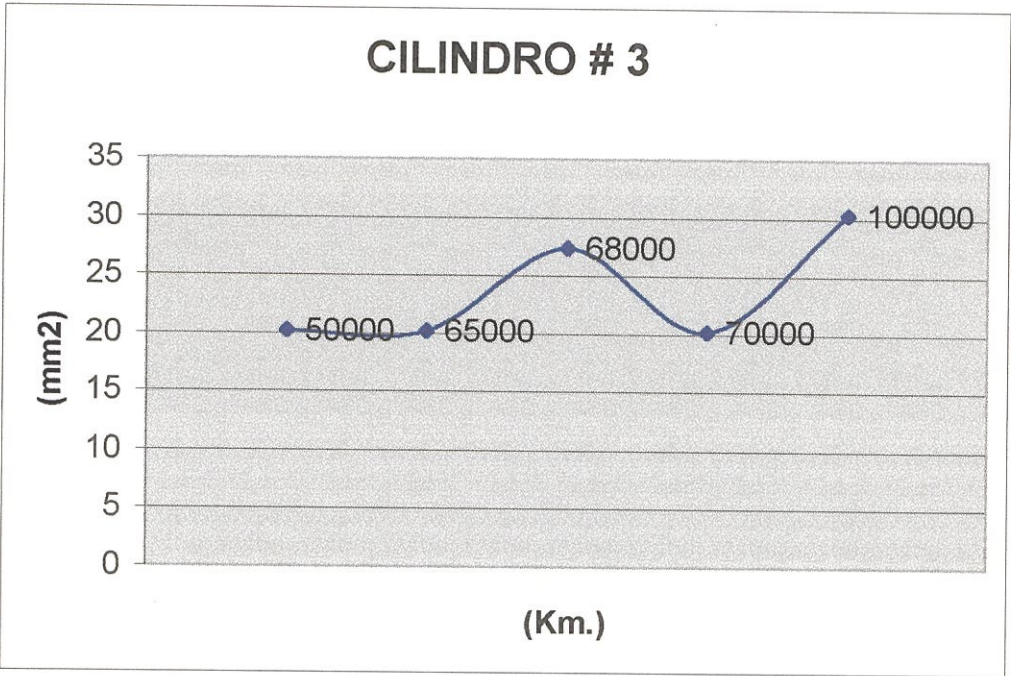
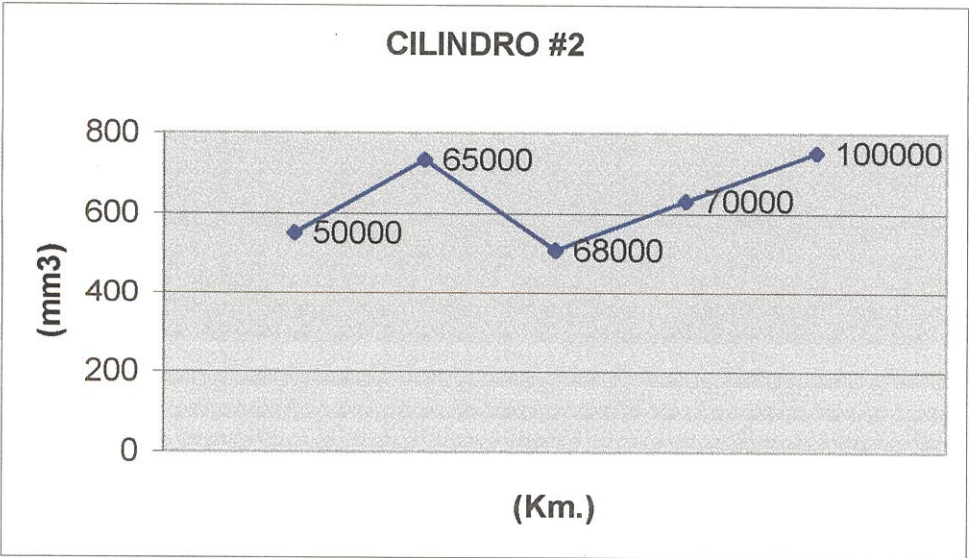
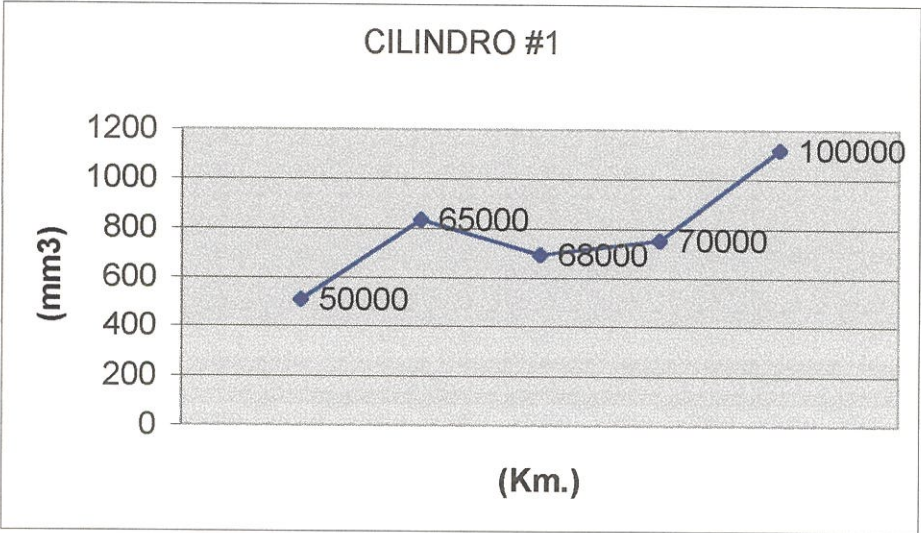


Gráfico # 4

El Volumen Perdido vs. Kilómetros recorridos están graficados aquí, en donde es más claro el efecto dañino del rozamiento.

ABCISA : Distancia recorrida (Km)

ORDENADA : Volumen desalojado (mm³)



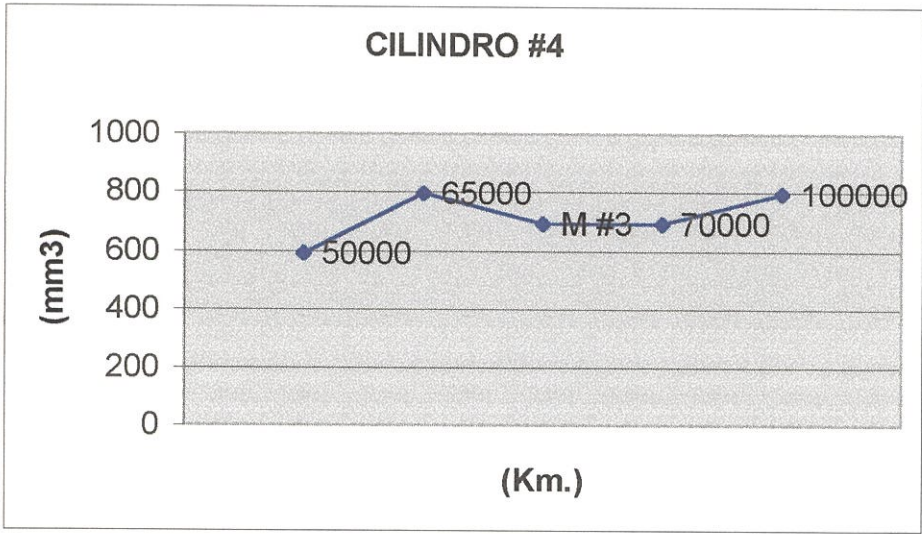
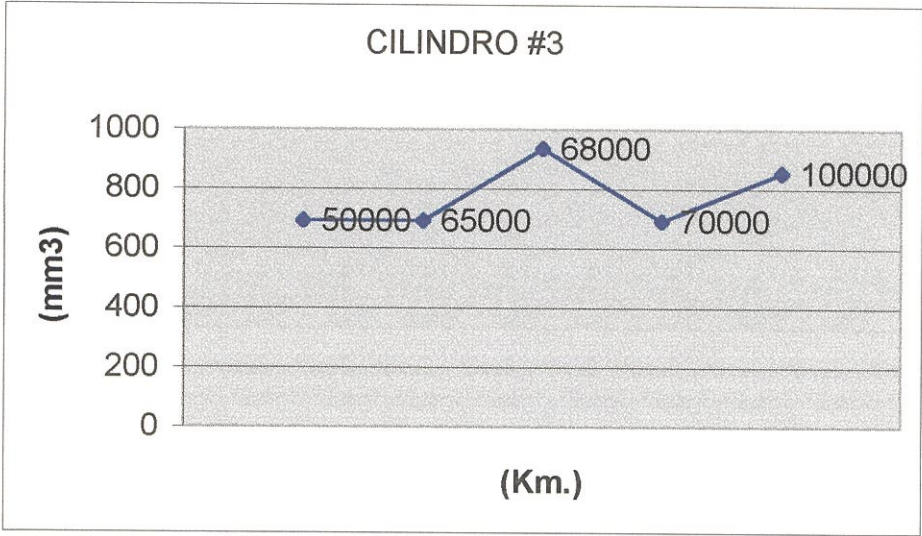
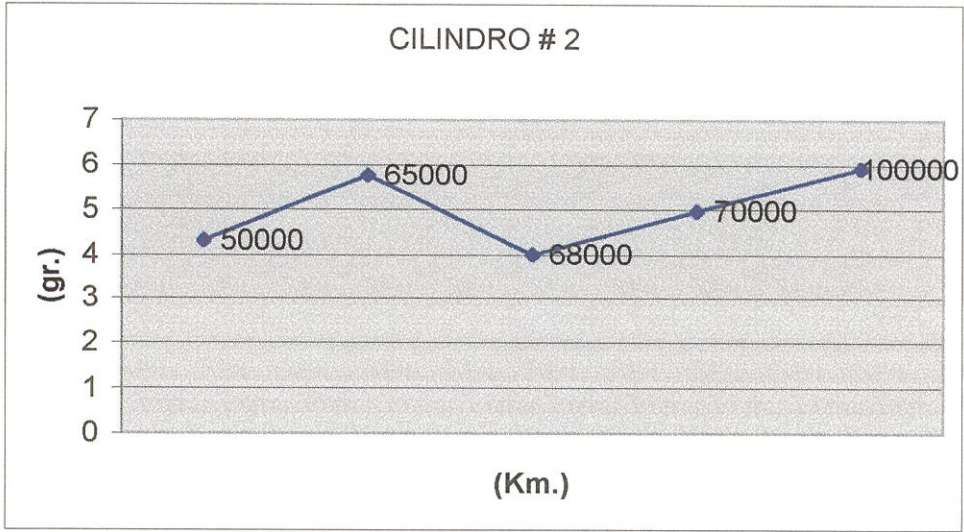
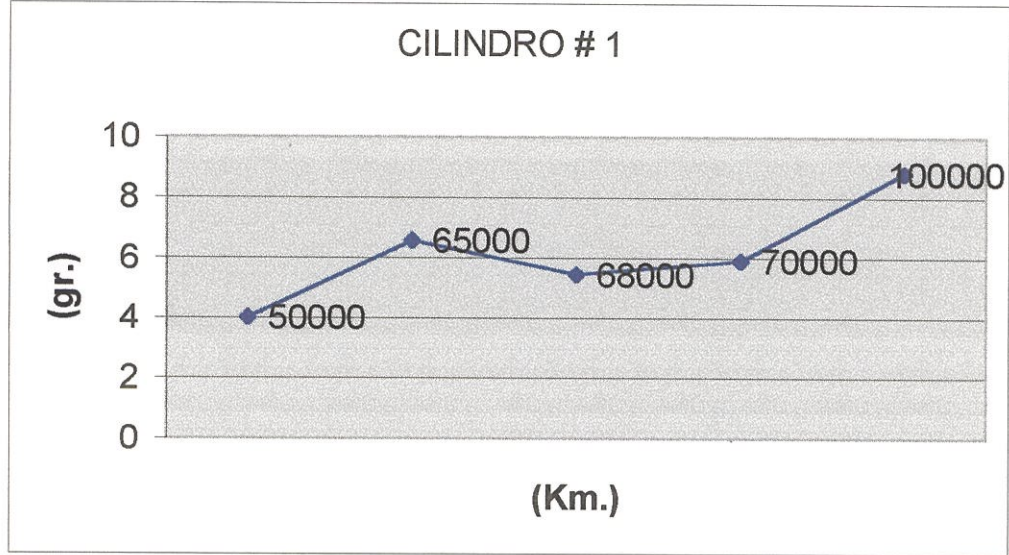


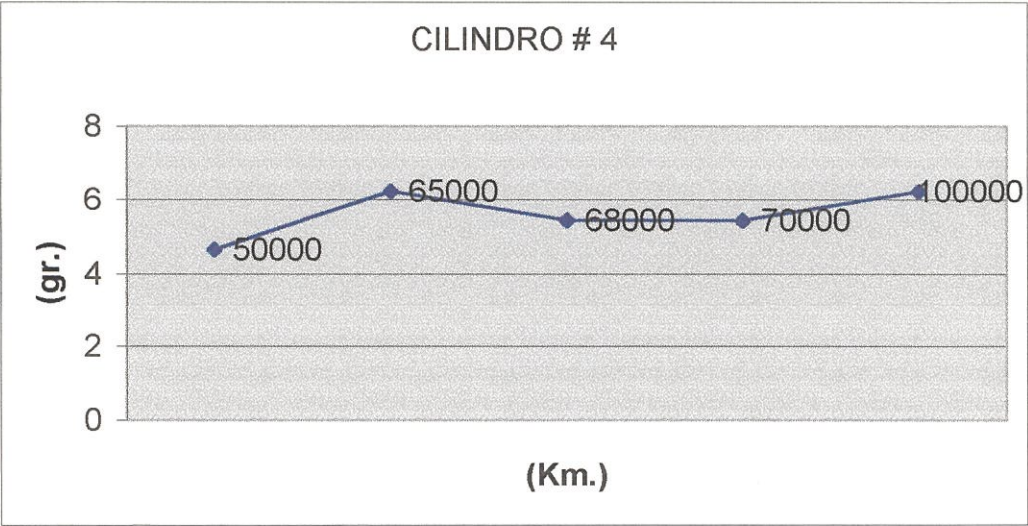
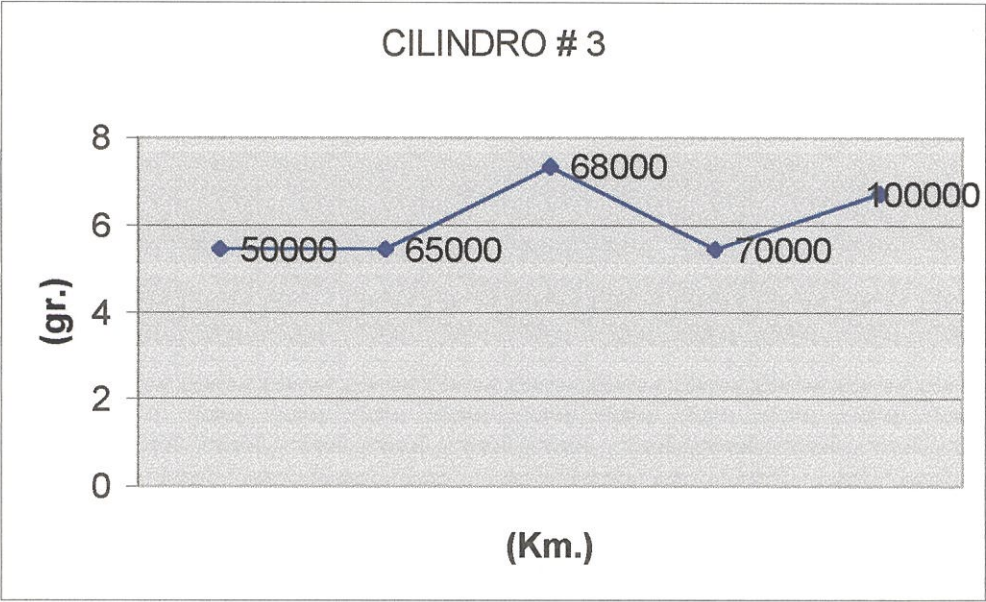
Gráfico # 5

Peso del material perdido vs. Kilómetros recorridos es el gráfico más convincente del cuidado que se debe tener para prevenir los desgastes por rozamiento.

ABCISA : Distancia recorrida (Km)

ORDENADA : Peso del material perdido (gramos)





8.5 Cálculo de la Desviación Standard

Relacionando todos los valores obtenidos para cada motor y utilizando la fórmula estadística para el cálculo de la Desviación Standard obtenemos la siguiente tabla de resultados # 6

TABLA 8.7 Desviación estandar.

	E	X	SD
MOTOR # 1	1328.299	83.0187	0.0271
MOTOR # 2	1328.456	83.0285	0.0082
MOTOR # 3	1328.395	83.0247	0.0730
MOTOR # 4	1328.384	83.0237	0.0082
MOTOR # 5	1328.498	83.0311	0.0530

8.6 Análisis de Resultados

En este capítulo, se ha puesto en práctica lo dicho anteriormente sobre rozamiento, y de todas las formas dañinas que afectan al motor de un vehículo esta es la más importante razón por la cual se le ha dado mas énfasis en este estudio, Esto se ha comprobado al observar las diferentes curvas de los desgastes de los cilindros en donde se encuentra las cantidades de material que se desaloja en las paredes de los cilindros de los bloques de motores.

Concluimos de este capítulo, que sobre la base de estos datos, para disminuir, ya que no se pueden evitar estas consecuencias del trabajo se debe realizar un correcto mantenimiento preventivo periódico, que si representa un desembolso de dinero, con el mejor funcionamiento y por más largo tiempo del vehículo, se compensa varias veces.

RECOMENDACIONES TECNICAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS VALORES DE FIABILIDAD Y TASA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE UN AUTOMOVIL.

9.1 Recomendaciones para un adecuado mantenimiento

Desde el mismo momento que se adquiere un vehículo nuevo comienza su mantenimiento. Esta sección contiene dos partes, la primera un análisis de las partes individuales del vehículo que necesitan mantenimiento, y la segunda, un plan organizado de mantenimiento por períodos.

A continuación se presentan recomendaciones Técnicas para el mantenimiento de las diferentes partes del vehículo:

El motor es la parte fundamental del vehículo, por lo tanto es en donde más cuidado y constancia se debe tener en su mantenimiento, el cual comienza con el suavizado del motor, hasta que se acoplen todas las partes en movimiento, y luego cada uno de los accesorios.

Lo primero que se debe realizar en un vehículo recién adquirido, o recién reparado es el Suavizado del Motor, que como se explica adelante representa el período de acoplamiento de todas las partes de un motor o vehículo nuevo entre sí.

Cuando un motor nuevo se lo comienza a hacer funcionar, este necesita un período de suavizado, en el cual se debe manejar con mucho mas cuidado de lo normal, hasta lograr un acoplamiento entre todos sus componentes, para el suavizado de los motores modernos se requiere menos horas de funcionamiento de las que necesitaban los motores antiguos. Ello se debe al perfeccionamiento en el diseño y en la técnica de fabricación de motores, pero este si es un período breve, pero cuidadoso; en todos los casos se tiene que atender a las recomendaciones hechas por el fabricante. Las cuales casi siempre son las siguientes:

- a) Antes de poner en marcha el motor se debe ajustar siempre la holgura de taques y el carburador o la bomba inyección, así como poner a punto el encendido con la mayor precisión posible.
- b) El motor se debe poner en marcha a medio gas durante un breve período de tiempo, para que el refrigerante alcance la temperatura de régimen.
- c) Durante esos momentos se debe vigilar la presión de aceite del motor y comprobar que no pierde aceite ni agua por ningún punto.
- d) Una vez a la temperatura de régimen, el motor se debe mantener a la velocidad y con la carga que se indiquen durante el corto período de tiempo que también se suele indicar, para que termine de asentarse la junta de la culata, etc.

Después se para el motor y se hace lo siguiente:

- a) Se repasa el apriete de los tornillos de la culata.
- b) Se revisa la holgura de los taques.
- c) Se revisa la puesta a punto del encendido o de la inyección.

- d) Hacer trabajar el motor con la carga normal durante las primeras 100 horas o 2000 Km. Evítese que trabaje con poca carga o que funcione en vacío por mucho tiempo. No permitir que una carga excesiva haga bajar de revoluciones al motor. Revisar el aceite del cárter con más frecuencia durante este período (para el que se emplea algunas veces un aceite especial para el suavizado del motor).
- e) Al final del período de suavizado se realizan en el motor los trabajos de entretenimiento que se indican en el manual de instrucciones. Como principal cambiar el filtro y el aceite.

Los principales sistemas o partes del motor a los que se debe dedicar un constante mantenimiento son las siguientes:

- Mantenimiento del Sistema de Enfriamiento.

Si el sistema de enfriamiento falla generalmente por obstrucción, comienza a perder la presión de circulación, también puede fallar el funcionamiento del ventilador especialmente si es eléctrico, todo esto causará que el motor se recaliente y se dañe. El mantenimiento regular recomendado es el siguiente:

- Lavar los insectos y otras suciedades de la parte externa del radiador.
- Mezclar la cantidad correcta de aditivos con el agua para evitar corrosión, depósitos y congelación en climas fríos
- Mantener el sistema lleno hasta el nivel correcto con refrigerante limpio.
- Reparar las fugas que se presentaren.
- Mantenimiento del Sistema de Admisión y Escape.



Mantenimiento de la Suspensión.

- Revisar periódicamente la presión de las llantas cuando estén frías.
- Lavar periódicamente la suspensión con un desengrasante para detectar grietas daños o defectos.
- Revisar periódicamente los amortiguadores hidráulicos, si nota aceite en el cilindro de este significa que existe un sello defectuoso y se lo debe cambiar.
- Cambiar regularmente los amortiguadores hidráulicos cada 40.000 Km. Reajustar periódicamente y revisar las abrazaderas y sujetadores de los muelles o paquetes de resortes y cambiar cualquier hoja rota de estos.

Mantenimiento del Sistema de Frenos.

La seguridad de un vehículo depende principalmente de la condición en que se encuentren sus frenos. Su mantenimiento regular recomendado es el siguiente:

- Completar el nivel de líquido periódicamente, y corregir inmediatamente cualquier fuga que se presente.
- Usar líquidos recomendados para frenos exclusivamente.
- Limpiar periódicamente los tambores en donde se acumulan los productos de la fricción del desgaste de los forros, así como polvos y otras suciedades que pueden afectar al sistema.
- Se deben regular periódicamente para compensar el desgaste de los forros y sangrar el sistema para sacar las burbujas de aire que pueden haber ingresado.
- Cambiar semestralmente de líquido hidráulico del sistema.

Mantenimiento del Sistema de la Dirección.

El sistema de la dirección también es importante para la seguridad del vehículo, por esto se debe tener cuidado en su mantenimiento:

- Mantener el nivel de aceite recomendado en la caja del sin fin de la dirección. Debe ser revisado mensualmente
- Tener en los neumáticos siempre la presión adecuada.
- Mantener siempre bien engrasados los terminales, brazo de mando, barra de acoplamiento, rótulas o uniones esféricas.
- Revisar los pasadores de la dirección, los cuales rotan y dan libertad de movimiento a los pivotes de las ruedas. Si es necesario cambiarlos.
- Limpiar y engrasar periódicamente los cojinetes de las ruedas delanteras y empacarles con grasa nueva, con el ajuste adecuado.
- Alinear y balancear trimestralmente las ruedas.
- Rotar las ruedas para obtener un desgaste regular.

Mantenimiento de la Carrocería.

Siendo la cara y presentación del vehículo, se debe tener aplicación en su cuidado para mantenerla siempre reluciente y firme, de la siguiente manera:

- Se debe revisar semanalmente, o luego de un viaje por caminos con superficies muy irregulares, en busca de elementos flojos y ajustarlos inmediatamente.
- Limpiar íntegramente y correctamente una vez por semana.
- Aplicar una cera protectora para la pintura que lo proteja de las inclemencias del tiempo luego de cada limpieza.

- Lubricar mensualmente los rieles y mecanismos elevadores de los vidrios de ventanas, y las bisagras de las puertas.

Para regular el mantenimiento de todo el vehículo, a continuación se presenta un plan ordenado que de cumplírselo va a dar los resultados esperados. En este plan se especifica para un determinado tipo de vehículo, pero en general esto es aplicable para todos los vehículos, salvo ciertas partes particulares que se especifican de acuerdo al tipo de vehículo que se trate.

Mantenimiento Diario, o cada 250 Km

- Revise el nivel de aceite del motor.
- Revise el nivel de agua del sistema de enfriamiento del motor.
- Revise el nivel del líquido de la batería
- Revise el nivel del depósito de líquido de frenos

Mantenimiento Semanal, o cada 1000 Km

- Lubricar todas las uniones móviles del vehículo, especialmente el conjunto de la dirección, el embrague los frenos y el acelerador.
- Lubricar los espárragos que soportan los muelles o paquetes de resortes.
- Lubricar también la bomba de agua y el ventilador.
- Revise el ajuste de las tuercas de las ruedas.

Mantenimiento mensual, o cada 2500 Km

- Cambiar el filtro y el aceite mismo del motor.
- Lubricar el cojinete de la leva del distribuidor.

- Engrasar la leva que acciona el platino.
- Lubricar las uniones universales o crucetas.
- Encerar, y revisar que no haya partes flojas en la carrocería, lubricar mecanismos elevadores de vidrios, bisagras y cerraduras de las puertas.
- Cambiar los filtros de gasolina

Mantenimiento Trimestral, o cada 5000 Km

- Cambiar el filtro purificador de aire.
- Revise el nivel de aceite de la caja del sinfín de la dirección.
- Revise el nivel de aceite de la caja de cambios
- Revise el nivel de aceite del diferencial o corona principal o posterior.
- Revise el nivel de aceite del diferencial o corona delantera.
- Limpiar las bujías, y ajustar la separación de los electrodos
- Revise la tensión de las correas del ventilador
- Cambiar platinos y condensador del sistema de encendido
- Alinear y balancear las 4 ruedas

Mantenimiento Semestral o cada 10.000 Km

- Cambie el aceite de la caja de cambios y de los diferenciales o coronas delantera y posterior.
- Cambiar de posición las ruedas
- Llene con grasa el cable del velocímetro

- Revise las puntas de ejes de las ruedas delanteras
- Revisar y ajustar el huelgo de las válvulas
- Cambiar el líquido y regular el sistema de frenos
- Revise la tapa del distribuidor, quítela, límpiela, y revise que la escobilla de carbón tenga movimiento libre.
- Cambiar las bujías de encendido

Mantenimiento Anual o cada 40.000 Km

- Revisar embrague
- Rotar llantas
- Alinear tren delantero
- Cambiar amortiguadores hidráulicos
- Cambiar los bocines de caucho de los paquetes de resortes
- Revisar varillaje de la dirección



Todas estas recomendaciones se las resume en la siguiente tabla que muestra un programa recomendable de mantenimiento progresivo para vehículos livianos

9.2 Aplicación del método Gráfico de Gantt para la programación del mantenimiento del motor de un automóvil

El método Gráfico de Gantt es una de las técnicas más antiguas utilizadas en la programación del mantenimiento y consiste en un gráfico Tarea - Tiempo.

Cada tarea de mantenimiento se inscribe en la porción izquierda del gráfico en forma vertical; por su parte los tiempos proyectados o programados se trazan a la derecha en una escala horizontal en forma de barras (dada en días, semanas, o meses), cuya longitud indica el tiempo calculado de duración de cada tarea o actividad de mantenimiento. Con este gráfico se podrá observar fácilmente si los trabajos se están cumpliendo normalmente, si están atrasados o adelantados conforme a lo calculado y estipulado.

En el Gráfico 6 se gráfica la aplicación del gráfico de Gantt, para el mantenimiento de un motor de auto Isuzu 2000cc modelo 1987.

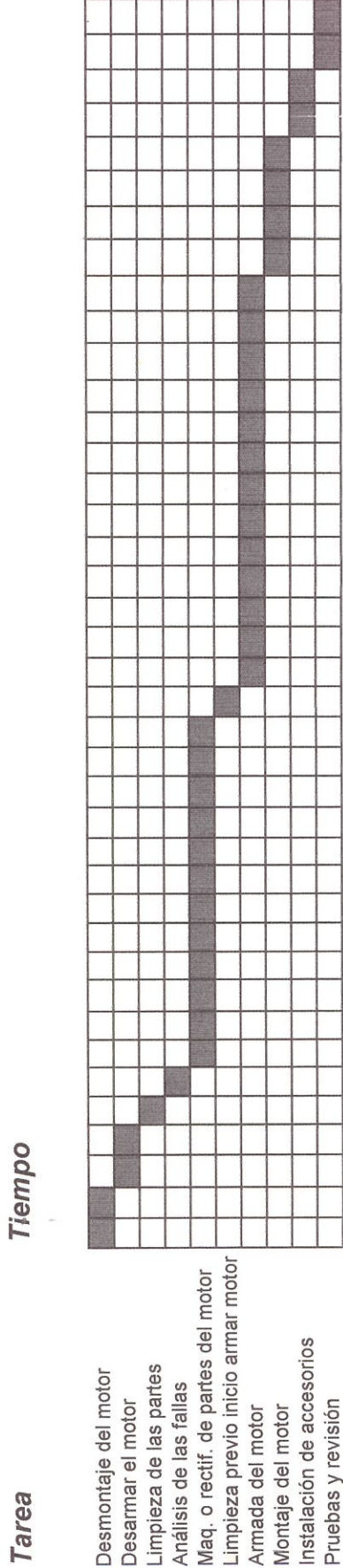


Gráfico 6 : Gráfico de Gannt.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con este trabajo se concluye que lo más importante para conservar y alargar la fiabilidad de un vehículo es su mantenimiento preventivo. Se ha enfocado que con un adecuado trabajo de mantenimiento se puede asegurar en el vehículo un normal funcionamiento económico y confiable, tomando las medidas y acciones tendientes a alargar la vida útil del vehículo. Este plan debe estar basado en el manual del fabricante y modificado de acuerdo a las condiciones del medio, esta es una tarea periódica para facilitar su control. Las reparaciones deben ser ejecutadas por un grupo humano preparado adecuadamente en colegios e instituciones técnicas, y con un equipamiento acorde con la importancia del trabajo a realizarse a fin de que se lo haga con la mayor eficiencia.

Se ha escrito un libro didáctico, ilustrativo y de uso práctico tanto para ingenieros, técnicos, como para el usuario común de un automóvil, satisfaciendo una necesidad importante de nuestro medio, que no está conciente en su mayoría de la importancia de un adecuado mantenimiento preventivo el cual tiene un costo que en suma resulta mínimo al compararse con el ahorro, seguridad y fiabilidad que se logra.

BIBLIOGRAFIA

1. CABANNES HENRY. Curso de Mecánica General, Editorial Montaner y Simón. 1981
2. CEAC Enciclopedia del motor del Automóvil editorial CEAC. 1987
3. CROUSE WILLIAM H., Motores de automóvil, Editorial Alfa Omega 1992
4. DEERE JOHN, Mantenimiento de Maquinaria, Editorial JD Technical Services 1985
5. DEERE JOHN Manual de Servicio Técnico. 1985
6. DEERE JOHN, Identificación de fallas de piezas. 1987
7. ERPELDING, N.L. Reparación y Puesta a punto de Motores, Editorial Millac 1984
8. ERPELDING. Reparación y puesta apunto de Motores. Editorial Don Bosco. 1986
9. FAO Mantenimiento de Tractor, Editorial FAO .1978
10. GARSKE WOLFWANG, Apuntes de clase, 1995
11. GILERDI. Reparación de Motores de Tractores Agrícolas, Editorial MC Graw Hill 1987
12. GRONEMAN CHRIS H., Talleres, Editorial Novaro, 1990

13. HEARTS BOOKS, Basic Car Care, Editorial The Hearst Corporation. 1980
14. MILLER \ FREUND \ JOHNSON. Probabilidad y Estadística para Ingenieros, Editorial Prentice Hall. 1987
15. NEALE M. J., Principles of Tribology , Editorial Mc Millan Education Ltd. 1989
16. PUGH B., Friction and Wear, Editorial Newnes Butterworths . 1982
17. RUBIO SAN JUAN, I. Mecánica General, Editorial Labor . 1989
18. SIMPSON CHARLES, Importancia del desgaste en el diseño, Centro Regional de Ayuda Técnica (A.I.D.) 1982
19. SORS L., Fatigue Designs of Machine Components (Diseño por Fatiga de partes de Maquinaria, Editorial Pergamon Press 1985
20. STEVENSON WILLIAM J. Estadística para Administración y Economía, Editorial Harla. 1987
21. VARGAS ZUÑIGA ANGEL Ing., Organización del Mantenimiento Industrial, Editoria Series VZ, 2da. Edición, 1996