

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

ELABORACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA LA FLOTA VEHICULAR A CARGO DE LA EMPRESA VICAT MOTOR'S

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

DIEGO XAVIER BUSTOS CERVANTES

diego.b.cervantes@hotmail.com

MIGUEL ÁNGEL FREIRE LASCANO

migue17.0@hotmail.com

DIRECTOR: ING. JAIME VARGAS T.

jaime.vargas@epn.edu.ec

Quito, septiembre 2013

DECLARACIÓN

Nosotros, Diego Xavier Bustos Cervantes y Miguel Ángel Freire Lascano, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado referencias bibliográficas que se incluyen en éste documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual correspondientes a éste trabajo a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y por el Reglamento y Normatividad institucional vigente.

Diego Xavier Bustos Cervantes

Miguel Ángel Freire Lascano

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue elaborado por Diego Xavier Bustos Cervantes y Miguel Ángel Freire Lascano, bajo nuestra supervisión.

Ing. Jaime Vargas T.

DIRECTOR DEL PROYECTO

Ing. Ricardo Soto

CO-DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

A Dios, por permitirme participar en el desarrollo de los momentos emotivos de quienes me rodean.

A MI MADRE, quien supo guiarme por el mejor sendero y con sus arrullos y sapiencia formó mi carácter, me ha brindado su apoyo incondicional y la convicción de mejorar cada día.

A MI FAMILIA, por su apoyo, su paciencia, sus consejos y por su sincero cariño. Además siempre en la memoria, a mi abuelo Miguel Cervantes.

A mis amigos y compañeros, que han sido un soporte muy valioso en los momentos de júbilo y de abatimiento, con quienes he podido interactuar y aprender de la vida, que no se encuentra en los libros.

Diego Xavier Bustos Cervantes

A mi Dios quién me brindó el regalo de la vida, la salud y el ímpetu para conocerle en las huellas divinas de la maravillosa obra que ha creado.

A la familia que he escogido, mis queridos amigos, por ser mis acompañantes en los momentos felices, y consejeros en circunstancias adversas. Dianita Ch, Gabriela P, Ivonne D, Flia. Martínez Ochoa, Diego C, Daniel S, Daniel O, Manicho, Cochi, Marco D. Sebastián T, David Q, Marco M, Sebastián N, Daniel V. Patricio M, David R.

A la Escuela Politécnica Nacional, su personal docente y administrativo, en especial al Ing. Jaime Vargas y al Ing. Ricardo Soto, gracias por confiar en nosotros y a la Sra. Glorita por su increíble amabilidad y siempre prestar su ayuda.

A mi Patria, que como cariñosa madre me ha brindado lo mejor, por su sacrificada historia y su esperanzador porvenir, me siento orgulloso de mi identidad.

Miguel Ángel Freire Lascano

DEDICATORIA

“Hay hombres que luchan un día y son buenos. Hay otros que luchan un año y son mejores. Hay quienes luchan muchos años, y son muy buenos. Pero hay los que luchan toda la vida, esos son los imprescindibles”. Bertolt Brecht

A MI MADRE, pilar fundamental que ha sabido brindarme su amistad, su apoyo y su comprensión, gracias por hacer de mí, ese hombre con ganas de luchar toda la vida.

Diego Xavier Bustos Cervantes

A mi familia que ha sido bálsamo y fortaleza, mis primeros educadores, enseñándome a recordar quién soy, sin temor al cambio, sin temor a ser mejor.

A mi amada madre Cleopatra Angelita, por su ejemplo y firmeza, al guiarme y enseñarme a volar.

A mi queridísima hermana Tannia Angélica, por su inmenso sacrificio e infinitos consejos.

A mi sobrina Gabriela Monserrate, que con su corta edad me brinda su alegría y astucia.

La providencia nos ha separado, pero ustedes son lo que más amo.

Miguel Ángel Freire Lascano

CONTENIDO

DECLARACIÓN	II
CERTIFICACIÓN	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
DEDICATORIA.....	V
CONTENIDO.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XVI
RESUMEN	XVII
PRESENTACIÓN.....	XIX
CAPÍTULO I	1
1. GENERALIDADES.....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 MISIÓN.....	1
1.3 VISIÓN	2
1.4 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	3
1.5 INFRAESTRUCTURA	4
1.6 MAQUINARIA.....	2
1.6.1 ELEVADOR HIDRÁULICO.....	2
1.6.2 ESCÁNER AUTOMOTRIZ	2
1.6.3 PISTOLAS DE IMPACTO.....	3
1.6.4 LIMPIADOR DE INYECTORES DE ULTRASONIDO.....	4
1.6.5 COMPRESORES	4
1.6.6 SUELDA OXIACETILÉNICA	5

1.6.7 ELEVADOR DE PLUMA DE MOTOR	6
1.7 HERRAMIENTAS MENORES	7
1.7.1 TORCÓMETRO.....	7
1.7.2 PISTOLAS DE PINTURA	7
1.7.3 GATOS HIDRÁULICOS	8
1.7.4 ELEVADOR HIDRÁULICO DE PATÍN	8
1.7.5 JUEGOS DE DESARMADORES	9
1.7.6 JUEGOS DE LLAVES	9
1.8 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA	10
1.9 PROCESOS DE TRABAJO DE LA EMPRESA	11
CAPÍTULO II	12
2. SISTEMA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	12
2.1 CONCEPTO DE MANTENIMIENTO.....	12
2.1.1 OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ.....	12
2.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO	12
2.2.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO	12
2.2.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	13
2.2.3 MANTENIMIENTO PREDICTIVO.....	14
2.3 FALLAS	14
2.3.1 CONCEPTO	14
2.4 DETERMINACIÓN DE FALLOS FUNCIONALES Y TÉCNICOS.....	15
2.4.1 FALLO TÉCNICO	15
2.4.2 FALLO FUNCIONAL	15
2.4.3 TIPOS DE FALLAS	15
2.4.4 MODOS DE PRESENTACIÓN DE LAS FALLAS.....	16
2.5 DESGASTE	18
2.5.1 INTRODUCCIÓN.....	18
2.5.2 TIPOS DE DESGASTE	18

CAPÍTULO III	22
3. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS Y SUBSISTEMAS DEL VEHÍCULO	22
3.1 GENERALIDADES	22
3.2 SISTEMA MOTOR.....	22
3.2.1 SUBSISTEMA MECÁNICO	22
3.2.2 SUBSISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE	26
3.2.3 SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN.....	27
3.2.4 SUBSISTEMA DE ESCAPE.....	32
3.2.5 SUBSISTEMA DE LUBRICACIÓN	35
3.2.6 SUBSISTEMA DE REFRIGERACIÓN.....	38
3.3 SISTEMA BASTIDOR CARROCERÍA	40
3.3.1 SISTEMA BASTIDOR CARROCERÍA POR SEPARADOS.....	40
3.3.2 SISTEMA BASTIDOR CARROCERÍA AUTOPORTANTE.	40
3.4 SISTEMA DE TRANSMISIÓN	41
3.4.1 TIPOS DE TRANSMISIÓN.....	42
3.4.2 ELEMENTOS DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN.....	44
3.5 SISTEMA DE FRENOS	47
3.5.1 FRENOS DE DISCO	47
3.5.2 FRENOS DE TAMBOR	48
3.6 SISTEMA DE SUSPENSIÓN.....	50
3.7 SISTEMA DE DIRECCIÓN	51
3.7.1 ELEMENTOS DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN.....	51
3.8 SISTEMA ELÉCTRICO-ELECTRÓNICO.....	52
3.8.1 COMPONENTES DEL SISTEMA ELÉCTRICO	52
3.8.2 COMPONENTES DEL SISTEMA ELECTRÓNICO.....	56
3.9 RUEDAS Y NEUMÁTICOS.....	58
CAPÍTULO IV	59
4. APLICACIÓN DEL MÉTODO DE ANÁLISIS MODAL DE FALLA Y EFECTO (AMFE).....	59

4.1 ELABORACIÓN DEL MÉTODO AMFE.....	60
4.1.1 PRODUCTO.....	60
4.1.2 MODO DE FALLOS.....	60
4.1.3 EFECTOS DEL FALLO	60
4.1.4 CAUSAS POTENCIALES DEL FALLO	60
4.1.5 DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES DE EVALUACIÓN PARA CADA MODO DE FALLA.....	60
4.1.6 ÍNDICE DE PRIORIDAD DE RIESGOS (IPR).....	62
4.2 IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE LOS SISTEMAS Y SUBSISTEMAS MÁS CRÍTICOS POR MEDIO DEL DIAGRAMA DE PARETO.....	63
4.3 CODIFICACIÓN DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS.....	64
4.3.1 CODIFICACIÓN DEL SISTEMA.....	65
4.3.2 CODIFICACIÓN DEL SUBSISTEMA	65
4.3.3 CODIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES	66
4.4 CODIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES DE SISTEMA MOTOR.....	66
4.5 CODIFICACIÓN DE LOS MODOS DE FALLO.....	70
4.5.1 CODIFICACIÓN DE LOS FALLOS MECÁNICOS.....	70
4.6 TABLAS AMFE PARA EL SISTEMA MOTOR.....	71
4.6.1 ACCIONES CORRECTIVAS PARA LOS SUBSISTEMAS DEL MOTOR	87
4.7 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	95
CAPÍTULO V.....	96
5. PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS VEHÍCULOS	96
5.1 GENERALIDADES	96
5.1.1 MANTENIMIENTO DIARIO POR PROPIETARIO	96
5.2 IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	97
5.3 INTERVALOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO POR KILOMETRAJE ..	98
CAPÍTULO VI.....	104
6. DESARROLLO DEL SOFTWARE DE MANTENIMIENTO.....	104

6.1 GENERALIDADES	104
6.1.1 INTRODUCCIÓN.....	104
6.2 MÓDULOS DEL SOFTWARE.....	105
6.2.1 INICIO DE SESIÓN.....	105
6.2.2 MENÚ PRINCIPAL.....	106
6.2.3 BODEGA.....	113
6.2.4 TRABAJADORES.....	114
6.2.5 CONSULTAS.....	116
6.2.6 MANTENIMIENTO	117
CAPÍTULO VII.....	120
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	120
7.1 CONCLUSIONES.....	120
7.2 RECOMENDACIONES.....	122
BIBLIOGRAFÍA	123
ANEXOS	134
ANEXO 1.....	135
IMPORTANCIA DE LA LUBRICACIÓN VEHICULAR	135

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3. 1. Elementos y funciones del sistema de refrigeración.....	39
Tabla 3. 2. Elementos y funciones del freno de disco	48
Tabla 3. 3. Elementos y funciones del freno de tambor	49
Tabla 3. 4. Elementos y funciones del sistema de suspensión	50
Tabla 3. 5. Sensores con sus correspondientes funciones	57
Tabla 4. 1. Clasificación del índice de gravedad	61
Tabla 4. 2. Clasificación del índice de frecuencia.....	61
Tabla 4. 3. Clasificación del índice de detección.....	62
Tabla 4. 4. Fallas de los distintos sistemas del vehículo	63
Tabla 4. 5. Codificación de los componentes del subsistema mecánico	67
Tabla 4. 6. Codificación de los componentes del subsistema de lubricación	67
Tabla 4. 7. Codificación de los componentes del subsistema de inyección de combustible	68
Tabla 4. 8. Codificación de los componentes del subsistema de refrigeración	68
Tabla 4. 9. Codificación de los modos de fallo	70
Tabla 4. 10. Codificación de los fallos mecánicos	71
Tabla 4. 11. AMFE para el subsistema mecánico	72
Tabla 4. 12. AMFE para el subsistema lubricación	77
Tabla 4. 13. AMFE para el subsistema inyección de combustible.....	78
Tabla 4. 14. AMFE para el subsistema de refrigeración.....	80
Tabla 4. 15. AMFE para el subsistema de escape	82
Tabla 4. 16. AMFE para el subsistema de distribución	84
Tabla 4. 17. Acciones correctivas para el subsistema mecánico	88
Tabla 4. 18. Acciones correctivas para el subsistema lubricación.....	90
Tabla 4. 19. Acciones correctivas para el subsistema de inyección de combustible.....	91

Tabla 4. 20. Acciones correctivas para el subsistema de refrigeración.....	92
Tabla 4. 21. Acciones correctivas para el subsistema de escape	93
Tabla 4. 22. Acciones correctivas para el subsistema de distribución.....	94
Tabla 5. 1. 18 puntos inspección.....	97
Tabla 5. 2. Intervalos de mantenimiento preventivo de 5000-10000 Km.....	99
Tabla 5. 3. Intervalos de mantenimiento preventivo de 15000-20000 Km.....	99
Tabla 5. 4. Intervalos de mantenimiento preventivo de 25000-30000 Km.....	100
Tabla 5. 5. Intervalos de mantenimiento preventivo de 35000-40000 Km.....	100
Tabla 5. 6. Intervalos de mantenimiento preventivo de 45000-50000 Km.....	101
Tabla 5. 7. Intervalos de mantenimiento preventivo de 55000-60000 Km.....	101
Tabla 5. 8. Intervalos de mantenimiento preventivo de 65000-70000 Km.....	102
Tabla 5. 9. Intervalos de mantenimiento preventivo de 75000-80000 Km.....	102
Tabla 5. 10. Intervalos de mantenimiento preventivo de 85000-90000 Km.....	103
Tabla 5. 11. Intervalos de mantenimiento preventivo de 95000-100000 Km.....	103

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Ubicación geográfica.....	3
Figura 1.2. Esquema representativo de la disposición de la planta.....	4
Figura 1.3. Elevador hidráulico.....	2
Figura 1.4. Escáner automotriz	3
Figura 1.5. Pistola de impacto.....	3
Figura 1.6. Limpiador de inyectores de ultrasonido.....	4
Figura 1.7. Compresor	5
Figura 1.8. Sueda oxiacetilénica.....	6
Figura 1.9. Elevador de pluma de motor	6
Figura 1.10. Torcómetro.....	7
Figura 1.11. Pistolas de pintura.....	7
Figura 1.12. Gatos hidráulicos.....	8
Figura 1.13. Elevador hidráulico de patín 3T.....	8
Figura 1.14. Juego de desarmadores.....	9
Figura 1.15. Juegos de llaves.....	9
Figura 2. 1. Falla por pandeo	16
Figura 2. 2. Representación del desgaste abrasivo	19
Figura 2. 3. Representación del desgaste adhesivo.....	19
Figura 2. 4. Representación del desgaste por erosión	20
Figura 2. 5. Representación del desgaste por cavitación.....	21
Figura 3. 1. Componentes internos del motor	23
Figura 3. 2. Ciclo de admisión.....	24
Figura 3. 3. Ciclo de compresión.....	24
Figura 3. 4. Ciclo de explosión	25

Figura 3. 5. Ciclo de escape.....	26
Figura 3. 6. Sistema de combustible del vehículo	27
Figura 3. 7. Válvula de admisión	28
Figura 3. 8. Válvula de escape.....	28
Figura 3. 9. Árbol de levas.....	29
Figura 3. 10. Balancín	29
Figura 3. 11. Componentes de un taqué	30
Figura 3. 12. Filtros de aire.....	31
Figura 3. 13. Múltiple de admisión.....	32
Figura 3. 14. Múltiple de escape	33
Figura 3. 15. Tubo de escape.....	33
Figura 3. 16. Corte de un convertidor catalítico.....	34
Figura 3. 17. Comportamiento de la amplitud de onda durante el tránsito por el silenciador	35
Figura 3. 18. Subsistema de lubricación del motor.....	36
Figura 3. 19. Esquema de funcionamiento de refrigeración del automóvil	39
Figura 3. 20. Carrocería chasis por separado (vehículos 4x4).....	40
Figura 3. 21. Carrocería autoportante (vehículos livianos).....	41
Figura 3. 22. Motor delantero y propulsión trasera (tipo de transmisión más utilizada)	42
Figura 3. 23. Motor trasero y propulsión trasera (transmisión utilizada en vehículos sencillos y deportivos)	43
Figura 3. 24. Motor delantero y tracción delantera (tipo transmisión utilizada en vehículos de media cilindrada)	43
Figura 3. 25. Motor delantero y tracción delantera (tipo transmisión utilizada en vehículos de media cilindrada)	44
Figura 3. 26. Embrague (corte de noventa grados).....	45
Figura 3. 27. Caja de velocidades (corte de noventa grados)	45
Figura 3. 28. Árbol de transmisión.....	46
Figura 3. 29. Juntas de transmisión	46
Figura 3. 30. Mecanismo par-cónico diferencial	47

Figura 3. 31. Frenos de discos.....	48
Figura 3. 32. Frenos de tambor.....	49
Figura 3. 33. Sistema de suspensión.....	50
Figura 3. 34. Esquema del sistema de dirección.....	52
Figura 3. 35. Batería del automóvil.....	53
Figura 3. 36. Caja de fusibles de un automóvil.....	53
Figura 3. 37. Alternador de un vehículo.....	54
Figura 3. 38. Generación y regulación eléctrica del automóvil.....	54
Figura 3. 39. Tipos de luces y ubicación en el automóvil.....	55
Figura 3. 40. Motor de arranque de un vehículo.....	56
Figura 3. 41. Computadora de un vehículo.....	57
Figura 3. 42. Nomenclatura de los neumáticos.....	58
Figura 6. 1. Ingreso al sistema.....	105
Figura 6. 2. Menú principal.....	106
Figura 6. 3. Misión.....	107
Figura 6. 4. Visión.....	108
Figura 6. 5. Menú de Clientes.....	109
Figura 6. 6. Datos de clientes.....	110
Figura 6. 7. Detalle de clientes.....	111
Figura 6. 8. Orden de trabajo.....	112
Figura 6. 9. Bodega.....	113
Figura 6. 12. Detalle de trabajadores.....	116
Figura 6. 13. Consultas.....	117
Figura 6. 14. Mantenimiento.....	119

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1. Organigrama de la empresa	10
Gráfico 1.2. Procesos de la empresa	11
Gráfico 3. 1. Nomenclatura según norma SAE.....	37
Gráfico 4. 1. Diagrama de Pareto de las distintas fallas de los sistemas del vehículo.....	64
Gráfico 4. 2. Fallas en el sistema motor	95

RESUMEN

El presente proyecto hace referencia a la elaboración de un programa de mantenimiento para la flota vehicular a cargo de la empresa VICAT MOTOR'S para vehículos que funcionan con motor a gasolina, adicional a esto se realizó un software para computadora con el cual se obtiene un mejor registro, planificación y base de datos que contribuirá al mejoramiento de los procesos y seguimiento de los vehículos para la satisfacción del cliente.

El proyecto consta de seis capítulos:

1. El primer capítulo hace referencia a los antecedentes, distribución, ubicación y maquinaria que posee la empresa.
2. En el segundo capítulo se detallan los conceptos fundamentales del mantenimiento, el objetivo, los tipos de mantenimiento, los fallos y su clasificación y la forma de presentación además de los conceptos de desgaste y su clasificación.
3. El tercer capítulo detalla y describe los sistemas y subsistemas del vehículo con los componentes que sobresalen en cada uno.
4. El cuarto capítulo posee la codificación de los componentes, además se describen las estrategias de mantenimiento para su posterior utilización en el desarrollo de las tablas AMFE, tablas correctivas y de responsabilidad.
5. En el quinto capítulo se presenta el manual de mantenimiento desarrollado mediante el análisis de fallas y los intervalos de mantenimiento correspondientes.
6. El capítulo seis posee una descripción de la elaboración de un software de mantenimiento para computadora automatizado en la plataforma Java, sobre una base de datos elaborada en MySQL, que referencia a clientes y sus vehículos, trabajadores, repuestos y tipo de mantenimiento que se deberá proporcionar con

una alerta referente al kilometraje recorrido y al tiempo estimado en alcanzarlo para obtener mayor versatilidad en la relación cliente-empresa.

7. El capítulo siete está destinado a las conclusiones y recomendaciones del presente proyecto, obtenidas luego de la realización del mismo, las cuales son el resultado de conocer la situación actual del mantenimiento que la empresa desarrolla.

PRESENTACIÓN

El actual crecimiento de la empresa VICAT MOTOR'S y la búsqueda de la excelencia en el servicio, hace imprescindible la elaboración de un programa de mantenimiento, que cumpla las funciones de controlar las diversas actividades, optimizando los recursos de una manera eficiente y que potencie el trabajo desarrollado.

Con este motivo, se hace uso de de los avances tecnológicos en programación con la implantación de un software que dinamice dichas actividades, brindando una adecuada base de datos que alerte sobre los posteriores mantenimientos preventivos, evitando así las posibles fallas para salvaguardar tanto la seguridad física del conductor como prolongar la vida útil del vehículo.

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

VICAT MOTOR'S, es una empresa ecuatoriana, creada en el año 2011, con el afán de participar en el desarrollo de la industria nacional, apoyando a una gran cantidad de instituciones y empresas nacionales en la reparación y mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de vehículos con motor a gasolina.

Con personal altamente capacitado fomentando la industria ecuatoriana, como personal administrativo y de servicios, se halla establecida la empresa VICAT MOTOR'S.

1.2 MISIÓN

“Satisfacer las expectativas de nuestros clientes y la superación del equipo de trabajo.”

VICAT MOTOR'S, es una empresa enfocada en la reparación y mantenimiento automotriz de forma integral y con tecnologías amigables con el ambiente, así como también el respeto y la convivencia con el equipo de colaboradores.

Para cubrir con todas las expectativas de nuestros clientes, VICAT MOTOR'S, se compromete a:

- Ofrecer sus productos con la calidad solicitada y a precios realmente competitivos en el mercado.
- Mejorar los tiempos de entrega de los mantenimientos.
- Suministrar la línea más completa en repuestos y aditivos.

- Implementar y adaptar un Sistema de Gestión de Calidad, de forma permanente y constante.
- Tener personal altamente competitivo, con la mejor actitud de servicio.

VICAT MOTOR'S, auspicia la superación de su equipo de trabajo; para obtener un aumento del rendimiento, la confianza y lealtad de sus trabajadores.

Para esto la empresa debe:

- Promover un agradable ambiente de trabajo, con infraestructura confortable y el respeto entre compañeros.
- Capacitar constantemente al trabajador para alcanzar:
 - Los estándares profesionales exigidos por organismos externos de regulación, y la superación del propio trabajador.
 - Ofrecer sueldos competitivos y prestaciones de la ley, que aumenten el nivel de vida del trabajador.

1.3 VISION

“Ser la mejor opción de mantenimiento vehicular y constituirnos como empresa líder en el ramo.”

VICAT MOTOR'S, busca a lo largo de su vida constitutiva, convertirse en la mejor opción de mantenimiento vehicular. Por lo que se compromete a:

- Ofrecer productos de la más alta calidad solicitada, adquiridos con proveedores que reúnan los requisitos de certificación en sus productos.
- Procurar presentar precios competitivos dentro del mercado en reparación y mantenimiento vehicular.
- Brindar el mejor servicio, como:
 - Información sobre la reparación o mantenimiento que ofrece la empresa (especificaciones, cotizaciones, referencias técnicas, uso, conservación y deterioro del vehículo y posibles alternativas de mantenimiento).

- Recepción y entrega de vehículos (cumplimiento en tiempos de entrega conforme a cronograma de actividades).
- Información general (créditos, estado de cuentas, promociones y descuentos).

1.4 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

VICAT MOTOR'S, se encuentra ubicada al norte de la ciudad de Quito, en la calle Nazaret Oe2-70 y Av. 10 de Agosto. Sector Carcelén.

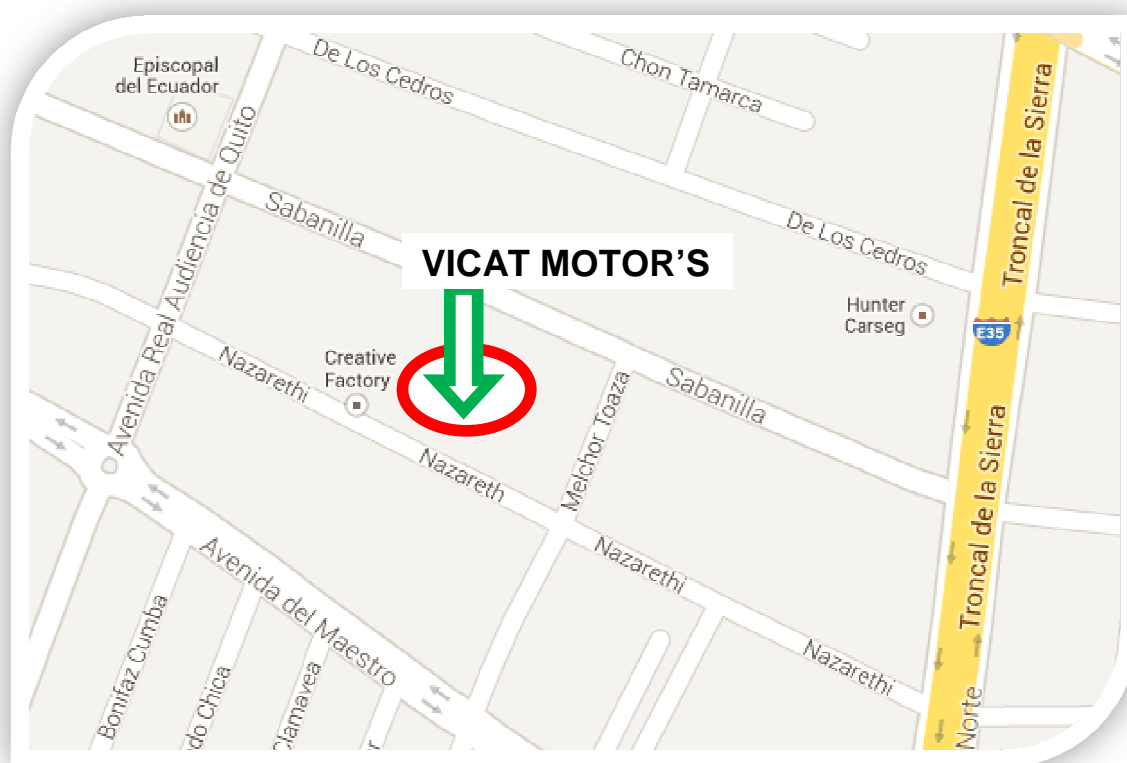


Figura 1.1. Ubicación geográfica

Fuente: (gosur, 2013)

1.5 INFRAESTRUCTURA

La empresa VICAT MOTOR'S ocupa un área de 1500 m², dentro de los cuales se ubican dos naves industriales, las mismas que son distribuidas para las diferentes secciones tales como:

- Mecánica
- Enderezada y pintura
- Electricidad y electrónica
- Lubricación
- Limpieza y aseo
- Oficinas



Figura 1.2. Esquema representativo de la disposición de la planta

Fuente: (Propia)

1.6 MAQUINARIA

1.6.1 ELEVADOR HIDRÁULICO

Su funcionalidad es elevar y descender el vehículo gracias a la fuerza suministrada por accionamiento de un fluido, en este caso aceite, por medio de un motor eléctrico.



Figura 1.3. Elevador hidráulico.

Fuente: (Propia)

1.6.2 ESCÁNER AUTOMOTRIZ

Son dispositivos electrónicos que controlan y verifican la programación y el funcionamiento del automóvil controlando los diferentes sensores que éste posee.



Figura 1.4. Escáner automotriz

Fuente: (quito.olx, 2011)

1.6.3 PISTOLAS DE IMPACTO.

Es una herramienta neumática que transforma la energía neumática en energía mecánica rotacional para retirar o ajustar pernos o afines.



Figura 1.5. Pistola de impacto

Fuente: (hymair, 2011)

1.6.4 LIMPIADOR DE INYECTORES DE ULTRASONIDO

Consiste en la generación de ondas de altísima velocidad en un medio líquido mediante un oscilador electrónico, produciendo el fenómeno de cavitación ultrasónica que limpia o arranca las impurezas en el exterior e interior del inyector.



Figura 1.6. Limpiador de inyectores de ultrasonido.

Fuente: (Propia)

1.6.5 COMPRESORES

Son máquinas que transforman energía mecánica en energía neumática absorbiendo aire a presión atmosférica y comprimiéndole hasta una presión superior seleccionada por el o los usuarios.



Figura 1.7. Compresor

Fuente: (Propia)

1.6.6 SUELDA OXIACETILÉNICA

Para obtener la unión de dos metales por medio de la fusión y adición de material de aporte, el calor obtenido por este método es suministrado por la combustión del gas acetilénico con el oxígeno, herramienta necesaria e indispensable en la reparación vehicular.



Figura 1.8. Suelda oxiacetilénica

Fuente: (Propia)

1.6.7 ELEVADOR DE PLUMA DE MOTOR

Es una máquina diseñada para el ascenso y descenso de grandes pesos, este tipo de máquina posee un movimiento rotacional que aumenta su versatilidad, donde la fuerza elevadora es proporcionada por la acción de un motor de combustión interna.



Figura 1.9. Elevador de pluma de motor

Fuente: (solutionlift.)

1.7 HERRAMIENTAS MENORES

1.7.1 TORCÓMETRO



Figura 1.10. Torcómetro

Fuente: (ignistraining)

1.7.2 PISTOLAS DE PINTURA



Figura 1.11. Pistolas de pintura

Fuente: (AUTOTEK)

1.7.3 GATOS HIDRÁULICOS



Figura 1.12. Gatos hidráulicos

Fuente: (mpw.cl)

1.7.4 ELEVADOR HIDRÁULICO DE PATÍN



Figura 1.13. Elevador hidráulico de patín 3T

Fuente: (MIKELS)

1.7.5 JUEGOS DE DESARMADORES



Figura 1.14. Juego de desarmadores

Fuente: (TRUPER)

1.7.6 JUEGOS DE LLAVES



Figura 1.15. Juegos de llaves

Fuente: (cuencanet)

1.8 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

En el presente organigrama se representa las funciones de cada área con sus respectivas responsabilidades, lo que brinda una adecuada línea de mando que dinamiza el trabajo colectivo en la empresa.

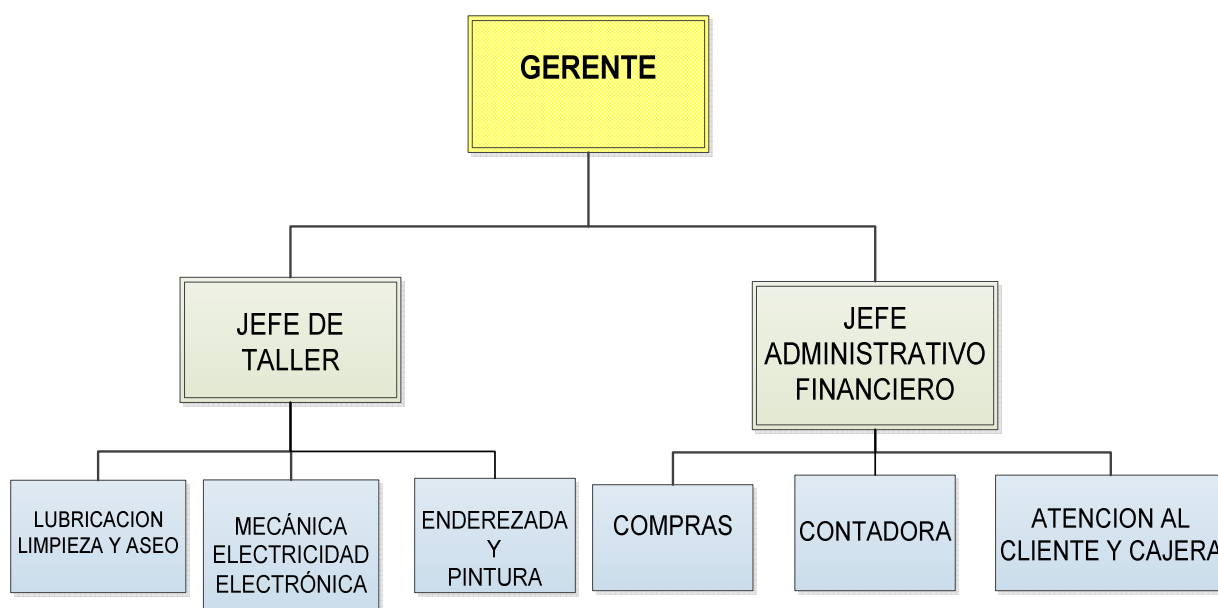


Gráfico 1.1. Organigrama de la empresa

Fuente: (Propia)

1.9 PROCESOS DE TRABAJO DE LA EMPRESA

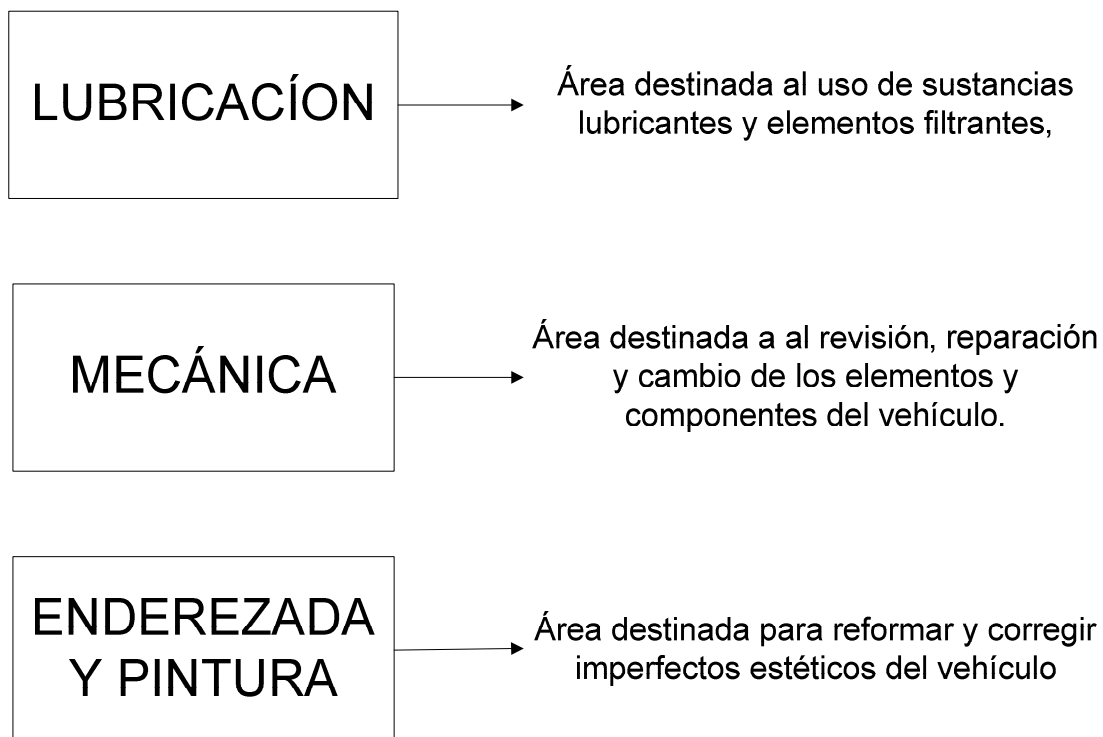


Gráfico 1.2. Procesos de la empresa

Fuente: (Propia)

CAPÍTULO II

2. SISTEMA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

2.1 CONCEPTO DE MANTENIMIENTO

El origen del mantenimiento se remonta a la necesidad del ser humano de conservar en buenas condiciones las herramientas de caza y pesca, de manera más formal, desde la revolución industrial con la aparición de nuevas y complejas máquinas, por lo tanto se define al mantenimiento como: la capacidad de mantener la funcionalidad de los equipos e instalaciones en buen estado, siempre dispuestos a producir el trabajo para el cual fueron creados, mediante condiciones de seguridad, salud y armonía con el ambiente.

2.1.1 OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ

- Extender la vida útil los vehículos.
- Permitir el funcionamiento confiable de las partes y piezas de la maquinaria.
- Evitar el paro repentino de las operaciones de los vehículos dentro y fuera de la ciudad.
- Optimizar la utilización de los recursos humanos para el desempeño de las actividades con los vehículos.
- Reducir los costos de reparación y mantenimiento vehicular.

2.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO

2.2.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Debido a los altos costos que representaban los paros de la producción en los procesos industrializados, los técnicos de mantenimiento empezaron a realizar programaciones de revisiones periódicas de las máquinas. No se tiene la certeza de

cuándo o cómo se va a producir un daño, por lo cual se define el mantenimiento preventivo como la herramienta que permite encontrar y corregir problemas menores evitando que éstos produzcan fallas que puedan convertirse en daños graves o la paralización de la producción.

Para poder implementar un mantenimiento preventivo es necesario obtener datos de funcionamiento de la maquinaria e insertarlos mediante un calendario con el fin de presentar un récord de piezas y accesorios que requieran mayor supervisión, para poder anticiparse al fallo del elemento. Para inducir en el mantenimiento preventivo se debe tomar en consideración los siguientes aspectos de las piezas:

- Conservación (manipulación de la maquinaria).
- Utilización (frecuencia de uso).
- Confiabilidad (por el fabricante).

Entre las ventajas del mantenimiento preventivo se tienen las siguientes:

- Reducción de tiempos muertos en operaciones.
- Incrementar la vida útil de la maquinaria.
- Optimización del uso de recursos.
- Se reduce el almacenamiento de repuestos en bodegas.
- Ahorro económico por prevención de fallas.

2.2.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Las fallas que se producen repentinamente por distintas causas requieren de un mantenimiento urgente y de acción rápida que implica generalmente paros fortuitos afectando la producción y las operaciones planificadas que sin duda se verán perturbadas al tiempo de la ejecución de las operaciones de mantenimiento, por tal motivo el mantenimiento correctivo es aquel que menos se desea pero a la vez, es el que más se practica en gran parte de las empresas que no tienen definido un programa de mantenimiento.

2.2.3 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Se trata de un mantenimiento que tiene como objetivo reducir los costes con referencia a los mantenimientos preventivo y correctivo. Para poder emplear este mantenimiento se requiere obtener información y seguimiento de la maquinaria, piezas o partes de las cuales se conozca su estado permitiendo reemplazar elementos sin realizar paros innecesarios que afecten de manera radical el funcionamiento normal de la maquinaria.

El mantenimiento predictivo se basa en dos conceptos necesarios:

- Existencia de parámetros funcionales indicadores del estado del equipo.
- La vigilancia continua de los equipos¹.

2.3 FALLAS

2.3.1 CONCEPTO

La falla mecánica es algún escenario en el cual el elemento correspondiente no cumpla la función para la cual fue diseñado, es decir la transmisión de esfuerzos y/o retención de presión.

Las fallas que se obtienen en una maquinaria son las principales fuentes de la pérdida económica debido al paro de la misma ya que sus operaciones se ven afectadas gravemente.

¹ Gómez de León, Félix; Tecnología del Mantenimiento Industrial; Universidad de Murcia; 1998; Pág. 28.

2.4 DETERMINACIÓN DE FALLOS FUNCIONALES Y TÉCNICOS

2.4.1 FALLO TÉCNICO

Es la desviación de una norma de funcionamiento², es decir del buen funcionamiento de una máquina, si ésta funciona en menor cantidad de su cien por ciento, se considera un fallo técnico, en la cual la máquina sigue trabajando con ciertas limitaciones.

Cuando la máquina o elemento deja de realizar la función establecida con un margen de error fuera de los límites establecidos, se presenta un fallo generalmente de importancia menor que un fallo funcional.

2.4.2 FALLO FUNCIONAL

Si se impide que el equipo o sistema cumpla con su función establecida se considerará un fallo funcional³.

Si en una empresa se tiene como política el uso del mantenimiento correctivo como mantenimiento predominante, las consecuencias son que la mayoría de errores ocurren por fallos funcionales provocando paros innecesarios y altos costes de repuestos y mano de obra además de pérdidas en las ganancias.

2.4.3 TIPOS DE FALLAS⁴

2.4.3.1 FALLAS TEMPRANAS

Ocurren al principio de la vida útil y constituyen un porcentaje pequeño del total de fallas. Pueden ser causadas por problemas de materiales, de diseño o de montaje.

² Rey Sacristán, Francisco; Técnicas de resolución de problemas; Pág. 146

³ García Santiago, Organización y gestión integral del mantenimiento, pág. 39

⁴ IES Marítimo pesquero de Las Palmas, Instituto Social de la Marina, pág. 1

2.4.3.2 FALLAS ADULTAS

Son las fallas que presentan mayor frecuencia durante la vida útil. Son derivadas de las condiciones de operación y se presentan más lentamente que las anteriores (suciedad en un filtro de aire, cambios de rodamientos de una máquina, etc.).

2.4.3.3 FALLAS TARDÍAS

Representan una pequeña fracción de las fallas totales, aparecen en forma lenta y ocurren en la etapa final de la vida de la máquina (envejecimiento de la aislación de un pequeño motor eléctrico, pérdida de flujo luminoso de una lámpara, etc.).

2.4.4 MODOS DE PRESENTACIÓN DE LAS FALLAS⁵

Los modos de falla son las diferentes formas en que se presentan las averías en los equipos y maquinaria donde se encuentran principalmente las siguientes:

2.4.4.1 INESTABILIDAD Y DEFORMACIÓN ELÁSTICA

Varias de las piezas existentes en los automóviles poseen límites de dimensiones o tolerancias para su correcto funcionamiento, pero por el desempeño pueden verse afectadas por una deformación fuera de este rango, razón por la cual se producen atascamientos o deflexiones excesivas.

La forma más común de presentarse una deformación elástica es en las columnas mediante el fenómeno de pandeo, como se muestra a continuación:⁶

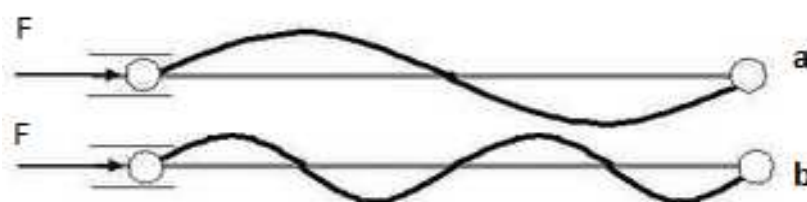


Figura 2. 1. Falla por pandeo

Fuente: (construmatica)

⁵ http://materias.fi.uba.ar/6716/Modos%20de%20falla%20en%20componentes%20estructurales_1.pdf

⁶ Modo de falla en componentes estructurales.

2.4.4.2 EXCESIVA DEFORMACIÓN PLÁSTICA

Las deformaciones que se presentan en los diferentes elementos mecánicos generalmente suceden por sobreesfuerzos presentados en la operación de la maquinaria, una o varias piezas son las afectadas debido al acoplamiento existente entre ellas. En varias ocasiones la falla proviene del diseño estructural aunque se requieren las dimensiones para que soporte las cargas aplicadas bajo los planos de construcción, no siempre las piezas finales cumplen con las especificaciones y por lo tanto fallan en su operación.

Mediante la inestabilidad plástica se pueden producir las primeras fases en el desarrollo de las fisuras, dando lugar a una fractura frágil rápida por tal razón el desarrollo de materiales con mayor tenacidad y resistencia se ha desarrollado en los últimos años.

2.4.4.3 FATIGA DE ALTO Y BAJO CICLO

Mediante el fenómeno de fatiga la mayoría de las piezas en alrededor del 80% llegan a la rotura mediante una fractura rápida. Los concentradores de esfuerzos son los causantes de la falla por fatiga, mediante las discontinuidades presentes en las piezas, las cargas cíclicas a las que se someten la mayoría de elementos mecánicos dentro de los vehículos sufren afectación en el tiempo de funcionamiento.

2.4.4.4 CORROSIÓN

Debido a las reacciones químicas que poseen ciertos materiales con el medio en que se encuentran, principalmente los metales, se produce el deterioro de las piezas en forma progresiva debido a la tendencia de los materiales a volver a su estado original, a este fenómeno se lo conoce como: Corrosión.

En la presencia de un agente corrosivo, cuando se acelera el proceso de corrosión mediante la acción de un fluido con el metal correspondiente se tiene un fenómeno de corrosión por erosión, el cual es importante debido a que varios componentes de un vehículo se encuentran en contacto con fluidos.

2.4.4.5 CREEP Y FATIGA

Creep son las deformaciones que ocurren en el transcurso del tiempo por causas como los esfuerzos remanentes que perduran durante la fabricación de las piezas. El fenómeno de Creep se considera importante especialmente en los materiales que alcanzan entre 0.3 y 0.6 de la temperatura de fusión mientras que para polímeros y vidrios el efecto de Creep sucede en temperaturas semejantes a la de transición vítrea; por lo tanto los metales cuando se encuentren a temperatura ambiente no sufrirán efectos de Creep, mientras que polímeros y vidrios tenderán con mayor facilidad a hacerlo.

2.5 DESGASTE

2.5.1 INTRODUCCIÓN

El desgaste se puede definir como el deterioro superficial que se presenta en las diferentes piezas o partes de una máquina, este fenómeno se lo toma en cuenta desde el momento que el ser humano empezó con la utilización de elementos y utensilios necesarios para las actividades diarias.

2.5.2 TIPOS DE DESGASTE

2.5.2.1 DESGASTE ABRASIVO

Cuando se tienen partículas sólidas insertadas en algún medio fluido o en otra superficie compacta dentro de la maquinaria, se genera calor a través de la fricción que se produce entre ambas superficies, este fenómeno provoca el desgaste excesivo de las partes involucradas deteriorando así, el funcionamiento y la operatividad del elemento.

En este tipo de desgaste se pierde material y se deforma la pieza por la periodicidad del movimiento de las partículas abrasivas como se representa en la siguiente figura:

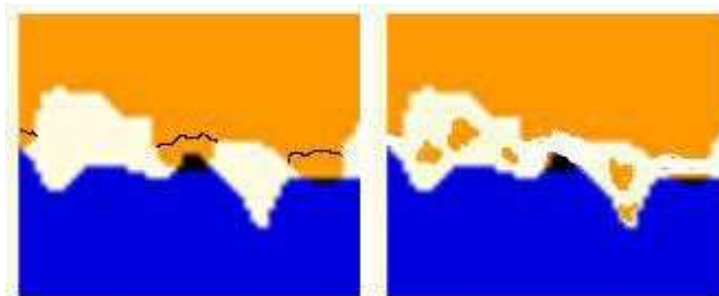


Figura 2. 2. Representación del desgaste abrasivo

Fuente: (COSMOCA, 2008)

2.5.2.2 DESGASTE ADHESIVO

Si dos superficies se deslizan bajo presión y existe desprendimiento de material, se tiene un fenómeno de desgaste adhesivo, durante el proceso de desprendimiento de material se produce además la deformación plástica y posteriormente la fractura.

Entre los factores que afectan el desgaste adhesivo se tienen:⁷

- Condiciones de lubricación.
- Geometría superficial.
- Condiciones de trabajo como: carga, velocidad y temperatura.

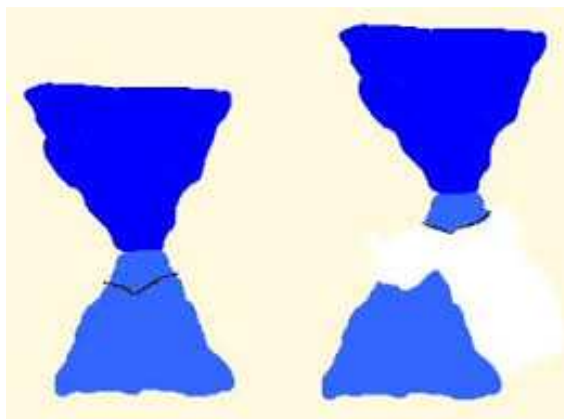


Figura 2. 3. Representación del desgaste adhesivo

Fuente: (COSMOCA, 2008)

⁷ http://www.ecured.cu/index.php/Desgaste_adhesivo

2.5.2.3 DESGASTE POR EROSIÓN

Es un proceso en el cual se retira material mediante partículas sólidas que chocan contra una superficie generalmente metálica. Cuando se tienen velocidades muy altas de incidencia de las partículas, la probabilidad de obtener mayor desgaste también aumenta además también incide la trayectoria que éstas persiguen.

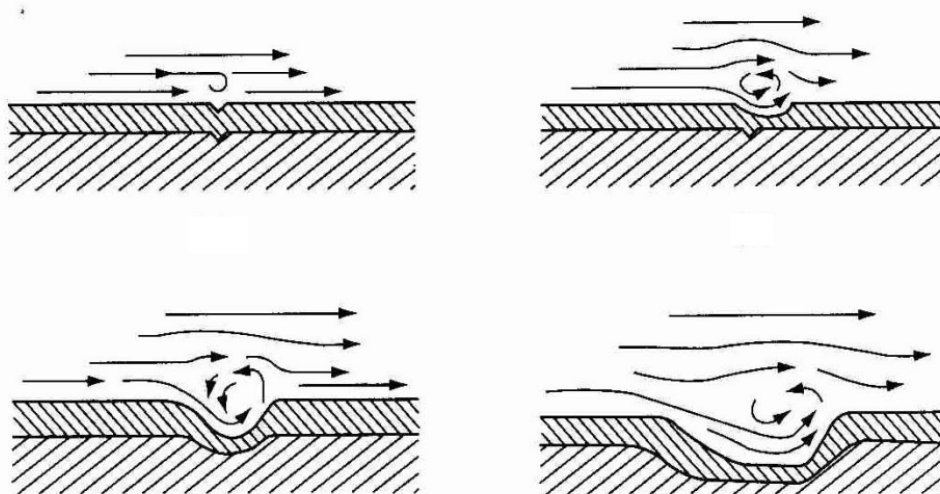


Figura 2. 4. Representación del desgaste por erosión

Fuente: (corrosionlab)

2.5.2.4 DESGASTE POR CAVITACIÓN

La cavitación o aspiración en vacío es un efecto hidrodinámico, que se produce cuando un fluido en estado líquido atraviesa una arista aguzada produciendo una reducción de energía en la trayectoria del mismo, con lo que dicha energía se transfiere al metal generando un desgaste de la pieza.

Generalmente se tiene un cambio de estado del fluido de líquido a gas en la superficie del material metálico dando lugar a la formación de burbujas, estas burbujas viajan a través del fluido e explotan en las zonas de mayor presión arrancando de esta manera pequeñas partículas de metal.

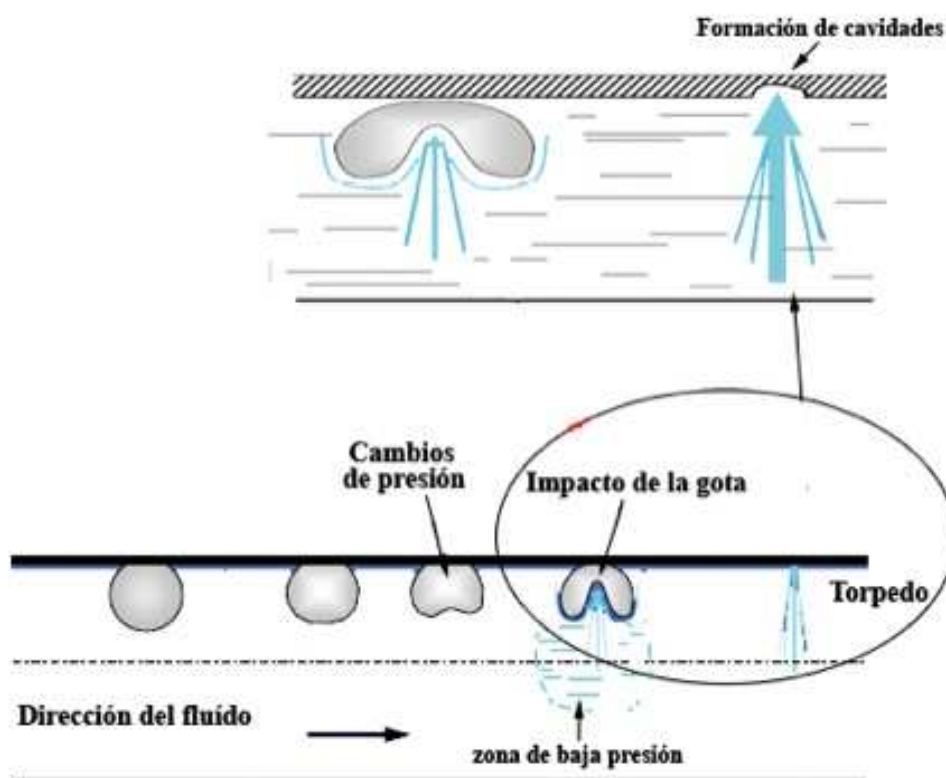


Figura 2. 5. Representación del desgaste por cavitación

Fuente: (Análisis de fractura, 2010)

2.5.2.5 DESGASTE POR VIBRACIÓN (FRETTING)

Se lo consigue cuando se tienen diminutas oscilaciones entre dos superficies en contacto y aparecen algunas vibraciones en la zona media con las cuales tienden a desprender material provocando el desgaste de las piezas.

Este tipo de desgaste generalmente se observa en los cubos de las ruedas de los vehículos, entre las esferas y su camino de rodadura en los rodamientos de bolas, en los puntos de contacto entre dos engranajes.⁸

⁸ <http://www.utp.edu.co/~dhmesa/pdfs/desgaste.pdf>

CAPÍTULO III

3. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS Y SUBSISTEMAS DEL VEHÍCULO

3.1 GENERALIDADES

Para analizar las partes y componentes que fallan en un vehículo, es preferible descomponerlo en varios sistemas en los que está estructurado, así como también en sus respectivos subsistemas, con esta técnica se mantiene un orden para posteriormente jerarquizarlos de acuerdo a la funcionalidad y a los requerimientos de mantenimiento.

3.2 SISTEMA MOTOR

El motor de combustión interna de un vehículo nace de la idea del ingeniero alemán Nikolaus Otto, que transforma la energía químico-térmica en energía mecánica. En el motor se ingresa una mezcla de aire y combustible dentro del cilindro, que va a ser quemada para poder incrementar notablemente la presión y generar un movimiento oscilante que permita transmitir la potencia hacia las ruedas y produzca el movimiento del vehículo.

3.2.1 SUBSISTEMA MECÁNICO

Los componentes que contienen los motores mecánicamente son:

- Pistón
- Camisas
- Block del motor
- Culata
- Cilindro

- Junta de culata
- Anillos del pistón
- Biela
- Cigüeñal

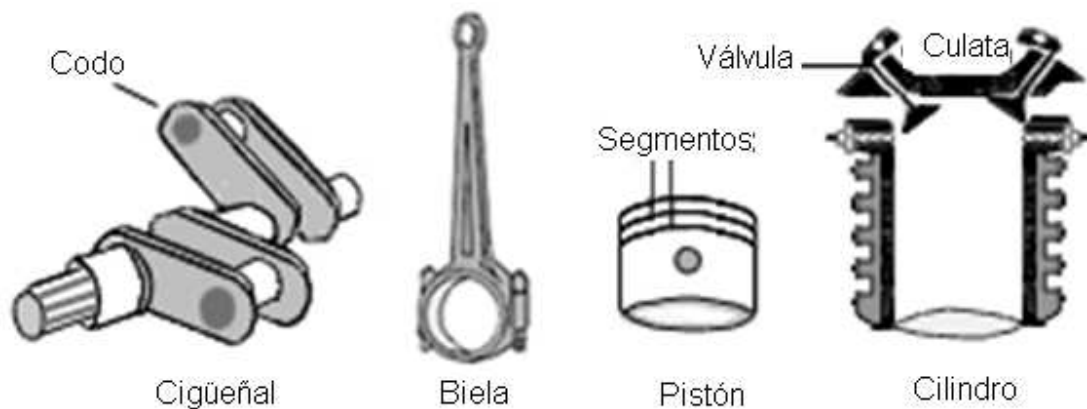


Figura 3. 1. Componentes internos del motor

Fuente: (Muñoz, 2012)

Para la mayoría de vehículos, los motores utilizados son los conocidos como los "motores de cuatro tiempos", debido a su mecanismo de funcionamiento, a continuación se detallan los ciclos:

- **Primer tiempo (Admisión):**

Cuando el pistón se encuentra en el PMS (punto muerto superior), permanece abierta la válvula de admisión y el pistón recorre hacia abajo creando un vacío en el cual se alojará la mezcla aire-combustible.

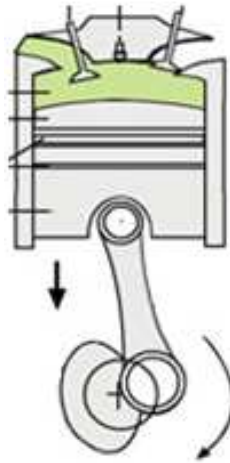


Figura 3. 2. Ciclo de admisión

Fuente: (gasnaturalfenosa, 2013)

- **Segundo tiempo (Compresión):**

Cuando el pistón alcanza el PMI (punto muerto inferior), se cierra la válvula de admisión mediante un movimiento sincrónico del árbol de levas con el cigüeñal y el pistón empieza su carrera hacia arriba para comprimir la mezcla de aire combustible.

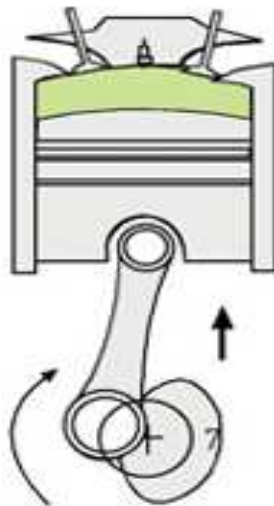


Figura 3. 3. Ciclo de compresión

Fuente: (gasnaturalfenosa, 2013)

- **Tercer tiempo (Explosión):**

Al alcanzar el PMS la mezcla aire combustible se encuentra con la mayor presión posible y por la acción de la chispa que proporciona la bujía, se produce una explosión que genera un impulso hacia el pistón empujándolo con dirección hacia abajo permitiendo que se transmita un trabajo mecánico a través de la biela al cigüeñal.

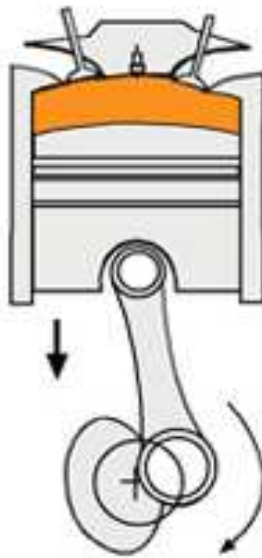


Figura 3. 4. Ciclo de explosión

Fuente: (gasnaturalfenosa, 2013)

- **Cuarto tiempo (Escape):**

Mientras el pistón permanece en el PMI, empieza éste a subir y el árbol de levas y el cigüeñal permiten que se abra la válvula de escape que accede a evacuar los gases productos de la combustión, de ésta manera y por repetidas veces el motor genera el movimiento del vehículo.

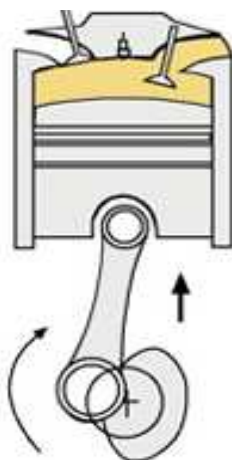


Figura 3. 5. Ciclo de escape

Fuente: (gasnaturalfenosa, 2013)

3.2.2 SUBSISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE

Para el funcionamiento del motor se requiere varios componentes que en conjunto realizan las actividades de ingreso de combustible, éste debe ingresar limpio y en la cantidad adecuada a la cámara de combustión, a continuación se detallan los principales componentes:

- Depósito de combustible
Componente donde se almacena el combustible para el consumo del vehículo.
- Bomba de gasolina
Elemento que impulsa el combustible del depósito hacia el motor.
- Filtro de combustible
Antes del ingreso de combustible al motor, se debe colocar un filtro para retener impurezas y evitar su paso hacia el motor.
- Inyectores
Se encargan de distribuir el combustible en la cámara de combustión.
- Tubería de transmisión:
Sistemas de ductos y tuberías para el transporte del combustible desde el depósito hacia el motor.

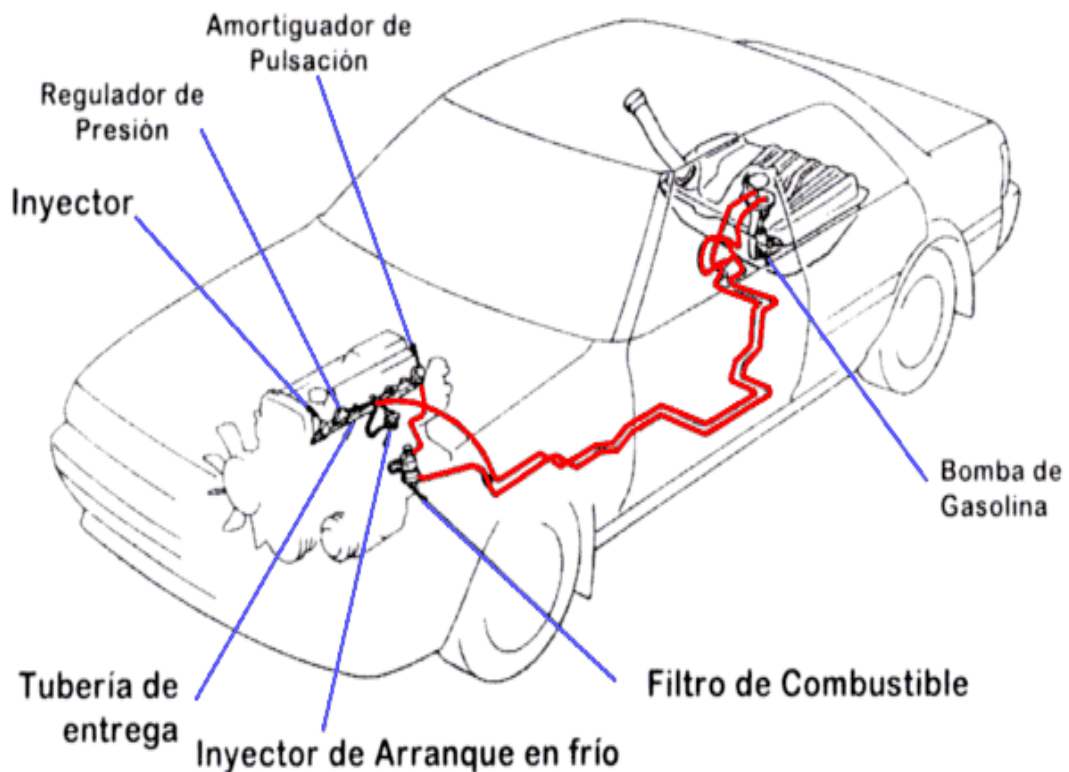


Figura 3. 6. Sistema de combustible del vehículo

Fuente: (Autobirf, 2011)

3.2.3 SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

El subsistema de distribución está formado por los elementos que coordinan y regulan la apertura y cierre de las válvulas al momento exacto para el ingreso de la mezcla aire combustible como también la salida de los gases postcombustión.

Elementos internos:

- Válvulas de admisión

El sistema de válvulas de admisión permite el paso de aire en la cantidad adecuada para una correcta combustión.



Figura 3. 7. Válvula de admisión

Fuente: (RepuestosValvulas, 2011)

- Válvulas de escape

Son piezas metálicas que cierran el canal de desalojo de gases cuando se presenta el ciclo de admisión y compresión y permite la evacuación de los gases en el ciclo de escape.

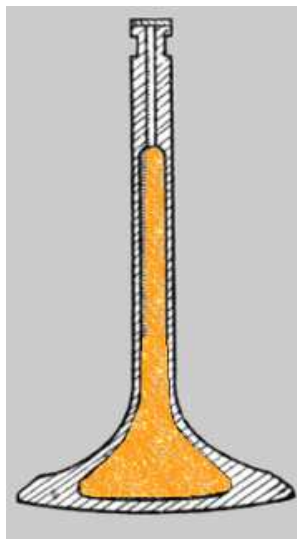


Figura 3. 8. Válvula de escape

Fuente: (Rioja Ocio motor, 2011)

Elementos exteriores

- Árbol de levas

Permite la sincronizada apertura de las válvulas admisión y de escape.

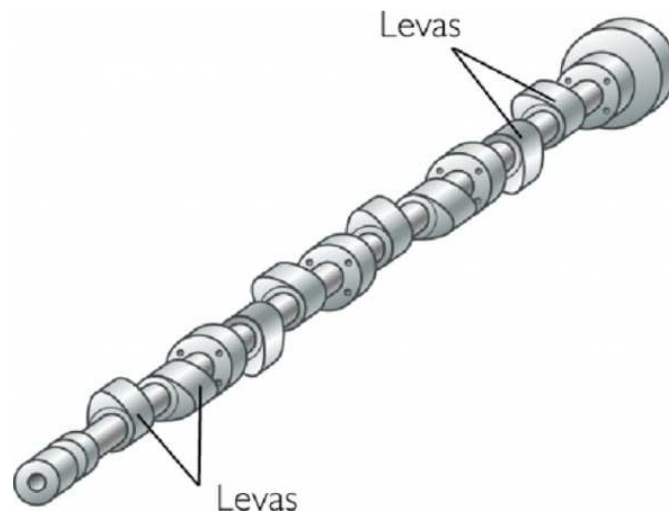


Figura 3. 9. Árbol de levas

Fuente: (tijuliando, 2012)

- Balancines

Los balancines son unas palancas que transmiten el movimiento de la leva, bien directamente o a través de los empujadores a las válvulas.⁹



Figura 3. 10. Balancín

Fuente: (Mecánicadelautomóvil)

⁹ <http://www.aficionadosalamecanica.net/motor-distribucion.htm>

- Taqués

Estos elementos se interponen entre la leva del árbol y la válvula, bien directamente o con interposición de una varilla empujadora, según el tipo de distribución. El taqué sirve para aumentar la superficie de ataque de la leva, para reducir el desgaste.¹⁰



Figura 3. 11. Componentes de un taqué

Fuente: (Mecánica del automóvil)

¹⁰ <http://www.aficionadosalamecanica.net/motor-distribucion.htm>

- Filtro de aire

Retiene las impurezas que se encuentran en el aire antes de ingresar al motor, permitiendo de esta forma entregar aire limpio para mejorar la calidad de la combustión y alargar la vida útil del motor.



Figura 3. 12. Filtros de aire

Fuente: (KN Filtros, 2013)

Son filtros de papel especial de tipo seco con una efectividad de recolección de partículas del 99% con lo cual mejoran el desempeño del motor.

- Múltiple de admisión

Distribuye en la misma proporción la mezcla de aire combustible a cada cilindro del motor, si el múltiple se encuentra en buen estado también ayuda a atomizar la gasolina.



Figura 3. 13. Múltiple de admisión

Fuente: (Mas oportunidades, 2011)

3.2.4 SUBSISTEMA DE ESCAPE

El subsistema de escape permite el arrastre de los gases producidos por la combustión en el interior de los cilindros.

Los elementos que intervienen en el subsistema de escape son:

- Múltiple de escape

Se encarga de recolectar los gases productos de la combustión en la cámara de escape.



Figura 3. 14. Múltiple de escape

Fuente: (TalonSport, 2004)

- Tubo de escape

Direcciona la evacuación de los gases hacia la atmósfera, en un auto se puede tener una o dos líneas de escape de los gases.



Figura 3. 15. Tubo de escape

Fuente: (Reparar coche, 2011)

- Catalizador

Modifica las composiciones químicas de los gases antes de que salgan a la atmósfera, es indispensable que los vehículos los posean debido a las regulaciones ambientales.

Los principales gases que se deben eliminar son:

- Monóxido de carbono (CO)
- Hidrocarburos
- Óxidos de nitrógeno (NO y NO₂)

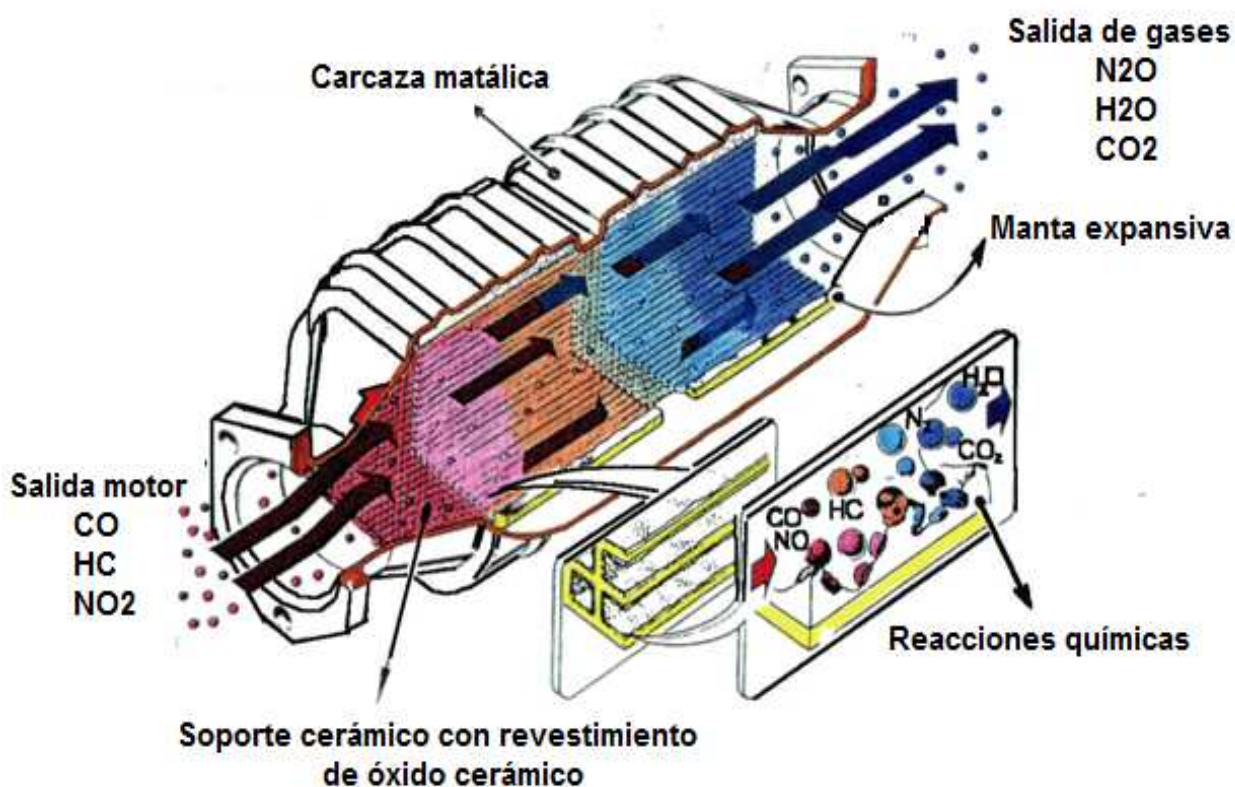


Figura 3. 16. Corte de un convertidor catalítico

Fuente: (ONI, 2013)

- Silenciador

Pueden ser de tipo cámara o en espiral, tienen la misión de reducir el ruido provocado por el motor del automóvil en la evacuación de los gases producto de la combustión.

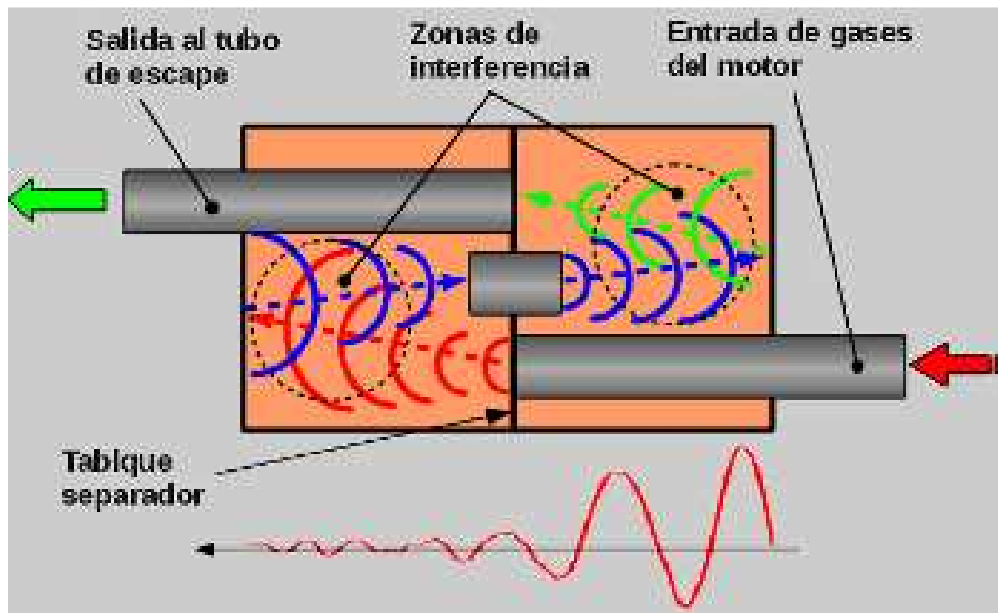


Figura 3. 17. Comportamiento de la amplitud de onda durante el tránsito por el silenciador

Fuente: (automóvil)

3.2.5 SUBSISTEMA DE LUBRICACIÓN

Las piezas mecánicas que están sujetas a movimientos cíclicos, deben estar correctamente lubricadas para alargar la vida útil de las mismas así como evitar el desgaste excesivo.

Objetivos de la lubricación:

- Evitar el contacto directo entre metales.
- Refrigerar las partes lubricadas.
- Facilitar la movilidad de las piezas lubricadas.
- Limpiar las piezas lubricadas.

El sistema de lubricación empieza con la bomba de aceite que transporta el fluido por la parte interna del motor donde por el movimiento de las piezas obtiene la energía necesaria para alojarse por todas las cavidades del conjunto. Mediante el movimiento de giro, se producen salpicaduras que ayudan al desempeño de las funciones de lubricación.

Partes lubricadas:

- Cigüeñal
- Biela
- Pistón
- Árbol de levas
- Levas
- Varillas de balancines
- Válvulas (de admisión y escape)
- Eje de balancines

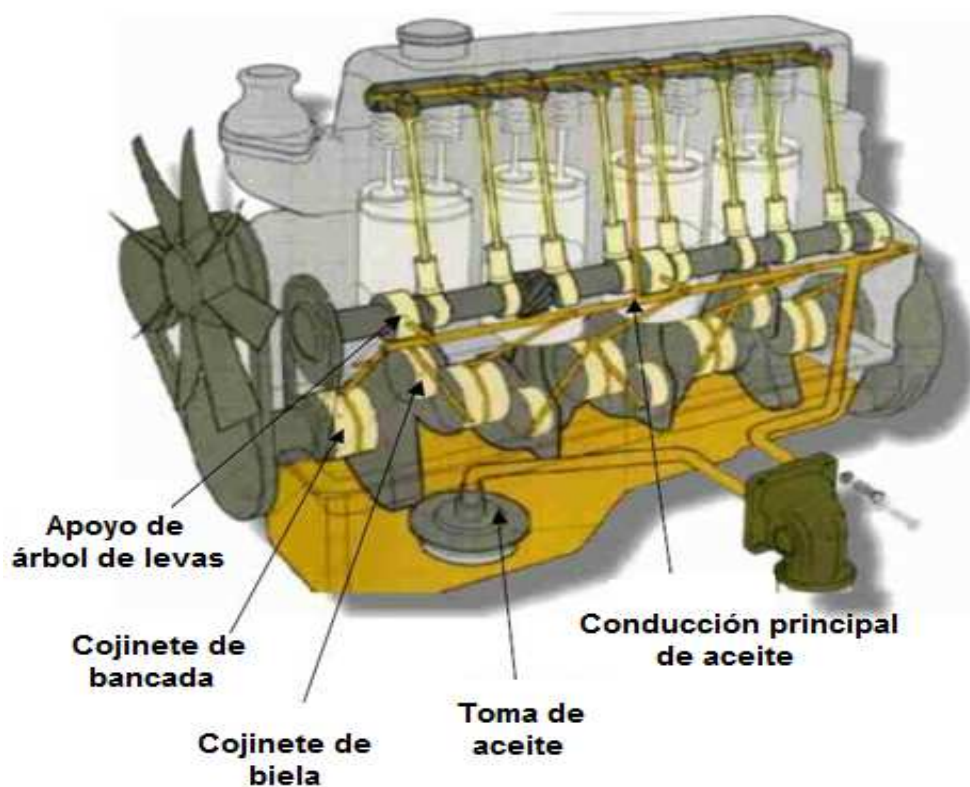


Figura 3. 18. Subsistema de lubricación del motor

Fuente: (Electriauto, 2013)

- API (American Petroleum Institute)

La calidad del aceite según las normas americanas se clasifica de acuerdo a las letras del abecedario, con mejor nivel hacia la "Z" según se actualicen y mejoren las propiedades, precedido de las letras "S" que corresponde al inglés "Spark (chispa)" para motores a gasolina; o con "C" del inglés "Compression (compresión)" para motores a diesel.

Ejemplo:

Aceite API SH ó SJ para motores a gasolina

Aceite API CD ó CF par motores a diesel

- ACEA (European Automobile Manufacturer's Association)

Según la exigencia para los motores europeos se les asigna las letras:

- "A" para aceites nafteros.
- "B" para aceites de motores diesel livianos.
- "E" para aceites de motores diesel pesados.

Además cuenta con la asignación de números del 1 al 3 según el consumo de combustible:

- Alta economía de combustible: "1"
- Moderado consumo de combustible "2"
- Baja economía de consumo de combustible "3"

3.2.6 SUBSISTEMA DE REFRIGERACIÓN

Los sistemas automotrices actuales basan su sistema de enfriamiento en algún tipo de refrigerante líquido, que al estar en contacto con las paredes del motor conducen el calor a través de conductos que reducen la temperatura mediante procesos de transferencia de calor por convección.

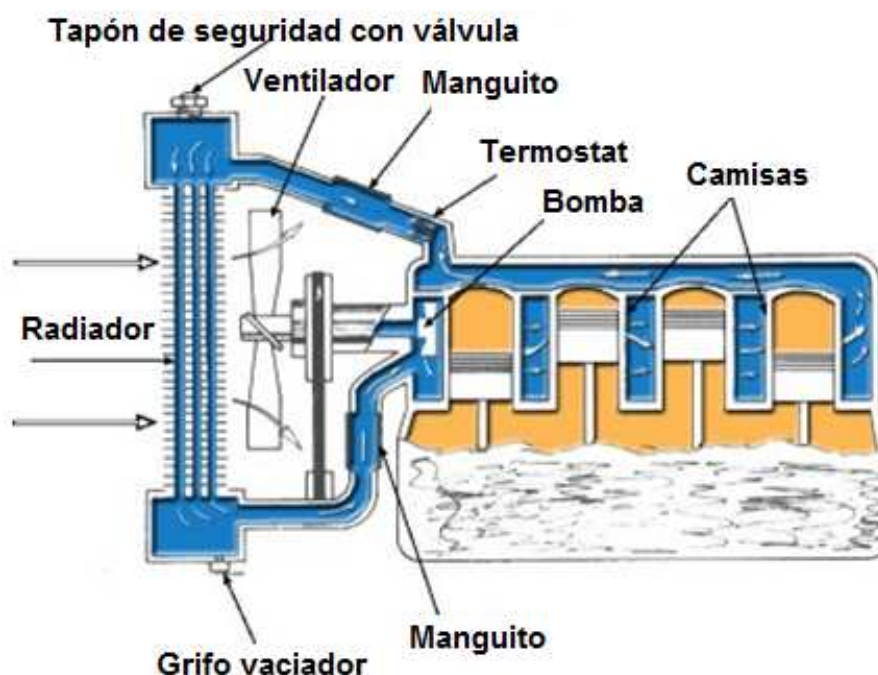


Figura 3. 19. Esquema de funcionamiento de refrigeración del automóvil

Fuente: (Gallegos, 2011)

3.2.6.1 PARTES DEL SUBSISTEMA DE REFRIGERACIÓN

El sistema de refrigeración consta de varias partes que permiten el correcto funcionamiento, a continuación se detallan cada una:

Tabla 3. 1. Elementos y funciones del sistema de refrigeración

ELEMENTOS	FUNCIÓN
Bomba de agua	Proporcionar la energía para que el fluido se transporte por el motor
Camisas de agua	Contener el líquido alrededor de los cilindros y la cámara de combustión
Depósito de líquido	Almacenar el líquido refrigerante
Ventilador	Proporcionar un flujo de aire que transmite al radiador
Termostato	Mantener una adecuada temperatura del motor
Calefactor	Ayudar al calentamiento del líquido para el arranque en frío
Conductos (mangueras)	Conducir el líquido por el sistema de refrigeración
Radiador	Permitir el proceso de transferencia de calor para el enfriamiento

Fuente: (Propia)

3.3 SISTEMA BASTIDOR CARROCERÍA

3.3.1 SISTEMA BASTIDOR CARROCERÍA POR SEPARADOS

El bastidor consiste en la estructura robusta que está destinada a soportar los sistemas y subsistemas del vehículo así como la sujeción de la carrocería. La carrocería contiene a los elementos, generalmente metálicos, dispuesta sobre el bastidor para resguardar dentro de sí los componentes del vehículo, tanto la forma y la disposición del bastidor como de la carrocería depende del tipo de trabajo que está destinado a desempeñar el vehículo.



Figura 3. 20. Carrocería chasis por separado (vehículos 4x4)

Fuente: (El chapista, 2008)

3.3.2 SISTEMA BASTIDOR CARROCERÍA AUTOPORTANTE.

Consiste en una sola estructura rígida principalmente utilizada en vehículos livianos, la cual está unida generalmente por medio de soldadura de punto o de cordón, el diseño de este tipo de estructura es con la finalidad de distribuir los esfuerzos y la reducción significativa del peso el vehículo.



Figura 3. 21. Carrocería autoportante (vehículos livianos)

Fuente: (El chapista, 2008)

3.4 SISTEMA DE TRANSMISIÓN

El sistema de transmisión es el conjunto de elementos que tiene la misión de hacer llegar el giro del motor hacia las ruedas motrices.

Con este sistema también se consigue variar la relación de transmisión entre el cigüeñal y las ruedas. Esta relación varía en función de las circunstancias del momento (carga transportada y el trazado de la calzada). Según como intervenga la relación de transmisión, el eje de salida de la caja de velocidades (eje secundario), puede girar a las mismas revoluciones, a más o a menos que el cigüeñal.¹¹

¹¹ <http://mecanicayautomocion.blogspot.com/2009/03/el-sistema-de-transmision.html>

3.4.1 TIPOS DE TRANSMISIÓN

3.4.1.1 MOTOR DELANTERO Y PROPULSIÓN TRASERA

Consiste en que el motor se encuentra ubicado en la parte delantera del vehículo, y el movimiento es transmitido hacia las ruedas que se encuentran en la parte posterior.

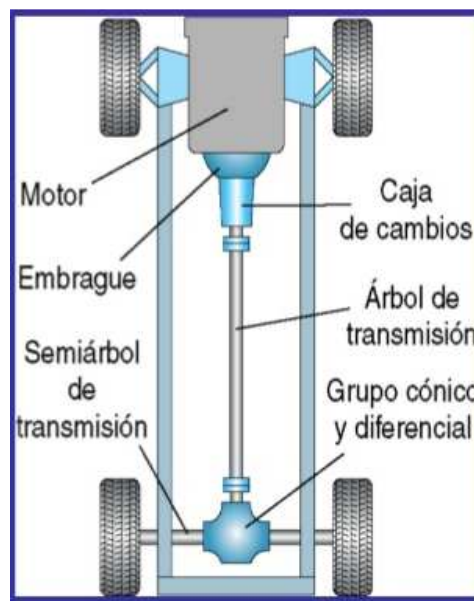


Figura 3. 22. Motor delantero y propulsión trasera (tipo de transmisión más utilizada)

Fuente: (Algaba, 2012)

3.4.1.2 MOTOR TRASERO Y PROPULSIÓN TRASERA

El motor se encuentra ubicado en la parte trasera, donde el movimiento suministrado por el motor se hace llegar a las ruedas de forma más directa.

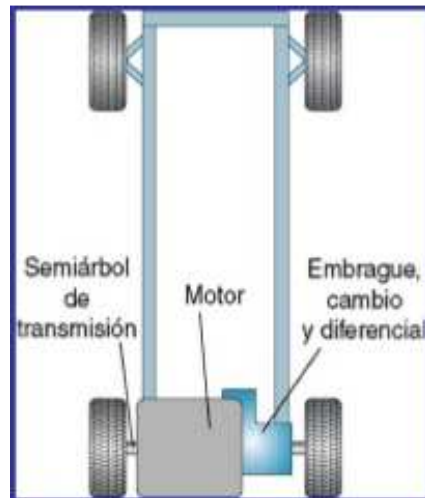


Figura 3. 23. Motor trasero y propulsión trasera (transmisión utilizada en vehículos sencillos y deportivos)

Fuente: (Algaba, 2012)

3.4.1.3 MOTOR DELANTERO Y TRACCIÓN DELANTERA

Es un tipo de transmisión donde el motor se está directamente conectado al embrague y diferencial todos ubicados en la parte delantera del vehículo.

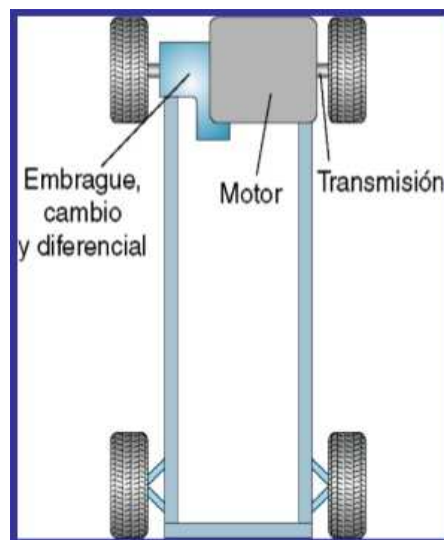


Figura 3. 24. Motor delantero y tracción delantera (tipo transmisión utilizada en vehículos de media cilindrada)

Fuente: (Algaba, 2012)

3.4.1.4 MOTOR DELANTERO O TRASERO Y TRACCIÓN TOTAL 4x4

Fusiona los tipos de transmisiones de motor delantero o trasero con tracción delantera y posterior, repartiendo la potencia a todas las ruedas del vehículo.

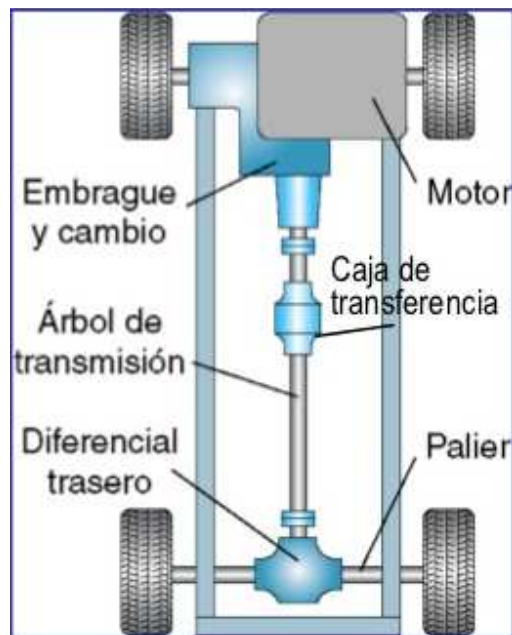


Figura 3. 25. Motor delantero y tracción delantera (tipo transmisión utilizada en vehículos de media cilindrada)

Fuente: (Algaba, 2012)

3.4.2 ELEMENTOS DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN

3.4.2.1 EMBRAGUE

Es un componente que se encarga de conectar y desconectar el movimiento que es producido por el motor hacia la caja de cambios y al resto del vehículo.

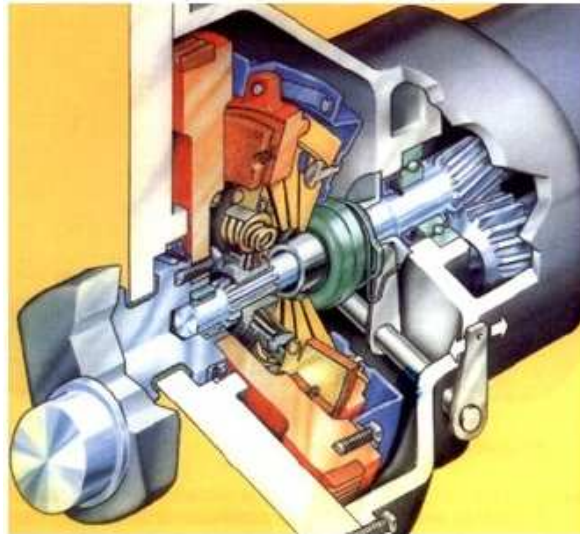


Figura 3. 26. Embrague (corte de noventa grados)

Fuente: (Mecanicaautomotriz)

3.4.2.2 CAJA DE VELOCIDADES

Su funcionalidad es regular la relación de transmisión, de la potencia suministrada por el motor hacia el árbol de transmisión.



Figura 3. 27. Caja de velocidades (corte de noventa grados)

Fuente: (CARLOSHR, 2009)

3.4.2.3 ÁRBOL DE TRANSMISIÓN

Permite transmitir el movimiento en forma de giro desde la caja de velocidades hacia el diferencial y de allí hacia las ruedas.

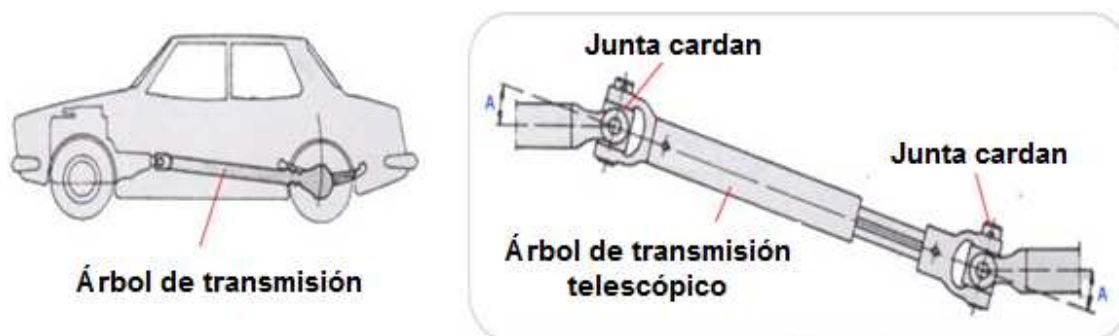


Figura 3. 28. Árbol de transmisión

Fuente: (aficionadosalamecanica, 2011)

3.4.2.4 JUNTAS DE TRANSMISIÓN

Son elementos que transmiten el par motor cuando se presentan condiciones de desfases angulares entre 15 y 20 grados.

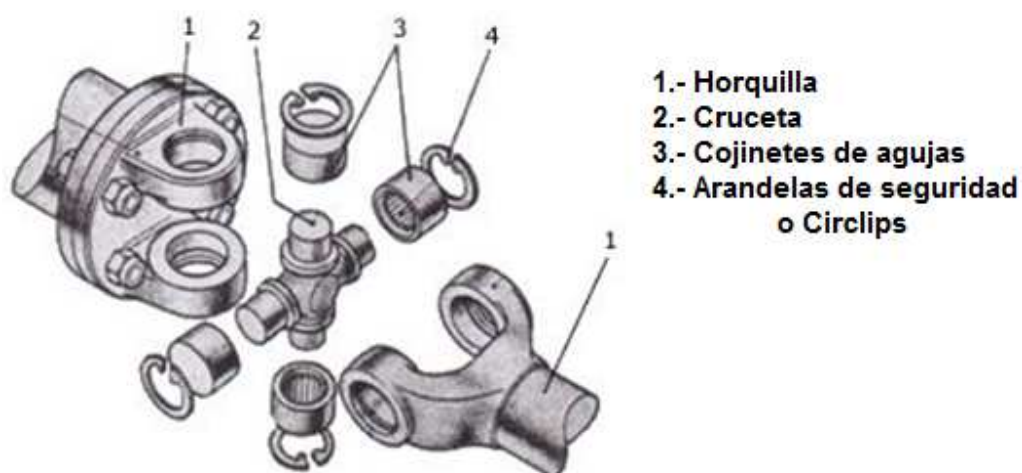


Figura 3. 29. Juntas de transmisión

Fuente: (simobladi, 2008)

3.4.2.5 MECANISMO PAR CÓNICO - DIFERENCIAL

El diferencial reduce la velocidad de rotación transmitida desde la transmisión e incrementa la fuerza de movimiento, así como también distribuye la fuerza de movimiento en la dirección izquierda y derecha transmitiendo este movimiento a las ruedas.¹²

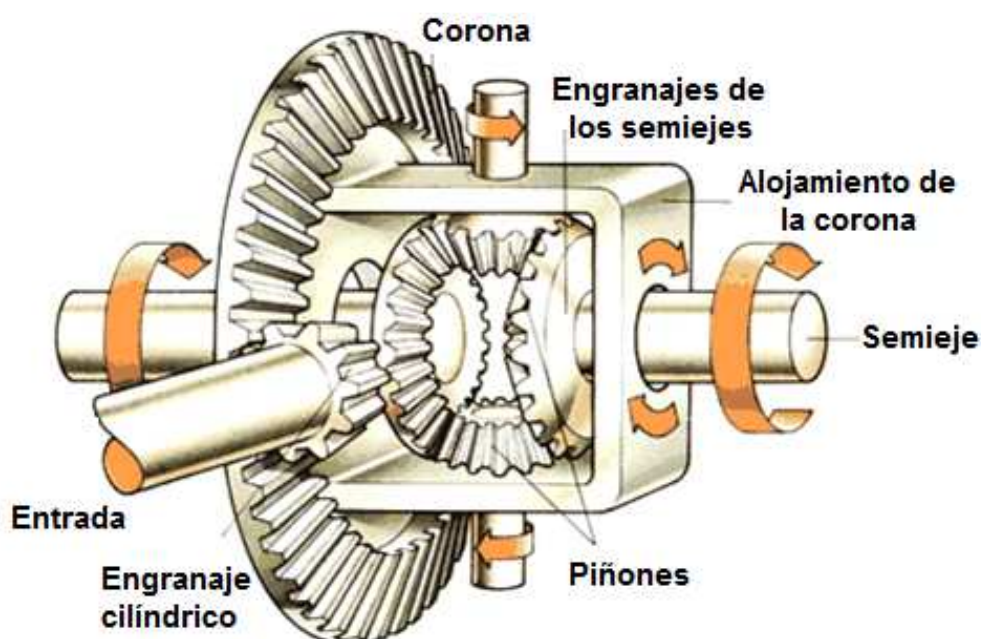


Figura 3. 30. Mecanismo par-cónico diferencial

Fuente: (Acosta)

3.5 SISTEMA DE FRENOS

3.5.1 FRENOS DE DISCO

Los frenos de disco son ubicados en la parte delantera del vehículo, para generar una frenada mas energética debido a que por su diseño poseen mayor grado de ventilación lo que produce una mejor trasformación de energía cinética en calórica.

¹² <http://www.automotriz.net/tecnica/conocimientos-basicos-35.html>

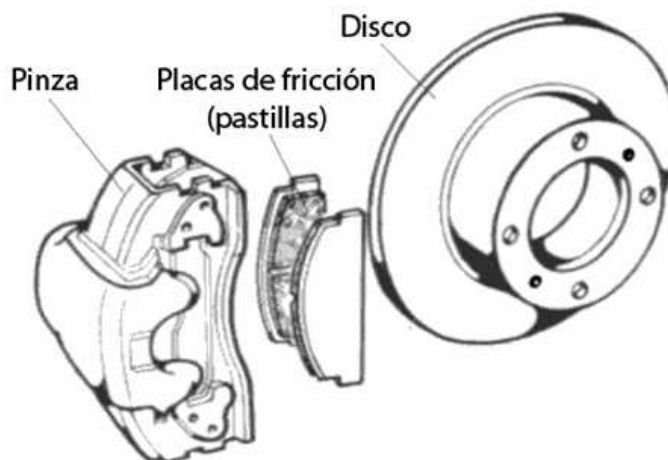


Figura 3. 31. Frenos de discos

Fuente: (diablomotor)

3.5.1.1 ELEMENTOS DE LOS FRENOS DE DISCO

Tabla 3. 2. Elementos y funciones del freno de disco

ELEMENTOS	FUNCIÓN
Disco de frenado	Recibir la presión de frenado
Mordaza	Sujetador del pistón
Perno de montaje	Sujetar la mordaza al sistema
Pastilla	Generar fricción para reduce el movimiento del disco
Perno pasador de guía de mordaza	Guiar la mordaza al momento del montaje
Clavijas de retención	Evitar las vibraciones durante el frenado
Pistón de mordaza	Generar la presión para en contacto entre las pastillas y el disco

Fuente: (Propia)

3.5.2 FRENOS DE TAMBOR

Los frenos de tambor se encuentran ubicados en la parte posterior del vehículo, donde la fuerza de frenado se produce por el accionamiento del bombín de doble pistón el cual desplaza las zapatas contra las paredes internas del tambor.

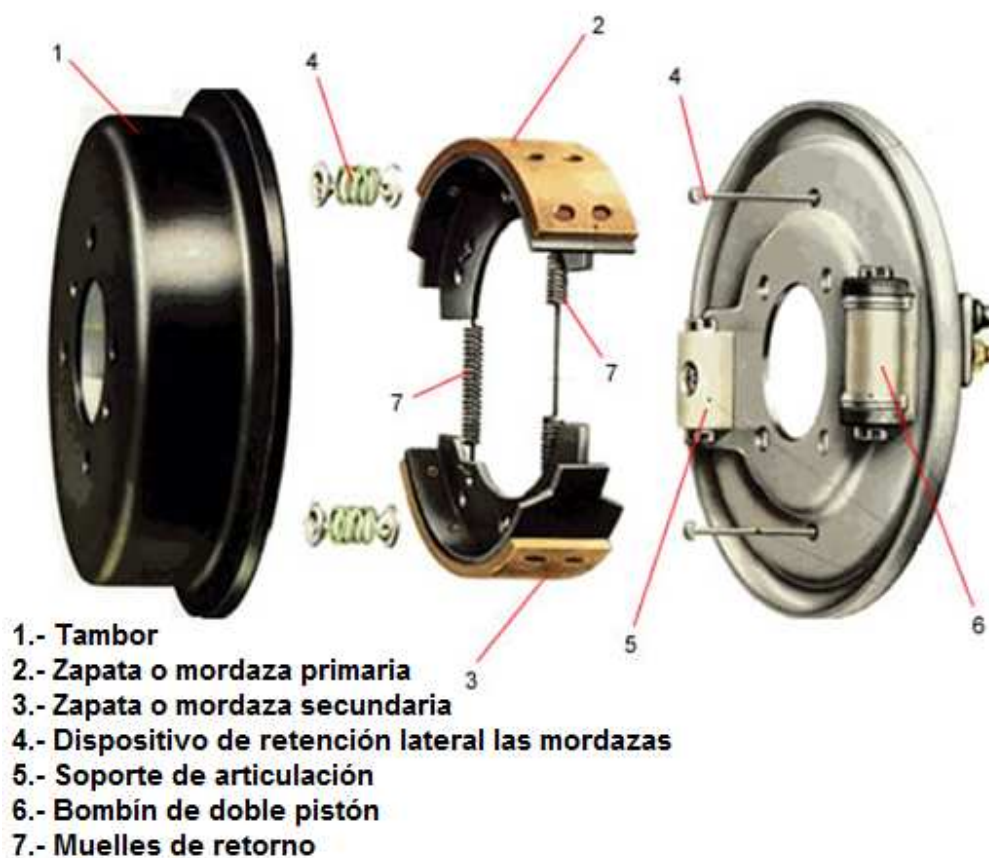


Figura 3. 32. Frenos de tambor

Fuente: (SERVICIODEFRENO, 2010)

3.5.2.1 ELEMENTOS DE LOS FRENOS DE TAMBOR

Tabla 3. 3. Elementos y funciones del freno de tambor

ELEMENTOS	FUNCIÓN
Tambor	Soportar la presión de frenado
Frenos de estacionamiento	Retener las ruedas traseras del vehículo
Cilindro auxiliar o de rueda	Sujetar las zapatas y las presiona hacia el tambor
Zapata	Generar la fricción de contacto con el tambor
Resorte de recuperación	Colocar en su posición inicial las zapatas, cesada la presión de frenado
Ajustador de frenos	Ajustar las zapatas de freno

Fuente: (Propia)

3.6 SISTEMA DE SUSPENSIÓN

Las funciones del sistema de suspensión de un vehículo son sostener el peso del mismo, absorber las sacudidas de marcha, permitir al conductor dirigir el vehículo eficientemente y proporcionar confort y seguridad a sus ocupantes. Cuando este sistema trabaja correctamente, se ejecutan cuatro tareas básicas:

1. Mantener en contacto las llantas en el camino y altura de marcha.
2. Soportar el peso del vehículo.
3. Reducir los saltos del vehículo en el camino y mantener el control.
4. Mantener las ruedas alineadas.¹³

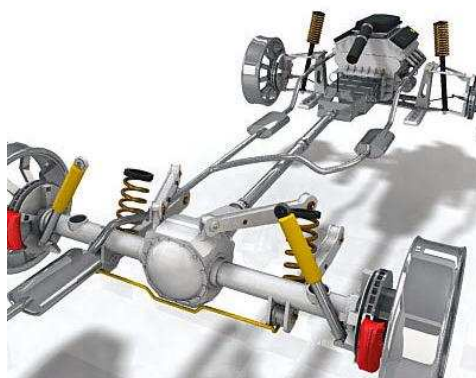


Figura 3. 33. Sistema de suspensión

Fuente: (M&PFernandez, 2009)

Tabla 3. 4. Elementos y funciones del sistema de suspensión

ELEMENTOS	FUNCIÓN
Resortes y muelles	Absorber y disipar los impactos o vibraciones producidos por las irregularidades o diferencia de altura en la vía.
Amortiguadores	Reducir las oscilaciones del vehículo impedir, reduciendo las vibraciones.
Barras estabilizadoras	Suministrar mayor grado de estabilidad del vehículo al momento de tomar curvas.

Fuente: (Propia)

¹³ <http://www.gabriel.com.mx/ES/Asesoriatecnica/Paginas/Sistemadesuspension.aspx>

3.7 SISTEMA DE DIRECCIÓN

Este sistema tiene la función de orientar las ruedas delanteras del vehículo para que el conductor pueda direccionar el automóvil a la posición deseada, además es uno de los mecanismos de mayor importancia del vehículo debido a las condiciones de seguridad para los ocupantes así como también peatones y demás componentes del tránsito.

3.7.1 ELEMENTOS DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN

Todo vehículo consta de elementos básicos para el direccionamiento del mismo, a continuación se detallan los siguientes:

- **Volante:** Pieza en donde se apoyan las manos del conductor para direccionar la trayectoria del vehículo.
- **Barra de dirección:** Se encarga de unir el volante con la caja de dirección, generalmente se compone de partes pequeñas para evitar daños en caso de colisiones, antiguamente era una sola pieza.
- **Caja de dirección:** Obtiene el movimiento del volante para mediante un sistema de engranajes transmitirlo hacia las ruedas.
- **Biela:** En la salida de la caja de transmisión esta pieza se une con la varilla principal de dirección. (sólo se encuentra en direcciones de bolas recirculantes).
- **Varilla central:** Recibe el movimiento procedente de la caja de dirección para llevarlo a los terminales de dirección.
- **Dirección asistida hidráulica:** los vehículos contemporáneos facilitan la conducción mediante una dirección hidráulica la cual mediante aceite transmite de mejor manera las fuerzas que se requieren para direccionar las ruedas del automóvil.

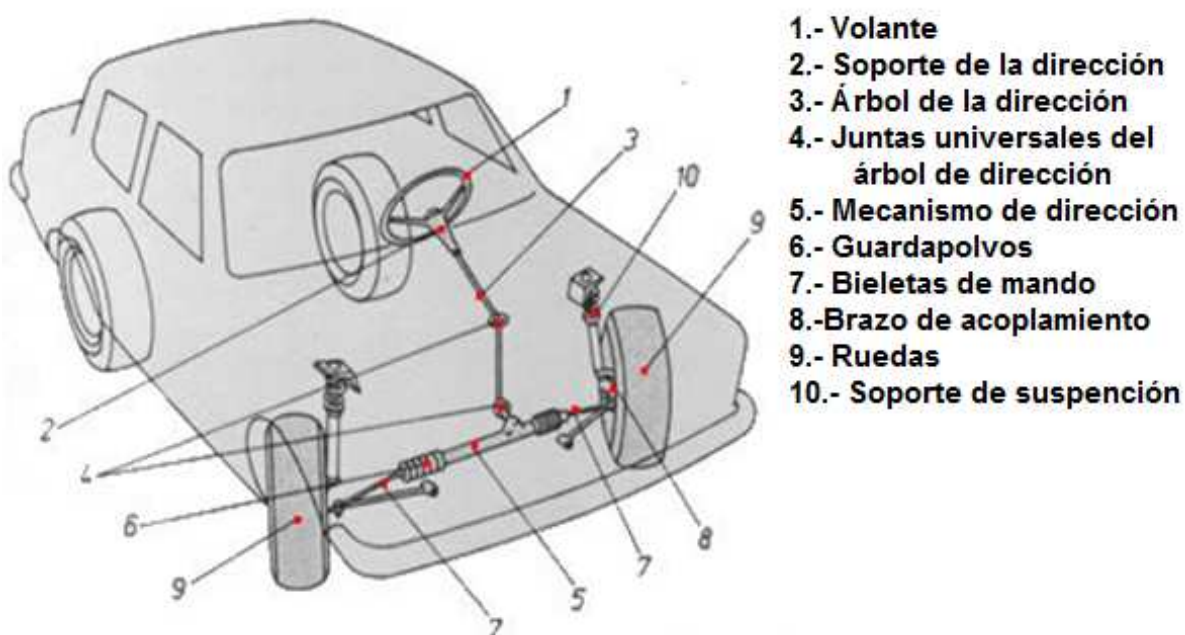


Figura 3. 34. Esquema del sistema de dirección

Fuente: (Aficionados a la Mecánica, 2011)

3.8 SISTEMA ELÉCTRICO-ELECTRÓNICO

El sistema eléctrico se encarga de la generación y repartición de la energía eléctrica a los diferentes componentes del automóvil en los que basan su funcionamiento, como los distintos tipos de luces, arranque del motor, generación de chispa en las bujías, bocina, accesorios y demás componentes.

La energía eléctrica cuando el motor se encuentra apagado proviene directamente de la batería mientras que cuando éste se encuentra encendido proviene del alternador.

3.8.1 COMPONENTES DEL SISTEMA ELÉCTRICO

Entre los principales componentes que requiere un vehículo para su funcionamiento eléctrico se encuentran:¹⁴

¹⁴http://www.autored.com.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=287:el-sistema-electrico-del-automovil&catid=3:noticias&Itemid=16

- El alternador:

Este aparato genera corriente eléctrica cuando el motor se encuentra girando, mediante una correa acoplada, además se encarga de cargar la batería ya que en el arranque del vehículo ésta sufre una descarga de energía considerable.

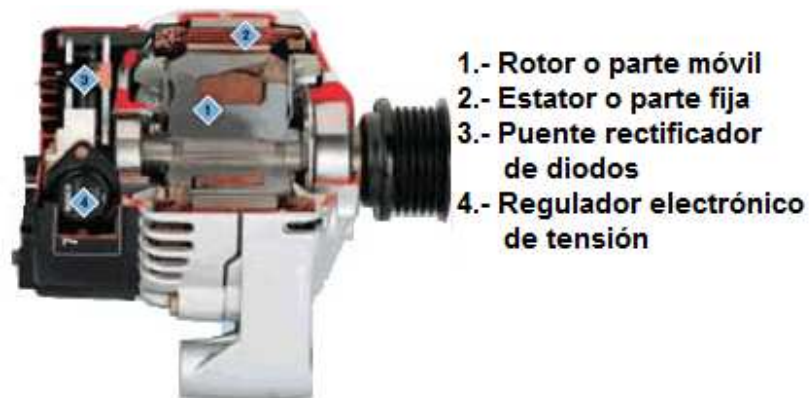


Figura 3. 37. Alternador de un vehículo

Fuente: (aficionados a la mecanica, 2012)

- El regulador de voltaje:

En algunos autos modernos ya viene incorporado dentro del alternador, en los que no, es una caja con varios relés cuya función es la de mantener estable el voltaje proveniente del alternador en alrededor de los 14 [Volts].

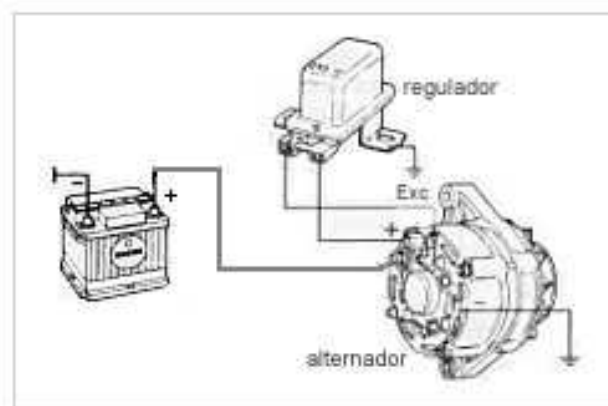


Figura 3. 38. Generación y regulación eléctrica del automóvil

Fuente: (Aficionados a la mecánica, 2011)

- Luces y accesorios:

Las luces y botones de mando requieren de energía eléctrica que tienen cabida en el confort y seguridad del vehículo como luces de parqueo, luces medias y altas, bocina o pito, limpia parabrisas, luces de dirección, accesorios como radio, calefacción, etc.

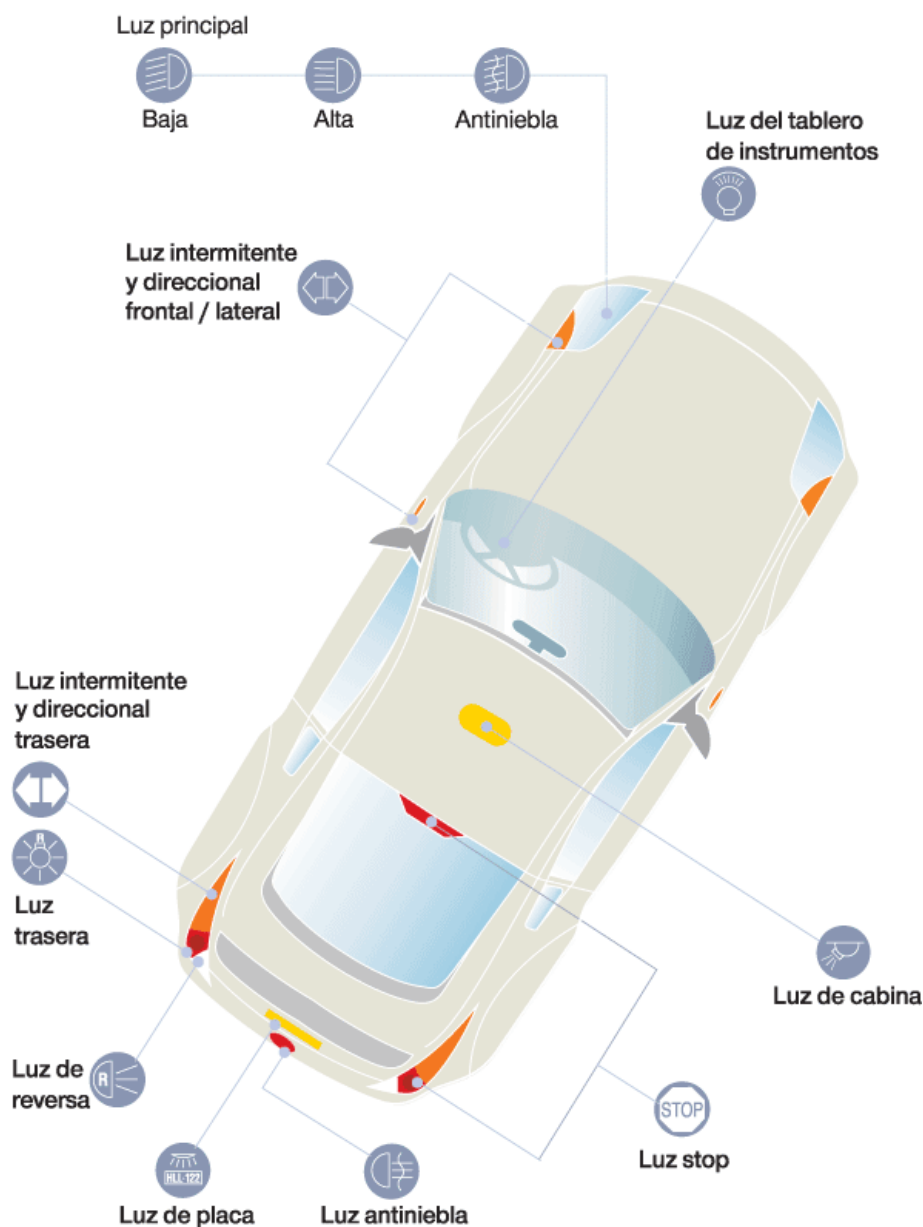


Figura 3. 39. Tipos de luces y ubicación en el automóvil

Fuente: (dpv.misiones.gov.ar, 2012)

- El motor de arranque:

Es un motor eléctrico con piñón que se engancha y desengancha del volante del motor en el momento de generar el arranque del vehículo consumiendo gran cantidad de energía eléctrica de la batería.



Figura 3. 40. Motor de arranque de un vehículo

Fuente: (Easy auto diagnostics, 2012)

3.8.2 COMPONENTES DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

El componente principal es el módulo de control que tienen los automóviles conocido también como la computadora a bordo, y los distintos tipos de sensores que ésta controla.

- Módulo de control:

Este dispositivo utiliza todas las señales provenientes de los distintos tipos de sensores que se encuentran ubicados en diferentes partes del automóvil con la finalidad de optimizar su funcionamiento, existen sensores para el control de:

- Ingreso de combustible
- Capacidad de aceite
- Sistema de frenos

- Temperatura de funcionamiento
- Ingreso de aire
- Arranque del vehículo
- Sincronización de válvulas, entre otras.



Figura 3. 41. Computadora de un vehículo

Fuente: (NOSSO Electropartes, 2006)

Tabla 3. 5. Sensores con sus correspondientes funciones

SENSOR	FUNCIÓN
Sensor de presión del múltiple (MAP)	Medir la adecuada presión de funcionamiento del múltiple de admisión
Sensor de posición del acelerador (TPS)	Determinar el correcto ángulo de apertura de la mariposa de aceleración
Sensor de velocidad (VSS)	Medir la velocidad con la que se mueve el vehículo
Sensor de temperatura de aire (IAT)	Medir la temperatura del aire que ingresa para la mezcla aire combustible
Sensor de temperatura del agua (ECT O CTS)	Medir la temperatura del agua de refrigeración
Sensor de posición del árbol de levas (CMP)	Sincronizar los inyectores y el momento de la chispa
Sensor de posición del cigüeñal (CKP)	Determinar la ubicación del cigüeñal lo que permite identificar la posición de los cilindros
Sensor de masa de flujo de aire (MAF)	Medir el volumen de aire de ingreso
Sensor de presión barométrica (MAP)	Medir el nivel de vacío en el motor
Sensor de presión de aceite	Medir la presión de aceite
Sensor de oxígeno o sonda lambda	Identificar la composición de los gases de escapes

Fuente: (Propia)

3.9 RUEDAS Y NEUMÁTICOS

Realizan el desplazamiento del vehículo por el contacto directo de las ruedas con el pavimento, brindando una adecuada adherencia, también soportan en forma directa el peso total vehículo, encontrándose también sometidas a altas presiones y elevadas temperaturas.



Figura 3. 42. Nomenclatura de los neumáticos

Fuente: (UGAZZI, 2009)

CAPÍTULO IV

4. APLICACIÓN DEL MÉTODO DE ANÁLISIS MODAL DE FALLA Y EFECTO (AMFE)

El método de Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) es un método orientado a lograr el aseguramiento de la calidad, que mediante el análisis sistemático, contribuye a identificar y prevenir los modos de fallo, ya sea que se trate de un producto como de un proceso, evaluando estrictamente su gravedad, ocurrencia y detección, mediante los cuales, se calcula el Índice de Prioridad de Riesgo, para priorizar las causas, sobre las cuales se actúa y se toma las acciones correctivas necesarias para evitar que se presenten dichos modos de fallo.

Con la implementación de las tablas AMFE se pretende:

- Satisfacer al cliente.
- Introducir en las empresas la filosofía de la prevención.
- Identificar los modos de fallo que tienen consecuencias importantes respecto a diferentes criterios: disponibilidad, seguridad, etc.
- Precisar para cada modo de fallo los medios y procedimientos de detección.
- Adoptar acciones correctoras y/o preventivas, de forma que se supriman las causas de fallo del producto, en diseño o proceso.
- Valorar la eficacia de las acciones tomadas y ayudar a documentar el proceso.¹⁵

¹⁵ <http://norma-ohsas18001.blogspot.com/2012/12/el-metodo-amfe.html>

4.1 ELABORACIÓN DEL MÉTODO AMFE

4.1.1 PRODUCTO

Está formado por los subsistemas y componentes sobre los cuales se aplica el método de análisis.

4.1.2 MODO DE FALLOS

Son las fallas potenciales que provocan el incorrecto funcionamiento del sistema o componente, donde se presenta una elevada inconformidad del cliente la cual es documentada para facilitar la identificación del fallo.

4.1.3 EFECTOS DEL FALLO

Los efectos de fallo son los síntomas producidos por los modos de fallo, los cuales el cliente percibe como rendimiento inadecuado del sistema. un sólo modo de fallo puede ocasionar efectos.

4.1.4 CAUSAS POTENCIALES DEL FALLO

Las causas potenciales de fallo son los generadores de los modos de fallo, las cuales no se presentan directamente, por el contrario la sumatoria de ellas son el desencadenante de los modos de fallos, estas causas deben ser identificadas y eliminadas.

4.1.5 DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES DE EVALUACIÓN PARA CADA MODO DE FALLA

4.1.5.1 ÍNDICE DE GRAVEDAD

El índice de gravedad representa la severidad del efecto de fallo, el cual tiende a incrementarse por la insatisfacción del cliente o por la reducción de la calidad en las prestaciones y alto coste de reparación.

Tabla 4. 1. Clasificación del índice de gravedad

GRAVEDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Baja (Repercusiones imperceptibles)	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente, el cliente ni se daría cuenta del fallo.	1
Baja (Repercusiones irrelevantes apenas perceptibles)	El tipo de fallo origina un ligero inconveniente al cliente. Probablemente, éste observara un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable	2-3
Moderada (Defectos de relativa importancia)	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. El cliente observa deterioro en el rendimiento del sistema	4-6
Altas	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado.	7-8
Muy altas	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves corresponde un 10	9-10

Fuente: (Bestratén & Orriols)

4.1.5.2 ÍNDICE DE FRECUENCIA

El índice de frecuencia es la probabilidad que una causa de fallo genere un modo de fallo, para la identificación del índice de frecuencia es de gran utilidad recurrir a los datos estadísticos del fallo del componente.

Tabla 4. 2. Clasificación del índice de frecuencia

FRECUENCIA	CRITERIO	VALOR
Muy baja Improbable	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible.	1
Bajas	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	2-3
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema.	4-5
Altas	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.	6-8
Muy altas	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	9-10

Fuente: (Bestratén & Orriols)

4.1.5.3 ÍNDICE DE DETECCIÓN

El índice de detección determina el rango de detectabilidad de los fallos de los componentes, la reducción este índice está relacionada con un adecuado sistema de control.

Tabla 4. 3. Clasificación del índice de detección

DETECCIÓN	CRITERIO	VALOR
Muy alta	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes	1
Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posteriori.	2-3
Mediana	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente. Posiblemente se detecte en los últimos estadios de producción	4-6
Pequeña	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	7-8
Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final	9-10

Fuente: (Bestratén & Orriols)

4.1.6 ÍNDICE DE PRIORIDAD DE RIESGOS (IPR)

El índice de prioridad de riesgos es el resultado de los productos de los índices de gravedad, frecuencia y detección. El IPR determina la priorización del fallo, al cual se le someterán las futuras acciones correctivas.

- $IPR \geq 100$, Priorización para disminuir dicho índice por medio de acciones correctivas ya que el estado sistema se encuentra en fallo potencial.
- $IPR < 100$ Fallos de reducida relevancia, estado del sistema normal.

4.2 IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE LOS SISTEMAS Y SUBSISTEMAS MÁS CRÍTICOS POR MEDIO DEL DIAGRAMA DE PARETO

El diagrama de Pareto es el método que permite analizar e identificar los problemas o fallas más críticas específicamente el 20%, las cuales originan el 80% de los problemas triviales, de esta manera se ayuda a establecer el orden de prioridades para la toma de decisiones.

Con la información suministrada por la empresa VICAT MOTOR'S, se ha procedido a recoger una muestra de todos los tipos de fallas generadas en el periodo de los últimos seis meses, clasificándolas y agrupándolas en las siguientes categorías:

Tabla 4. 4. Fallas de los distintos sistemas del vehículo

Sistemas	Nº de Fallas	Fallas Acumuladas	Porcentajes	Porcentajes Acumulados
Motor	71	71	29%	29%
Frenos	63	134	26%	55%
Dirección	45	179	18%	73%
Transmisión	22	201	9%	82%
Eléctrico-Electrónico	18	219	7%	89%
Ruedas	12	231	5%	94%
Suspensión	9	240	4%	98%
Bastidor Carrocería	5	245	2%	100%
TOTAL	245		100%	

Fuente: (Propia)

Con los datos obtenidos de en la Tabla 4.1. se procede a realizar el diagrama de Pareto donde se visualizara las fallas vitales frente a las fallas triviales.

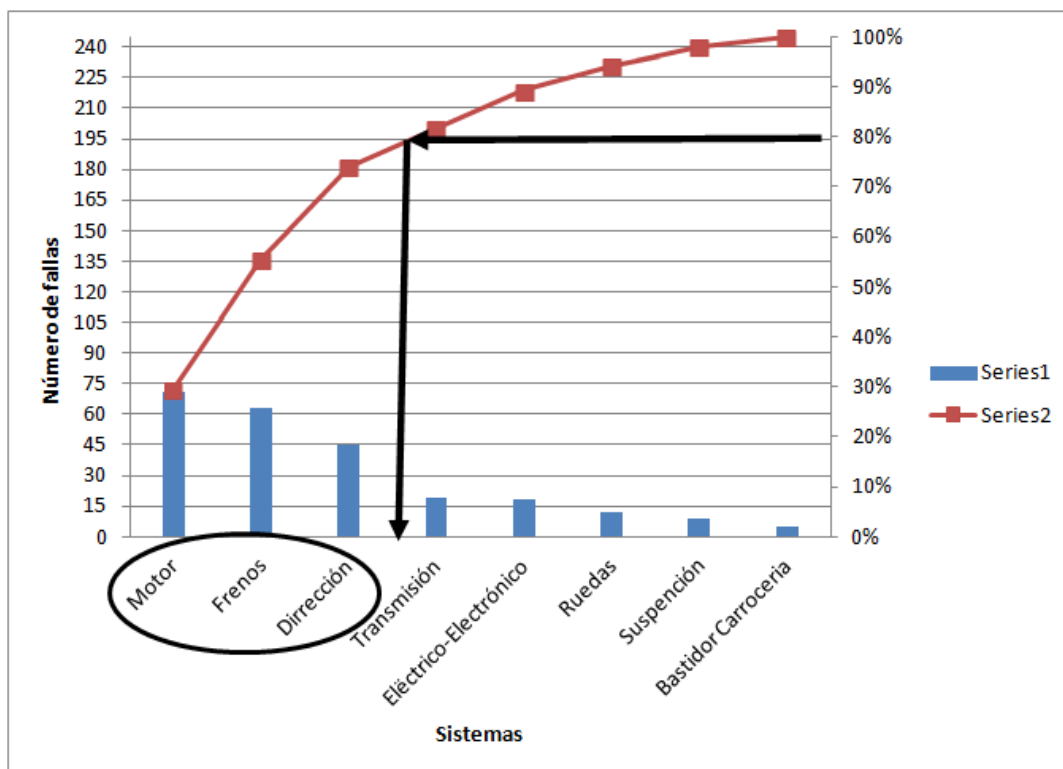


Gráfico 4. 1. Diagrama de Pareto de las distintas fallas de los sistemas del vehículo

Fuente: (Propia)

En el diagrama de Pareto se puede visualizar cuales son los sistemas que más fallan:

- Motor
- Frenos
- Dirección

Las fallas que se presentan en estos sistemas son las que requieren un mayor grado de prioridad en su mantenimiento.

4.3 CODIFICACIÓN DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS

Para poder clasificar y jerarquizar los componentes y partes que conforman el vehículo se utiliza la técnica de la codificación que pretende asociar un código único a cada componente del vehículo para poder ubicarlo y utilizarlo de forma más abreviada en la determinación de fallas utilizados en el método AMFE.

4.3.1 CODIFICACIÓN DEL SISTEMA

El sistema como principal simplificación del vehículo, obedece al siguiente formato:

XX → Siglas del sistema principal

Ejemplos:

MO: Sistema motor

BC: Sistema bastidor-carrocería

RU: Ruedas

TR: Sistema de transmisión

4.3.2 CODIFICACIÓN DEL SUBSISTEMA

Para los subsistemas presentes, se inicia nombrando al sistema principal seguido de las iniciales del subsistema correspondiente.

XX-YY

Dónde:

XX → Siglas del sistema principal

YY → Siglas del subsistema

Ejemplo:

MO-LB (Sistema motor – subsistema de lubricación).

4.3.3 CODIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES

Para cada componente se escribe las letras iniciales correspondientes o las abreviaturas si fuere el caso, para que no exista repetición del código, luego de nombrar el sistema principal y subsistemas.

XX-YY-WW

Dónde:

XX → Siglas del sistema principal

YY → Siglas del subsistema

WW → Siglas del componente

Ejemplo:

MO-IC-IN (sistema motor – subsistema inyección de combustible – inyectores).

MO-ES-KT (sistema motor – subsistema inyección combustible – subsistema escape – catalizador).

4.4 CODIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES DE SISTEMA MOTOR

Debido a que el sistema motor es el que requiere mayor atención para realizar el método AMFE, es necesario codificar los subsistemas correspondientes.

A continuación se presenta las tablas referentes a la codificación de acuerdo al sistema, subsistema y función que realiza el componente.

4.4.1.1 CODIFICACIÓN DEL SUBSISTEMA MECÁNICO

Tabla 4. 5. Codificación de los componentes del subsistema mecánico

Tipo de Sistema	Componente	Código	Función
SUBSISTEMA MECÁNICO	Block del motor	MO-ME-BM	Soportar los componentes internos del motor.
	Camisas	MO-ME-CM	Guiar el movimiento de los pistones.
	Anillos del pistón	MO-ME-AP	Asegurar la compresión y lubricación del pistón y el cilindro.
	Bulón	MO-ME-BU	Sujetar la biela con el pistón.
	Pistón	MO-ME-PT	Comprimir la mezcla aire combustible.
	Biela	MO-ME-BL	Transformar el movimiento rotativo del cigüeñal a linear del pistón.
	Volante de inercia	MO-ME-VI	Apoyar el giro del motor.
	Cigüeñal	MO-ME-CG	Transmitir el movimiento rotativo del motor a los componentes de transmisión.
	Culata	MO-ME-CL	Cubrir el block del motor y contiene los elementos como bujías, válvulas, resortes, balancines.
	Junta de culata	MO-ME-JC	Mantener la estanqueidad entre el block del motor y la culata.

Fuente: (Propia)

4.4.1.2 CODIFICACIÓN DEL SUBSISTEMA DE LUBRICACIÓN

Tabla 4. 6. Codificación de los componentes del subsistema de lubricación

Tipo de Sistema	Componente	Código	Función
SUBSISTEMA DE LUBRICACIÓN	Mangueras y cañerías	MO-LB-MN	Permitir la distribución y direccionamiento del aceite hacia el motor.
	Cárter	MO-LB-KR	Sellar como tapa inferior del motor donde se deposita el aceite.
	Filtro de aceite	MO-LB-FA	Retener impurezas existentes por la lubricación.
	Árbol de levas	MO-LB-AL	Operar en conjunto con las levas para determinar la apertura y cierre de válvulas.
	Bomba de aceite	MO-LB-BA	Generar la potencia necesaria para que se distribuya el aceite en el interior del motor.

Fuente: (Propia)

4.4.1.3 CODIFICACIÓN DEL SUBSISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE

Para el presente subsistema se encuentran los componentes que permiten el ingreso de combustible y la evacuación de los gases en el proceso de combustión.

Tabla 4. 7. Codificación de los componentes del subsistema de inyección de combustible

Tipo de Sistema	Elemento	Código	Función
SUBSISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE	Depósito de combustible	MO-IC-DP	Almacenar la gasolina.
	Filtro de combustible	MO-IC-FC	Retener impurezas de la gasolina antes de ingresar al motor.
	Bomba de gasolina	MO-IC-BG	Proveer la fuerza para transportar la gasolina hacia el motor.
	Inyectores	MO-IC-IN	Suministrar combustible a la cámara de combustión.
	Mangueras y accesorios	MO-IC-MA	Transportar el combustible hacia el motor.

Fuente: (Propia)

4.4.1.4 CODIFICACIÓN SUBSISTEMA DE REFRIGERACIÓN

El subsistema de refrigeración contiene los componentes necesarios para mantener en óptimas condiciones la tempera de funcionamiento del automóvil.

Tabla 4. 8. Codificación de los componentes del subsistema de refrigeración

Tipo de Sistema	Elemento	Código	Especificación
SUBSISTEMA DE REFRIGERACIÓN	Depósito de líquido	MO-RF-DR	Almacenar el refrigerante que interviene en el enfriamiento del motor.
	Radiador	MO-RF-RA	Permitir el enfriamiento del líquido refrigerante mediante un sistema de convección.
	Ventilador	MO-RF-VT	Enviar aire fresco hacia al el radiador.
	Termostato	MO-RF-TM	Condicionar el flujo de refrigerante hacia el motor hasta que se alcance la temperatura óptima.
	Conductos (mangueras)	MO-RF-CD	Permitir el acceso y distribución del refrigerante hacia el motor.
	Bomba de agua	MO-RF-BA	Proveer de la fuerza necesaria para que el refrigerante pueda circular por el subsistema de refrigeración.
	Calefactor	MO-RF-CA	Ayudar al calentamiento del líquido para el arranque en frío.

Fuente: (Propia)

4.4.1.5 CODIFICACIÓN DEL SUBSISTEMA DE ESCAPE

Tabla 4. 7. Codificación de los componentes del subsistema de escape

Tipo de Sistema	Componente	Código	Función
SUBSISTEMA DE ESCAPE	Colector de escape	MO-ES-CE	Repartir la salida de gases de cada cilindro.
	Tubo de escape	MO-ES-TE	Direccionar la salida de gases hacia la atmósfera.
	Catalizador	MO-ES-KT	Transformar los óxidos de nitrógeno para disminuir la contaminación ambiental.
	Silenciador	MO-ES-SL	Reducir el ruido de la salida de gases del vehículo.

Fuente: (Propia)

4.4.1.6 CODIFICACIÓN DEL SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

Tabla 4. 7. Codificación de los componentes del subsistema de distribución

Tipo de Sistema	Componente	Código	Función
SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	Árbol de levas	MO-DI-LV	Operar en conjunto con las levas para determinar la apertura y cierre de válvulas.
	Válvula de escape	MO-DI-VE	Permitir la evaluación de los gases quemados.
	Válvula de admisión	MO-DI-VA	Permitir el ingreso de la mezcla aire-combustible.
	Taqués	MO-DI-TA	Aumentar la superficie de ataque de la leva para reducir el desgaste.
	Balancines	MO-DI-BA	Transformar el movimiento rotacional del árbol de levas en movimiento axial para la apertura y cierre de las válvulas.
	Filtro de aire	MO-DI-FA	Evitar el paso de impurezas situadas en el aire.
	Colector de admisión	MO-DI-CA	Distribuir la mezcla aire-combustible a los cilindros.
	Elementos de mando	MO-DI-EM	Sincronizar los elementos que intervienen en la apertura y cierre de válvulas.

Fuente: (Propia)

4.5 CODIFICACIÓN DE LOS MODOS DE FALLO

Los modos de fallo que se presentan en un vehículo se pueden clasificar en tres tipos que son:

- Fallos Mecánicos
- Fallos Eléctricos
- Fallos Electrónicos

Estos tipos de fallos dependen de varias circunstancias en las condiciones que se encuentre operando el vehículo, además del tipo de clima y uso del mismo. Para poder ubicar de mejor manera la correspondencia del fallo en el vehículo se procede a una clasificación como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4. 9. Codificación de los modos de fallo

MODOS DE FALLO	CÓDIGO	ESTRUCTURA DEL CÓDIGO	SIGNIFICADO ##
Fallo mecánico	FM	FM-##	Número consecutivo ascendente
Fallo eléctrico	FE	FE-##	Número consecutivo ascendente
Fallo electrónico	FT	FT-##	Número consecutivo ascendente

Fuente: (Propia)

4.5.1 CODIFICACIÓN DE LOS FALLOS MECÁNICOS

Se presenta en la siguiente tabla la codificación correspondiente a los fallos mecánicos.

Tabla 4. 10. Codificación de los fallos mecánicos



TIPO DE FALLO	CÓDIGO
Desgaste excesivo de componentes	FM-01
Fisuras y Grietas	FM-02
Deformación excesiva	FM-03
Rotura del componente o elementos	FM-04
Fractura	FM-05
Desalineación / Alineación incorrecta	FM-06
Fugas	FM-07
Obstrucción / Taponamiento	FM-08
Avería del componente	FM-09
Descalibración	FM-10
Agarrotamiento del componente	FM-11
Cavitación	FM-12
Juego excesivo	FM-13
Ajuste excesivo	FM-14
Atascamiento	FM-15
Quemadura	FM-16
Pandeo	FM-17
Corrosión	FM-18

Fuente: (Propia)

4.6 TABLAS AMFE PARA EL SISTEMA MOTOR

Identificadas las funciones de los componentes del sistema motor y generando un adecuado sistema de codificación se procede a realizar el análisis modal de fallas (AMFE).

Tabla 4. 11. AMFE para el subsistema mecánico

 ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		Nombre del Sistema		Motor	Código	MO		 <i>Experiencia y Trabajo a su servicio</i>				
		Nombre del Subsistema		Mecánico	Código	MO-ME						
		Responsables		Cervantes-Freire	Nº AMFE	1						
Componente	Código	Modo de falla		Código de fallo	Efecto	Causa		G	F	D	IPR Inicial	Estado
Block del motor	MO-ME-BM	1	Fisuras y Grietas	FM-02	Filtración del refrigerante al aceite	Impactos externos	7	3	2	42	NORMAL	
						Choques térmicos	7	4	3	84	NORMAL	
		2	Deformación excesiva	FM-03	Desalineamiento	Sobrecalentamiento	9	3	4	108	FALLO POTENCIAL	
						Choques térmicos	7	2	5	70	NORMAL	
		3	Fractura	FM-05	Pérdida de potencia	Impactos externos	7	3	2	42	NORMAL	
						Sobrecalentamiento	9	3	4	108	FALLO POTENCIAL	
Camisas	MO-ME-CM	1	Desgaste excesivo de componentes	FM-01	Elevado consumo de aceite	Presencia de impurezas	6	5	3	90	NORMAL	
						Mal montaje	6	4	4	96	NORMAL	
		2	Deformación excesiva	FM-03	Agarrotamiento del conjunto	Dilatación de los gases de sellado, durante el funcionamiento del motor	3	4	7	84	NORMAL	
						Motor mal rectificado	7	4	3	84	NORMAL	
						Sobrecalentamiento	7	4	4	112	FALLO POTENCIAL	
		3	Cavitación	FM-12	Perdidas de presión y aceite	Presencia de impurezas	6	3	5	90	NORMAL	
						Deficiente refrigeración	7	3	5	105	FALLO POTENCIAL	

Fuente: (Propia)

Tabla 4.8A. AMFE para el subsistema mecánico

Componente	Código	Modo de falla	Código de fallo	Efecto	Causa	G	F	D	IPR	Estado	
									Inicial		
Anillos del pistón	MO-ME-AP	1	Desgaste excesivo de componentes	FM-01	Detonación de los cilindros	Presencia de impurezas	6	3	5	90	NORMAL
						Filtración deficiente de aire o aceite	6	4	4	96	NORMAL
						Mínima abertura del anillo	6	4	3	72	NORMAL
						Mal montaje o aflojamiento	5	3	4	60	NORMAL
						Deficiente refrigeración	8	5	2	80	NORMAL
						Exceso de combustible	5	3	4	60	NORMAL
						Mala calidad del material	7	4	3	84	NORMAL
	2	Rotura del componente o elementos	FM-04	Elevado consumo de aceite	Uso del expansor incorrecto	6	4	2	48	NORMAL	
					Detonaciones	8	4	3	96	NORMAL	
					Mal montaje	7	4	4	112	FALLO POTENCIAL	
	3	Atascamiento	FM-15	Presencia de humo azul y blanco en el escape	Sobrecalentamiento	7	3	4	84	NORMAL	
					Tiempo prolongados en los cambios de aceite	8	4	3	96	NORMAL	
					Deformación del forro de los cilindros	9	4	5	180	FALLO POTENCIAL	
					Sobrecarga	8	5	2	80	NORMAL	
					Funcionamiento en frío	6	8	3	144	FALLO POTENCIAL	
Exceso de combustible	8	3	3	72	NORMAL						

Fuente: (Propia)

Tabla 4.8B. AMFE para el subsistema mecánico

Componente	Código	Modo de falla	Código de fallo	Efecto	Causa	G	F	D	IPR Inicial	Estado	
Bulón	MO-ME-BU	1	Rotura del componente o elementos	FM-04	Golpeteo en el interior de motor	Mal montaje	7	3	4	84	NORMAL
						Mala combustión en el motor	6	5	3	90	NORMAL
						Mala calidad del material	6	3	3	54	NORMAL
						Fatiga	7	3	2	42	NORMAL
Pistón	MO-ME-PT	1	Atascamiento	FM-15	Derrame de aceite	Sobrecalentamiento	9	4	3	108	FALLO POTENCIAL
						Deficiente lubricación del arranque del motor	7	3	4	84	NORMAL
		2	Rotura del componente o elementos	FM-04	Falta de compresión	Sincronización avanzada de valvulas	8	2	5	80	NORMAL
						Exceso de combustible	8	2	5	80	NORMAL
		3	Avería del componente	FM-09	Proceso irregular de combustión	Excesiva holgura longitudinal del cigüeñal	8	2	5	80	NORMAL
						Biela desalineada	9	3	3	81	NORMAL
						Cavidad del cilindro fuera de alineamiento	6	4	4	96	NORMAL
						Cierres de pernos del pistón instalados incorrectamente	7	3	4	84	NORMAL
		4	Desgaste excesivo de componentes	FM-01	Irregularidad en la combustión	Fugas del refrigerante	7	5	3	105	FALLO POTENCIAL
						Operación del motor en frio	7	6	3	126	FALLO POTENCIAL

Fuente: (Propia)

Tabla 4.8C. AMFE para el subsistema mecánico

Componente	Código	Modo de falla	Código de fallo	Efecto	Causa	G	F	D	IPR Inicial	Estado	
Biela	MO-ME-BL	1	Desalineación / Alineación incorrecta	FM-06	Desperfecto o daño del pistón	Mal montaje	9	3	3	81	NORMAL
		2	Pandeo	FM-17	Combustión irregular	Sobrecarga	7	4	5	140	FALLO POTENCIAL
		3	Rotura del componente o elementos	FM-04	Daño físico del block	Deficiente refrigeración	10	3	3	90	NORMAL
						Ajuste excesivo	8	3	4	96	NORMAL
Volante de inercia	MO-ME-VI	1	Deformación excesiva	FM-03	Desalineamiento del sistema de embrague	Deficiente refrigeración	7	3	4	84	NORMAL
						Desgaste del componente	6	3	5	90	NORMAL
Cigüeñal	MO-ME-CG	1	Juego excesivo	FM-13	Daño físico al pitón	Mal montaje	8	4	3	96	NORMAL
						Pernos flojos	8	6	3	144	FALLO POTENCIAL
		2	Rotura del componente o elementos	FM-04	Golpeteo mecánico	Sobrecarga	6	7	2	84	NORMAL
						Deficiente lubricación	6	6	2	72	NORMAL
Culata	MO-ME-CL	1	Fisuras y Grietas	FM-02	Fuga de aceite	Mala calidad del material	8	1	5	40	NORMAL
		2	Deformación excesiva	FM-03	Quemadura de la junta de la culata	Ajuste ineficiente	8	3	3	72	NORMAL
						Sobrecalentamiento	7	5	2	70	NORMAL



Fuente: (Propia)

Tabla 4.8D. AMFE para el subsistema mecánico

Componente	Código	Modo de falla	Código de fallo	Efecto	Causa	G	F	D	IPR Inicial	Estado	
Junta de culata	MO-ME-JC	1	Rotura del componente o elementos	FM-04	Pérdidas del refrigerante	Falta de ajuste	7	4	3	84	NORMAL
						Combustión incorrecta	6	3	4	72	NORMAL
		2	Fugas	FM-07	Sobrecalentamiento del motor	Deficiente refrigeración	7	5	2	70	NORMAL
						Mal montaje	6	6	2	72	NORMAL



Fuente: (Propia)

Tabla 4. 12. AMFE para el subsistema lubricación

		Nombre del Sistema		Motor		Código		MO					
		Nombre del Subsistema		Lubricación		Código		MO-LB					
		Responsables		Cervantes-Freire		Nº AMFE		1					
Componente	Código	Modo de falla		Código de fallo	Efecto	Causa		G	F	D	IPR Inicial	Estado	
Cárter	MO-LB-KR	1	Fisuras	FM- 02	Pérdida de aceite	Golpes externos	7	2	1	14	NORMAL		
						Recalentamiento	8	3	3	72	NORMAL		
Bomba de aceite	MO-LB-BA	1	Desgaste excesivo: interno	FM- 01	Falta de presión	Presencia de partículas extrañas en el aceite	6	5	4	120	FALLO POTENCIAL		
		2	Desgaste excesivo: de las ruedas dentadas	FM- 01	Paro del mecanismo	Fatiga	7	5	5	175	FALLO POTENCIAL		
Filtro de aceite	MO-LB-FA	1	Fugas	FM- 07	Alto consumo de aceite	Ajuste incorrecto	8	3	2	48	NORMAL		
Mangueras y accesorios	MO-LB-MN	1	Obstrucción / Taponamiento	FM- 08	Desgaste del motor	Presencia de partículas extrañas en el aceite	8	5	4	160	FALLO POTENCIAL		

Fuente: (Propia)

Tabla 4. 13. AMFE para el subsistema inyección de combustible

		Nombre del Sistema		Motor	Código	MO					
		Nombre del Subsistema		Inyección de combustible	Código	MO-IC					
		Responsables		Cervantes-Freire	Nº AMFE	1					
Componente	Código	Modo de falla		Código de fallo	Efecto	Causa	G	F	D	IPR Inicial	Estado
Depósito de combustible	MO-IC-DP	1	Fisuras y Grietas	FM-02	Derrame de combustible	Defecto en materiales	8	2	2	32	NORMAL
						Golpes externos	7	2	1	14	NORMAL
		2	Rotura del componente o elementos	FM-04	Derrame de combustible	Golpes externos	9	3	2	54	NORMAL
Filtro de combustible	MO-IC-FC	1	Obstrucción / Taponamiento	FM-08	Flujo inadecuado de combustible	Exceso de partículas de suciedad	5	2	4	40	NORMAL
						Depósito de combustible sucio	5	2	8	80	NORMAL
		2	Fugas	FM-07	Derrame de combustible por goteo	Ajuste inapropiado	5	1	1	5	NORMAL
Bomba de gasolina	MO-IC-BG	1	Fugas	FM-07	Flujo inadecuado de combustible	Desgaste del elemento de junta	8	2	5	80	NORMAL
		2	Rotura del componente o elementos	FM-04	Pérdida de potencia en el vehículo	Sobrepresión	8	2	8	128	FALLO POTENCIAL



Fuente: (Propia)

Tabla 4. 10A. AMFE para el subsistema inyección de combustible

Componente	Código	Modo de falla	Código de fallo	Efecto	Causa	G	F	D	IPR Inicial	Estado	
Inyectores	MO-IC- IN	1	Desalineación / Alineación incorrecta	FM-06	Pérdida de potencia en el vehículo	Montaje inadecuado de componentes	5	2	2	20	NORMAL
		2	Fugas	FM-07	Cantidad inadecuada de combustible en los cilindros	Falla en los componentes	6	2	3	36	NORMAL
		3	Obstrucción / Taponamiento	FM-08	Flujo inadecuado de combustible	Ingreso de impurezas en el componente	8	5	3	120	FALLO POTENCIAL
Mangueras y accesorios	MO-IC- MA	1	Obstrucción / Taponamiento	FM-08	Flujo inadecuado de combustible	Presencia de impurezas en la tubería	6	4	4	96	NORMAL
		2	Fisuras y Grietas	FM-02	Derrame de combustible	Golpes externos	7	3	1	21	NORMAL
						Choque térmico	5	2	5	50	NORMAL
						Oxidación de metales	7	4	2	56	NORMAL

Fuente: (Propia)

Tabla 4. 14. AMFE para el subsistema de refrigeración

		Nombre del Sistema		Motor	Código	MO					
		Nombre del Subsistema		Refrigeración	Código	MO-RF					
		Responsables		Cervantes-Freire	Nº AMFE	1					
Componente	Código	Modo de falla		Código de fallo	Efecto	Causa	G	F	D	IPR Inicial	Estado
Depósito de fluido	MO-RF-DR	1	Fisuras y Grietas	FM-02	Derrame de refrigerante	Defecto en materiales	9	1	3	27	NORMAL
						Golpes externos	9	1	2	18	NORMAL
		2	Rotura del componente o elementos	FM-04	Derrame de refrigerante	Golpes externos	9	3	2	54	NORMAL
Radiador	MO-RF-RA	1	Fisuras y Grietas	FM-02	Derrame de refrigerante	Defecto en materiales	9	2	4	72	NORMAL
						Golpes externos	10	2	3	60	NORMAL
		2	Rotura del componente o elementos	FM-04	Sobrecalentamiento del motor	Excesiva presión	10	3	4	120	FALLO POTENCIAL
Ventilador	MO-RF-VT	1	Rotura del componente o elementos	FM-04	Falta de producción de flujo de aire	Golpes externos	7	2	1	14	NORMAL
		2	Agarrotamiento del componente	FM-11	Falta de movimiento	Ajuste excesivo	8	2	3	48	NORMAL



Fuente: (Propia)

Tabla 4.11A. AMFE para el subsistema de refrigeración

Componente	Código	Modo de falla	Código de fallo	Efecto	Causa	G	F	D	IPR Inicial	Estado	
Termostato	MO-RF-TM	1	Agarrotamiento del componente	FM-11	Funcionamiento inapropiado	Desacople del resorte	8	5	4	160	FALLO POTENCIAL
		2	Fugas	FM-07	Falsa información hacia el radiador	Desgaste del acople elástico	8	4	3	96	NORMAL
Mangueras y accesorios	MO-RF-MA	1	Fugas	FM-07	Derrame de refrigerante	Cambio en propiedades físico-químicas	7	3	5	105	FALLO POTENCIAL
		2	Fisuras y Grietas	FM-02	Derrame de refrigerante	Cortes en las mangueras	7	3	4	84	NORMAL
					Sobrecalentamiento del motor	Golpes externos	9	3	5	135	FALLO POTENCIAL
Bomba de agua	MO-RF-BA	1	Rotura del componente o elementos	FM-04	Falta de distribución del refrigerante	Culminación de vida útil del componente	8	2	6	96	NORMAL
Calefactor	MO-RF-CA	1	Rotura del componente o elementos	FM-04	Problemas en el encendido del motor en frío	Obstrucción y atascamiento	7	2	7	98	NORMAL

Fuente: (Propia)

Tabla 4. 15. AMFE para el subsistema de escape

		Nombre del Sistema		Motor	Código	MO					
		Nombre del Subsistema		Escape	Código	MO-ES					
		Responsables		Cervantes-Freire	Nº AMFE	1					
Componente	Código	Modo de falla		Código de fallo	Efecto	Causa	G	F	D	IPR Inicial	Estado
Catalizador	MO-ES-KT	1	Avería del componente	FM-09	Desactivación del catalizador	Mezclas ricas en combustible	3	4	8	96	NORMAL
		2	Obstrucción / Taponamiento	FM-08	Calentamiento del motor	Obstrucción de los gases de escape en la salida por la combustión	7	3	6	126	FALLO POTENCIAL
		3	Atascamiento: del substrato de cerámica	FM-15	Desintegración del componente	Choque térmico	3	3	7	63	NORMAL
Vibración normal del escape	4					5	4	80	NORMAL		
Silenciador	MO-ES-SL	1	Rotura del componente o elementos	FM-04	Golpeteos	Contra-explosiones	6	5	3	90	NORMAL
		2	Obstrucción / Taponamiento	FM-08	Calentamiento del motor	Obstrucción de los gases de escape en la salida	7	4	4	112	FALLO POTENCIAL
		3	Corrosión	FM-18	Ruido por la fuga de gases	Presencia de ácidos	4	4	3	48	NORMAL
Químicos utilizados en carreteras heladas	3					3	4	36	NORMAL		



Fuente: (Propia)

Tabla 4. 12A. AMFE para el subsistema de escape

Componente	Código	Modo de falla	Código de fallo	Efecto	Causa	G	F	D	IPR Inicial	Estado	
Colector de escape	MO-ES-CE	1	Fisuras y Grietas	FM-02	Irregular expulsión de los gases de escape	Vibraciones excesivas	5	5	3	75	NORMAL
						Tiempo de uso	5	2	6	60	NORMAL
						Impactos externos	7	4	3	84	NORMAL
	2	Fugas	FM-07	Presencia de humo	Presencia de carbonilla	6	3	4	72	NORMAL	
					Desperfecto en las abrazaderas	4	4	5	80	NORMAL	
					Mal estado de los ductos	6	4	5	120	FALLO POTENCIAL	
Tubo de escape	MO-ES-TE	1	Fisuras y Grietas	FM-02	Ruido y salida de humo por debajo del vehículo	Golpes externos	6	6	2	72	NORMAL
						Condensación de gases	5	5	3	75	NORMAL
						Corrosión	6	6	2	72	NORMAL

Fuente: (Propia)

Tabla 4. 16. AMFE para el subsistema de distribución

		Nombre del Sistema		Motor	Código	MO					
		Nombre del Subsistema		Distribución	Código	MO-DI					
		Responsables		Cervantes-Freire	Nº AMFE	1					
Componente	Código	Modo de falla		Código de fallo	Efecto	Causa	G	F	D	IPR Inicial	Estado
Válvula de escape	MO-DI-VE	1	Desgaste excesivo de componentes	FM-01	Presencia de humo azul o blanco en el escape	Defectuosa alineación	7	3	4	84	NORMAL
					Deficiente compresión en los cilindros	Deficiente lubricación del vástago	5	4	4	80	NORMAL
						Presencia de impurezas	6	4	4	96	NORMAL
						Inapropiada holgura o apriete entre el vástago y la guía	4	5	4	80	NORMAL
	2	Deformación excesiva	FM-03	Deficiente compresión	Deficiente refrigeración	7	4	3	84	NORMAL	
					Elevada temperatura en el escape	5	5	3	75	NORMAL	
					Falla en el muelle	6	3	4	72	NORMAL	
					Exceso de rpm del motor	7	6	3	126	FALLO POTENCIAL	

Fuente: (Propia)

Tabla 4. 13A. AMFE para el subsistema de distribución

Componente	Código	Modo de falla	Código de fallo	Efecto	Causa	G	F	D	IPR Inicial	Estado	
Válvula de escape	MO-DI-VE	3	Atascamiento	FM-15	Recalentamiento del motor	Deficiente lubricación del vástago	7	4	5	140	FALLO POTENCIAL
						Aceite sucio	6	5	4	120	FALLO POTENCIAL
						Fuga de refrigerante	4	4	5	80	NORMAL
						Distancia inadecuada entre el asiento y la guía	4	3	7	84	NORMAL
	4	Quemadura	FM-16	Deficiente compresión en los cilindros	Sincronización irregular de compresión	7	3	4	84	NORMAL	
					Baja holgura entre el vástago y guía	6	4	4	96	NORMAL	
					Presencia de carbón en el vástago y guía	6	5	4	120	FALLO POTENCIAL	
					Deficiente lubricación	8	6	3	144	FALLO POTENCIAL	
					Mezcla de combustible pobre	6	4	3	72	NORMAL	
					Luz de válvula insuficiente	5	4	4	80	NORMAL	
Válvulas de admisión	MO-DI-VA	1	Rotura	FM-04	Pérdida de potencia	Juego excesivo entre el vástago y la guía	8	5	6	240	FALLO POTENCIAL
		2	Quemadura	FM-16		Holgura insuficiente	7	3	4	84	NORMAL

Fuente: (Propia)

Tabla 4.13B. AMFE para el subsistema de distribución



Componente	Código	Modo de falla		Código de fallo	Efecto	Causa	G	F	D	IPR Inicial	Estado
Válvulas de admisión	MO-DI-VA	2	Quemadura	FM- 16	Acumulación de carbonilla	Exceso de aceite	7	4	3	84	NORMAL
		3	Atascamiento	FM- 15	Ruido excesivo	Bajo nivel de aceite en el motor	8	2	4	64	NORMAL
Filtro de aire	MO-DI-FA	1	Avería del elemento	FM- 09	Humo negro	Filtro roto	8	3	3	72	NORMAL
		1	Obstrucción / Taponamiento	FM- 08	Pérdida de potencia	Disminución del flujo de aire al motor	5	5	5	125	FALLO POTENCIAL
Colector de admisión	MO-DI-CA	1	Fugas	FM- 07	Pérdida de potencia	Juntas en mal estado	5	5	3	75	NORMAL
		2	Obstrucción / Taponamiento	FM- 08	Humo negro	Presencia de sustancias externas en el sistema de admisión	6	5	3	90	NORMAL
Taqués	MO-DI-TA	1	Desalineación / Alineación incorrecta	FM-06	Mala coordinación en el cierre de válvulas	Golpeteo exagerado de las válvulas	6	2	8	96	NORMAL
Balancines	MO-DI-BA	1	Deformación excesiva	FM-03	Mal funcionamiento de Válvulas	Desgaste debido al tiempo de uso	5	2	7	70	NORMAL
		2	Desalineación / Alineación incorrecta	FM-06	Mala sincronización para apertura y cierre de válvulas	Falta de lubricación	7	2	5	70	NORMAL
Mala calibración de válvulas	6					2	5	60	NORMAL		
Elementos de mando	MO-DI-EM	1	Rotura del componente o elementos	FM-04	Ruido excesivo del motor al arrancar	Mal montaje del componente	4	4	5	80	NORMAL

Fuente: (Propia)

4.6.1 ACCIONES CORRECTIVAS PARA LOS SUBSISTEMAS DEL MOTOR

De acuerdo con las tablas AMFE y el IPR (Índice de probabilidad de riesgos) de cada uno de los subsistemas del motor, se identifica los $IPR \geq 100$ los cuales presentan un fallo potencial. Para reducir este IPR e impedir el fallo se procede a realizar las acciones correctivas, indicando en ellas el responsable de su implementación.

Tabla 4. 17. Acciones correctivas para el subsistema mecánico

		Nombre del Sistema	Motor	Código	MO	 <i>Experiencia y Trabajo a su servicio</i>						
		Nombre del Subsistema	Mecánico	Código	MO-ME							
		Responsables	Cervantes-Freire	Nº TC	1							
Componente	Código	Modo de falla	Código de fallo	Causa	Acciones correctivas	Responsable	G	F	D	IPR Final	Estado	
Block del motor	MO-ME-BM	1	Deformación excesiva	FM-03	Sobrecalentamiento	Revisar periódicamente el nivel de refrigerante	Propietario	9	2	2	36	NORMAL
		2	Fractura	FM-05				9	3	2	54	NORMAL
Camisas	MO-ME-CM	1	Deformación excesiva	FM-03	Sobrecalentamiento	Revisar el sistema de refrigeración	Mecánico	7	3	2	42	NORMAL
		2	Cavitación	FM-11	Deficiente refrigeración	Reemplazar el líquido refrigerante	Mecánico	7	4	3	84	NORMAL
Anillos del pistón	MO-ME-AP	1	Rotura del componente o elementos	FM-04	Mal montaje	Capacitar al personal operativo	Mecánico	7	2	4	56	NORMAL
		2	Atascamiento	FM-15	Deformación del forro del cilindros	Acoplar el componente de dimensiones adecuadas	Mecánico	9	3	3	81	NORMAL
					Funcionamiento en frío	Mantener el tiempo de encendido adecuado	Propietario	6	4	3	72	NORMAL



Fuente: (Propia)

Tabla 4.14A. Acciones correctivas para el subsistema mecánico

Componente	Código	Modo de falla	Código de fallo	Causa	Acciones correctivas	Responsable	G	F	D	IPR Final	Estado	
Pistón	MO-ME-PT	1	Atascamiento	FM-15	Sobrecalentamiento	Acertar en las revoluciones para el cambio de marcha	Propietario	9	3	2	54	NORMAL
		2	Desgaste excesivo de componentes	FM-01	Fugas del refrigerante	Revisar fugas de refrigerante	Mecánico	7	3	2	42	NORMAL
					Operación del motor en frío	Arrancar el auto luego de que los sistemas alcancen la temperatura de operabilidad	Propietario	7	5	2	70	NORMAL
Biela	MO-ME-BL	1	Pandeo	FM-17	Sobrecarga	No sobrepasar las especificaciones del fabricante	Mecánico	7	3	3	63	NORMAL
Cigüeñal	MO-ME-CG	1	Juego excesivo	FM-13	Pernos flojos	Ajustar de acuerdo a torque específico	Mecánico	8	6	2	96	NORMAL



Fuente: (Propia)

Tabla 4. 18. Acciones correctivas para el subsistema lubricación

		Nombre del Sistema	Motor	Código	MO	 <i>Experiencia y Trabajo a su servicio</i>						
		Nombre del Subsistema	Lubricación	Código	MO-LB							
		Responsables	Cervantes-Freire	Nº TC	1							
Componente	Código	Modo de falla	Código de fallo	Causa	Acciones correctivas	Responsable	G	F	D	IPR Final	Estado	
Bomba de aceite	MO-LB-BA	1	Desgaste interno	FM- 01	Presencia de partículas extrañas en el aceite	Verificar la funcionalidad del filtro de aceite	Mecánico	6	2	3	36	NORMAL
		2	Desgaste de las ruedas dentadas	FM- 01	Paro del mecanismo	Reemplazar componente	Mecánico	7	3	4	84	NORMAL
Mangueras y accesorios	MO-LB-MN	1	Obstrucción / Taponamiento	FM- 08	Presencia de partículas extrañas en el aceite	Cambiar filtro de aceite	Mecánico	8	3	3	72	NORMAL

Fuente: (Propia)

Tabla 4. 19. Acciones correctivas para el subsistema de inyección de combustible

		Nombre del Sistema		Motor	Código	MO	 <i>Experiencia y Trabajo a su servicio</i>					
		Nombre del Subsistema		Inyección de combustible	Código	MO-IC						
		Responsables		Cervantes-Freire	Nº TC	1						
Componente	Código	Modo de falla		Código de fallo	Causa	Acciones correctivas	Responsable	G	F	D	IPR Final	Estado
Bomba de gasolina	MO-IC-BG	1	Rotura del componente o elementos	FM-04	Sobrepresión	Cambiar con mayor frecuencia el filtro de gasolina	Propietario	8	1	6	48	NORMAL
Inyectores	MO-IC-IN	1	Obstrucción / Taponamiento	FM-08	Ingreso de impurezas en el componente	Limpiar los inyectores con ultrasonido	Mecánico	8	2	3	48	NORMAL



Fuente: (Propia)

Tabla 4. 20. Acciones correctivas para el subsistema de refrigeración

 ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		Nombre del Sistema		Motor	Código	MO	 <i>Experiencia y Trabajo a su servicio</i>					
		Nombre del Subsistema		Refrigeración	Código	MO-IC						
		Responsables		Cervantes-Freire	Nº TC	1						
Componente	Código	Modo de falla		Código de fallo	Causa	Acciones correctivas	Responsable	G	F	D	IPR Final	Estado
Radiador	MO-RF-RA	1	Rotura del componente o elementos	FM-04	Excesiva presión	Verificar el nivel adecuado de refrigerante	Propietario	10	2	3	60	NORMAL
Termostato	MO-RF-TM	1	Agarrotamiento del componente	FM-11	Desacople del resorte	Cambiar el componente	Mecánico	10	2	1	20	NORMAL
Mangueras y accesorios	MO-RF-MA	1	Fugas	FM- 07	Cambio en propiedades físico-químicas	Cambiar el componente	Mecánico	7	2	3	42	NORMAL
		2	Fisuras y Grietas	FM-02	Golpes externos	Evitar el contacto ante otras maniobras de mantenimiento	Mecánico	9	2	2	36	NORMAL



Fuente: (Propia)

Tabla 4. 21. Acciones correctivas para el subsistema de escape

 ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		Nombre del Sistema		Motor	Código	MO	 <i>Experiencia y Trabajo a su servicio</i>					
		Nombre del Subsistema		Escape	Código	MO-ES						
		Responsables		Cervantes-Freire	Nº TC	1						
Componente	Código	Modo de falla		Código de fallo	Causa	Acciones correctivas	Responsable	G	F	D	IPR Final	Estado
Catalizador	MO-ES-KT	1	Obstrucción / Taponamiento	FM-08	Obstrucción de los gases de escape en la salida por la combustión	Reemplazar elemento	Mecánico	7	2	4	56	NORMAL
Silenciador	MO-ES-SL	1	Taponamiento	FM-06	Obstrucción de los gases de escape en la salida	Limpiar el componente	Mecánico	7	4	3	84	NORMAL
Colector de escape	MO-ES-CE	1	Fugas	FM-07	Mal estado de los ductos	Realizar acciones de limpieza y ajuste	Mecánico	6	2	4	48	NORMAL

Fuente: (Propia)

Tabla 4. 22. Acciones correctivas para el subsistema de distribución

		Nombre del Sistema		Motor	Código	MO	 <i>Experiencia y Trabajo a su servicio</i>					
		Nombre del Subsistema		Distribución	Código	MO-DI						
		Responsables		Cervantes-Freire	Nº TC	1						
Componente	Código	Modo de falla		Código de fallo	Causa	Acciones correctivas	Responsable	G	F	D	IPR Final	Estado
Válvula de escape	MO-DI-VE	1	Deformación excesiva	FM-03	Exceso de rpm del motor	Acertar en las revoluciones para el cambio de marcha	Propietario	7	6	2	84	NORMAL
		2	Atascamiento	FM-15	Deficiente lubricación del vástago	Utilizar el tipo de aceite adecuado	Mecánico	7	4	2	56	NORMAL
					Aceite sucio	Realizar cambios de aceite en el tiempo y kilometraje adecuado	Propietario	6	5	3	90	NORMAL
		3	Quemadura	FM-16	Presencia de carbón en el vástago y guía	Limpiar el componente	Mecánico	6	5	3	90	NORMAL
					Deficiente refrigeración	Revisar el nivel de aceite	Propietario	8	6	2	96	NORMAL
		Válvulas de admisión	MO-DI-VA	1	Rotura	FM-04	Juego excesivo entre el vástago y la guía	Ajustar elementos de acuerdo al torque permitido	Mecánico	8	3	4
Filtro de aire	MO-DI-FA	1	Obstrucción / Taponamiento	FM-08	Disminución del flujo de aire al motor	Cambiar filtro de aire	Mecánico	5	4	4	80	NORMAL

Fuente: (Propia)

4.7 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Luego de realizar el método de análisis modal de fallo-efecto del sistema motor se procede a contabilizar el número de fallas correspondientes a cada codificación, de la cual se obtiene la siguiente tabulación:

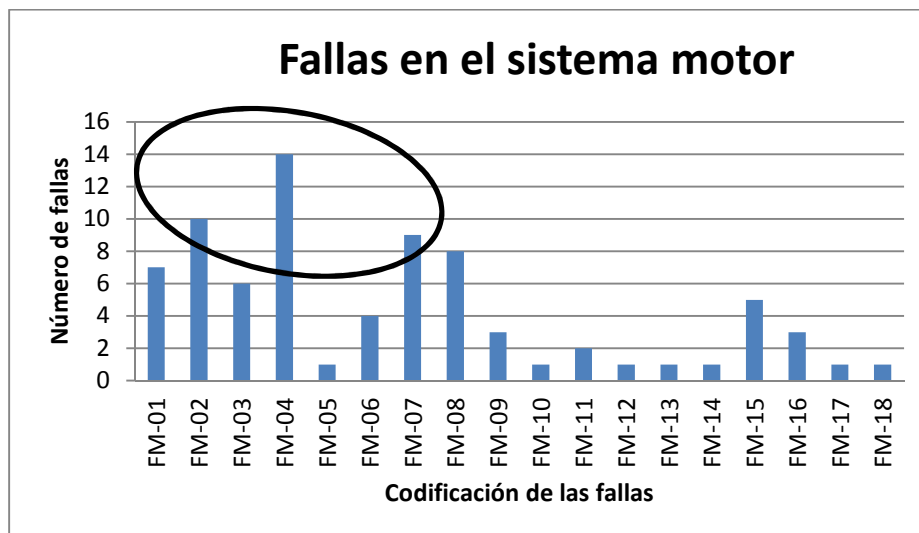


Gráfico 4. 2. Fallas en el sistema motor

Fuente: (Propia)

En el Gráfico 4.2. Se observa el número de fallas presentes en el sistema motor, que tienen un comportamiento irregular, por lo tanto obedecen a las características propias de los modos de fallo para cada componente, donde las que más se repiten son:

- FM-04 Rotura del componente o elementos.
- FM-02 Fisuras y Grietas.
- FM-07 Fugas.

CAPÍTULO V

5. PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS VEHÍCULOS

5.1 GENERALIDADES

La implementación del plan de mantenimiento pretende salvaguardar la seguridad física del conductor, y sus ocupantes, manteniendo en perfecto estado el vehículo, además reduciendo costos e impidiendo el paro innecesario del automotor. Para mantener esta confiabilidad es importante generar una adecuada coordinación entre el propietario y el personal operativo de VICAT MOTOR'S, lo que se consigue mediante la implementación del software de mantenimiento.

5.1.1 MANTENIMIENTO DIARIO POR PROPIETARIO

Factores de control diarios efectuados por el propietario:

- Revisar batería y sistema de encendido.
- Revisar las luces
- Revisar el aire acondicionado.
- Comprobar niveles de: aceite, refrigerante, liquido de batería y frenos.
- Revisar filtros de combustible y aire.
- Revisar la presencia de fugas o roturas

- Revisar el estado de las bandas del motor
- Revisar la alineación de los neumáticos.
- Revisar el estado de los neumáticos (presión y profundidad de la banda de rodadura).¹⁶

5.2 IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Cuando el vehículo ingresa al taller de operaciones, el personal operativo de VICAT MOTOR'S procede a implementar la programación del mantenimiento con los 18 puntos de inspección.

Tabla 5. 1. 18 puntos inspección

1	Funcionamiento freno de mano
2	Funcionamiento sistema de ventilación, calefacción y A/C
3	Funcionamiento y estado de limpiaparabrisas y aspersores
4	Funcionamiento de luces exteriores y pito
5	Tensión y condición de banda de accesorios
6	Nivel de refrigerante, fugas externas y radiador
7	Estado y condición de batería y alternador
8	Nivel y fugas de aceite de motor
9	Nivel y fuga de líquido de dirección
10	Condición de semiejes, fugas de grasa, roturas cortes y abrazaderas
11	Nivel y fugas externas de líquido de frenos
12	Presión, condición y ajuste de llantas
13	Fugas y/o golpes de amortiguadores
14	Nivel, fugas externas y accionamiento de embrague
15	Fugas de aceite externas, caja de cambios, transferencia y diferenciales
16	Condición externa, roturas y fijación del sistema de escape
17	Fugas externas y condiciones de cañerías del sistema de combustible
18	Inspección visual del condensador (sistema A/C)

Fuente: (chevrolet, 2013)

¹⁶ <http://www.mitaller.com/content/10-puntos-revision-antes-salir-carretera>

5.3 INTERVALOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO POR KILOMETRAJE

Una vez que se ejecutan los 18 puntos de inspección, el personal operativo de VICAT MOTOR'S determina el tipo de mantenimiento preventivo según el kilometraje que presenta el vehículo, a través de la base de datos que proporciona el software. Mediante un sistema de alerta por mensaje y colores, el modulo de mantenimiento informa al operario el próximo mantenimiento preventivo que se debe realizar.

Tipos de alerta:

- Verde: si el auto se encuentra revisado y no requiere de mantenimiento.
- Amarillo: si el auto se encuentra próximo a realizarse un mantenimiento.
- Rojo: si el auto está en peligro y requiere de un mantenimiento de inmediato.

El mantenimiento preventivo por kilometraje se encuentra dividido en intervalos de 5000 Km, cada uno debe cumplir con todas las indicaciones sugeridas por el fabricante, para garantizar la funcionalidad del vehículo.

Tabla 5. 2. Intervalos de mantenimiento preventivo de 5000-10000 Km

Km	Descripción
5000	Cambiar aceite y filtro motor
10 000	Cambiar aceite y filtro motor
	Alinear ruedas
	Balancear y rotar ruedas
	Cambiar filtro aire
	Limpiar y lubricar mecanismos puertas y ventanas
	Limpiar, revisar y regular frenos
	Reajustar suspensión

Fuente: (Mantenimiento Chevrolet)

Tabla 5. 3. Intervalos de mantenimiento preventivo de 15000-20000 Km

Km	Descripción
15 000	Cambiar aceite y filtro motor
	Limpieza sistema de inyección (usar limpiador)
20 000	Cambiar aceite y filtro motor
	Alinear ruedas
	Balancear y rotar ruedas
	Cambiar filtro aire
	Cambiar filtro combustible
	Limpiar y lubricar mecanismos puertas y ventanas
	Limpiar, revisar y regular frenos
	Reajustar suspensión

Fuente: (Mantenimiento Chevrolet)

Tabla 5. 4. Intervalos de mantenimiento preventivo de 25000-30000 Km

Km	Descripción
25 000	Cambiar aceite y filtro motor
	Cambiar filtro combustible
	Cambiar cuerpo aceleración IAC/MAF (usar limpiador)
30 000	Cambiar aceite y filtro motor
	Alinear ruedas
	Balancear y rotar ruedas
	Cambiar filtro aire
	Cambiar líquido frenos
	Limpiar y lubricar mecanismos puertas y ventanas
	Limpiar, revisar y regular frenos
	Reajustar suspensión
	Cambiar filtro combustible
Lubricar cubos de rueda libre, puntas de eje	

Fuente: (Mantenimiento Chevrolet)

Tabla 5. 5. Intervalos de mantenimiento preventivo de 35000-40000 Km

Km	Descripción
35 000	Cambiar aceite y filtro motor
	Cambiar filtro combustible
	Limpieza sistema de inyección (usar limpiador)
40 000	Cambiar aceite y filtro motor
	Alinear ruedas
	Balancear y rotar ruedas
	Cambiar filtro aire
	Limpiar y lubricar mecanismos puertas y ventanas
	Limpiar, revisar y regular frenos
	Reajustar suspensión
	Cambiar filtro combustible
	Revisar líquido embrague
	Cambiar banda de accesorios
	Cambiar banda distribución y templador
Cambiar termostato	

Fuente: (Mantenimiento Chevrolet)

Tabla 5. 6. Intervalos de mantenimiento preventivo de 45000-50000 Km

Km	Descripción
45 000	Cambiar aceite y filtro motor
	Cambiar filtro combustible
	Cambiar bujías de encendido
	Cambiar líquido frenos
50 000	Cambiar aceite y filtro motor
	Alinear ruedas
	Balancear y rotar ruedas
	Cambiar filtro aire
	Limpiar y lubricar mecanismos puertas y ventanas
	Limpiar, revisar y regular frenos
	Reajustar suspensión
Cambiar filtro combustible	

Fuente: (Mantenimiento Chevrolet)

Tabla 5. 7. Intervalos de mantenimiento preventivo de 55000-60000 Km

Km	Descripción
55 000	Cambiar aceite y filtro motor
	Cambiar filtro combustible
	Limpiar cuerpo aceleración IAC/MAF (usar limpiador)
	Limpiar inyectores con ultrasonido (inc. R/I)
60 000	Cambiar aceite y filtro motor
	Alinear ruedas
	Balancear y rotar ruedas
	Cambiar filtro aire
	Limpiar y lubricar mecanismos puertas y ventanas
	Limpiar, revisar y regular frenos
	Reajustar suspensión
	Cambiar filtro combustible
	Cambiar líquido frenos
	Cambiar aceite caja automática
	Revisar líquido embrague
	Cambio filtro ventilación
Lubricar cubos de rueda libre, puntas de eje	

Fuente: (Mantenimiento Chevrolet)

Tabla 5. 8. Intervalos de mantenimiento preventivo de 65000-70000 Km

Km	Descripción
65 000	Cambiar aceite y filtro motor
	Cambiar filtro combustible
	Cambiar banda distribución y templador
70 000	Cambiar aceite y filtro motor
	Alinear ruedas
	Balancear y rotar ruedas
	Cambiar filtro aire
	Limpiar y lubricar mecanismos puertas y ventanas
	Limpiar, revisar y regular frenos
	Reajustar suspensión
Cambiar filtro combustible	

Fuente: (Mantenimiento Chevrolet)

Tabla 5. 9. Intervalos de mantenimiento preventivo de 75000-80000 Km

Km	Descripción
75 000	Cambiar aceite y filtro motor
	Cambiar filtro combustible
	Cambiar líquido frenos
80 000	Cambiar aceite y filtro motor
	Alinear ruedas
	Balancear y rotar ruedas
	Cambiar filtro aire
	Limpiar y lubricar mecanismos puertas y ventanas
	Limpiar, revisar y regular frenos
	Reajustar suspensión
	Cambiar filtro combustible
	Cambiar aceite caja automática
	Cambiar aceite caja manual
	Revisar líquido embrague
	Cambiar aceite transfer
	Cambiar banda distribución y templador
Cambiar termostato	

Fuente: (Mantenimiento Chevrolet)

Tabla 5. 10. Intervalos de mantenimiento preventivo de 85000-90000 Km

Km	Descripción
85 000	Cambiar aceite y filtro motor
	Cambiar filtro combustible
	Cambiar bujías de encendido
	Limpiar cuerpo aceleración IAC/MAF (usar limpiador)
90 000	Cambiar aceite y filtro motor
	Alinear ruedas
	Balancear y rotar ruedas
	Cambiar filtro aire
	Limpiar y lubricar mecanismos puertas y ventanas
	Limpiar, revisar y regular frenos
	Reajustar suspensión
	Cambiar filtro combustible
Cambiar líquido frenos	

Fuente: (Mantenimiento Chevrolet)

Tabla 5. 11. Intervalos de mantenimiento preventivo de 95000-100000 Km

Km	Descripción
95 000	Cambiar aceite y filtro motor
	Cambiar filtro combustible
	Limpieza sistema de inyección (usar limpiador)
100 000	Cambiar aceite y filtro motor

Fuente: (Mantenimiento Chevrolet)

CAPÍTULO VI

6. DESARROLLO DEL SOFTWARE DE MANTENIMIENTO

6.1 GENERALIDADES

6.1.1 INTRODUCCIÓN

Con el fin de mejorar los procesos de recolección y organización de datos para la empresa VICAT MOTOR'S, se desarrolla un software para computadora el cual posee las herramientas necesarias y sugeridas por la empresa, que combinen las características de la tecnología moderna con los procesos tradicionales en el mantenimiento automotriz.

Se parte de la mala utilización y desperdicio de documentos en papel que generan un volumen considerable para el almacenamiento respectivo, así como el tiempo perdido que se emplea en buscar los detalles de los clientes, para lo cual mediante una base de datos proporcionada en el software se puede obtener los registros necesarios para optimizar el proceso de búsqueda de información tanto de clientes como de vehículos que se los puede realizar mediante filtros de búsqueda seleccionados por el usuario.

6.2 MÓDULOS DEL SOFTWARE

El software "Gestión de Mantenimiento VICAT MOTOR'S", se constituye por varios módulos que facilitan la interacción con el usuario, con lo cual se permite de esta forma mejorar el ambiente de trabajo entre el operador y la máquina.

A continuación se detallan cada uno de los módulos del software y las actividades que se pueden realizar en los mismos:

6.2.1 INICIO DE SESIÓN

El usuario accede al programa mediante una clave asignada ya sea como "Administrador" o "Empleado". Para lo cual el sistema se basa en el ingreso de usuario con el número de cédula debido a que es un código único y además de la contraseña correspondiente seleccionada por cada usuario.



Figura 6. 1. Ingreso al sistema

Fuente: (Propia)

6.2.1.1 ADMINISTRADOR

El usuario puede realizar modificaciones, ingreso de datos y acceder a todos los módulos del programa.

6.2.1.2 EMPLEADO

EL usuario se limita a los módulos de "Empresa" y "Consultas", que simplemente puede observar mas no editar los campos.

6.2.2 MENÚ PRINCIPAL

Se presentan todos los módulos que tiene el software para que el usuario pueda utilizarlos de acuerdo a su conveniencia. A continuación se detallan los mismos:



Figura 6. 2. Menú principal

Fuente: (Propia)

6.2.2.1 EMPRESA

Contiene la misión, visión y objetivos de la empresa.



Figura 6. 3. Misión

Fuente: (Propia)



Figura 6. 4. Visión

Fuente: (Propia)

6.2.2.2 CLIENTE

Este módulo permite obtener la información necesaria del cliente como individuo así como también el o los vehículos que sean de su propiedad con lo cual se llevará un registro mediante una base de datos insertada en el software.



Figura 6. 5. Menú de Clientes

Fuente: (Propia)

6.2.2.2.1 Nuevo

Se puede ingresar un usuario nuevo en el cual se asigna uno o varios autos, además se detallan los nombres y apellidos así como también número de cédula de identidad y datos de los vehículos que posea como número de placa, kilometraje, color del vehículo, marca y modelo.

SGM Vicat Motors

Datos del Cliente :

Nombre :

Apellido :

C.I. :

Teléfono :

E-mail :

Datos del Vehículo :

Marca :

Modelo :

de Placa :

Tipo :

Color :

Kilometraje :

Uso :

No ingresar vehículo

Fecha :

Responsable :

Detalle de Orden de Trabajo :

Lubricación | Sistema Eléctrico | Mecánico | Enderezada y Pintura | Ruedas | Limpieza y Aseo

Aceite caja de transmisión

Aceite de dirección hidráulica

Aceite diferencial posterior

Elementos de lubricación

Limpiar y lubricar mecanismos puertas y ventanas

Mangueras

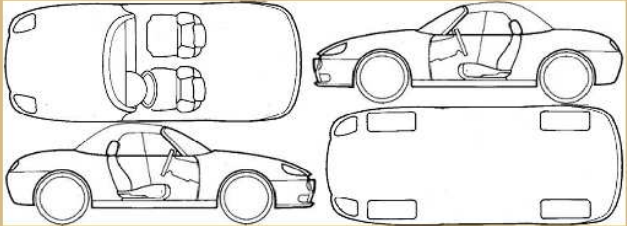
Aceite motor

Engrasado

Filtro de aceite

Observaciones del cliente :

Observaciones del taller :



jueves, 05/09/2013

SGM Vicat Motors

Datos del Cliente :

Nombre :

Apellido :

C.I. :

Teléfono :

E-mail :

Datos del Vehículo :

Marca :

Modelo :

de Placa :

Detalle de Orden de Trabajo :

Ninguno

5000 km

10000 km

15000 km

20000 km

25000 km

30000 km

35000 km

40000 km

45000 km

Operaciones sugeridas del mantenimiento seleccionado:

Cambiar aceite y filtro motor

Alinear ruedas

Balancear y rotar ruedas

Cambiar filtro aire

Cambiar filtro combustible

Limpiar y lubricar mecanismos puertas y ventanas

Limpiar, revisar y regular frenos

Reajustar suspension

Observaciones del cliente :

Observaciones del taller :

Figura 6. 6. Datos de clientes

Fuente: (Propia)

6.2.2.2.2 Existente

Se puede consultar los datos de un usuario existente y extraerlos para utilizarlos en una orden de trabajo.

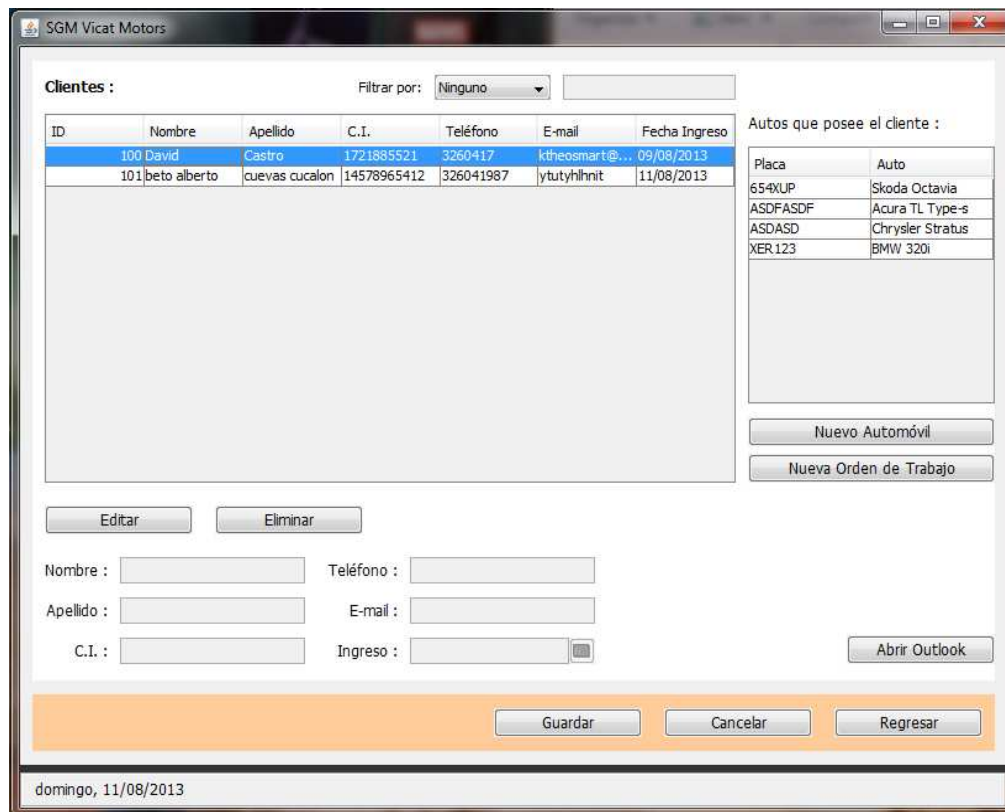


Figura 6. 7. Detalle de clientes

Fuente: (Propia)

6.2.2.2.3 Orden de Trabajo

Luego de obtener los datos del cliente, se remitirá a una ventana donde exista la orden de trabajo con los detalles para el mantenimiento que se deberá realiza al vehículo, la cual se puede imprimir para ser entregada al o los operarios que realicen el trabajo de mantenimiento en el área correspondiente.

ORDEN DE TRABAJO		VICAT MOTOR'S SERVICIOS INTEGRADOS <i>Experiencia y Trabajo a su servicio</i>	
Código: 108			
Fecha: 2013-09-05			
Responsable: Administrador Administrador			
Datos del cliente:			
Nombre: Bladimir Mena		Teléfono: 099823455	
Cédula: 2321232123		E-mail: bladimir@gmail.com	
Datos del vehículo:			
Marca: Peugeot		Color: blanco	
Modelo: 207		Kilometraje: 34567.0	
Placa: PRT4956		Uso: Servicio	
Tipo: Automóvil			
Observaciones del cliente:			
Observaciones del taller:			
Detalle del mantenimiento:			
Mantenimiento Preventivo de 35000 km			
Cambiar aceite y filtro motor			
Cambiar filtro combustible			
Limpieza sistema de inyeccion (usar limpiador)			

Figura 6. 8. Orden de trabajo

Fuente: (Propia)

6.2.3 BODEGA

Se puede ingresar un repuesto nuevo o modificar uno existente de acuerdo a su código y verificar el detalle correspondiente, con el fin de llevar un registro y control con sustento en la base de datos como en presencia física en el área de almacenamiento.



Figura 6. 9. Bodega

Fuente: (Propia)

Datos del Repuesto :

Descripción :	<input type="text" value="Filtro de aire, para chevrolet LUV"/>
Marca :	<input type="text" value="Com-air"/>
Precio Compra :	<input type="text" value="5.53"/>
Precio Venta :	<input type="text" value="6.25"/>
# Unidades :	<input type="text" value="15"/>
Área :	<input type="text" value="Mecánico"/>
Fecha :	<input type="text" value="05/09/2013"/>

Figura 6. 10. Detalle de repuestos**Fuente:** (Propia)**6.2.4 TRABAJADORES**

Se tiene una base de datos de los trabajadores que existen en la empresa con sus datos personales para luego utilizarlos como responsables de los procesos.



Figura 6. 11. Trabajadores

Fuente: (Propia)

Nombre : Enrique

Apellido : Vaca

C.I. : 1723432343 La cédula sirve como nombre de usuario para ingresar al sistema

Teléfono : 098456548

E-mail : e.vaca@gmail.com

Fecha : 05/09/2013

Rol : Empleado

Área : Lubricación

Contraseña :
Lubricación
Sistema Eléctrico
Mecánico
Enderezada y Pintura
Ruedas
Limpieza y Aseo

Guardar Limpiar Regresar

Figura 6. 10. Detalle de trabajadores

Fuente: (Propia)

6.2.5 CONSULTAS

Se puede realizar consultas de:

- Clientes
- Vehículos
- Órdenes de trabajo
- Repuestos

Cada uno con su detalle correspondiente, cabe aclarar que en este módulo los datos no son editables.

The screenshot shows a software window titled 'SGM Vicat Motors'. It features a search bar with 'Filtrar por: Ninguno' and a table of work orders. The table has columns for ID, Cliente, Auto, Placa, Km. Inicial, Mtto. recom..., and Fecha. The row for ID 105 is highlighted. To the right of the table is a list of maintenance tasks under the heading 'Detalle de mantenimiento:'. The date 'jueves, 05/09/2013' is displayed at the bottom left of the window.

ID	Cliente	Auto	Placa	Km. Inicial	Mtto. recom...	Fecha
100	Eliana Bravo	Chevrolet A...	PWR0345	0,609	5000 km	24/08/2013
101	Bladimir Mena	Peugeot 207	PRT4956	1.194,111	5000 km	24/08/2013
102	Municipio d...	Chevrolet G...	PWE3456	1.196,339	5000 km	24/08/2013
103	Municipio Q...	Chevrolet G...	PBB3456	1.196,112	5000 km	15/08/2013
104	Edisson Alo...	Toyota FJ C...	XWE3456	661,087	5000 km	24/08/2013
105	Bladimir Mena	Peugeot 207	PRT4956	1.195,838	5000 km	24/08/2013
106	Eliana Bravo	Chevrolet A...	PWR0345	660,74	5000 km	24/08/2013
107	Carlos Brito	Chevrolet G...	PXR05678	0,641	5000 km	05/09/2013
108	Bladimir Mena	Peugeot 207	PRT4956	2,33	5000 km	05/09/2013

Detalle de mantenimiento :

- Refrigerante
- Alineacion
- Balaneo
- Lavado express
- Limpieza de inyectores
- Cambiar aceite y filtro motor
- Alinear ruedas
- Balancear y rotar ruedas
- Cambiar filtro aire
- Limpiar y lubricar mecanismos pu
- Limpiar, revisar y regular frenos
- Reajustar suspension
- Cambiar filtro combustible
- Cambiar aceite caja automatica
- Cambiar aceite caja manual
- Revisar liquido embrague
- Cambiar aceite transfer
- Cambiar banda distribucion y ten
- Cambiar termostato

jueves, 05/09/2013

Figura 6. 11. Consultas

Fuente: (Propia)

6.2.6 MANTENIMIENTO

Se presenta una tabla de datos donde se observan de acuerdo a una gama de colores, los vehículos que requieren de mantenimiento basados en su kilometraje y en intervalos de cinco mil kilómetros, además el detalle de las operaciones que se deben realizar a cada vehículo.

El software permite que se aumente el valor del kilometraje de acuerdo a los datos proporcionados por la empresa del estimado recorrido de los vehículos con dos alternativas, vehículos particulares, es decir de casa o que utilizan las personas para dirigirse al lugar de trabajo o paseos de fin de semana así como también vehículos de servicio, que son utilizados para el trabajo diario por las empresas públicas o privadas.

Cuando el vehículo ingresado se encuentre próximo a un mantenimiento, se proporciona una alerta que indique este acontecimiento, las alertas varían su color de acuerdo con el grado de proximidad de mantenimiento para lo cual se utiliza tres colores:

- Verde: si el auto se encuentra revisado y no requiere de mantenimiento.
- Amarillo: si el auto se encuentra próximo a realizarse un mantenimiento.
- Rojo: si el auto está en peligro y requiere de un mantenimiento de inmediato.

SGM Vicat Motors

Ordenes de Trabajo : Filtrar por: Ninguno

ID	Placa	Auto	Km. Extra	Mtto. recomen...	Fecha
106	987GHJU	Renault Sand...	145.814	10000 km	2013-08-11
107	ASDASD	Chrysler Stratus	129.472	5000 km	2013-08-11
109	UIO0987	Toyota Dyna	80.983	20000 km	2013-08-11
110	XER123	BMW 320i	2066.567	5000 km	2013-08-11

Detalle de mantenimiento :

- Cambiar aceite y filtro motor
- Alinear ruedas
- Balancear y rotar ruedas
- Cambiar filtro aire
- Limpiar y lubricar mecanismos puerta
- Limpiar, revisar y regular frenos
- Reajustar suspension

Actualizar tabla Ver historial de mantenimientos Editar Detalle

Cliente : cuevas cucalon - 101 Obs. Taller : ango Uso : Particular
 Marca : Renault Placa : 987GHJU Fecha : 11/08/2013
 Modelo : Sandero Tipo : Camioneta
 Responsable : Administrador - 100 Color : azul
 Obs. Cliente : alo Km : 9900.0 Editar

Cumplido Posponer Desactivar Regresar

domingo, 11/08/2013

Figura 6. 12. Mantenimiento

Fuente: (Propia)

CAPÍTULO VII

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- Mediante la codificación de los sistemas y subsistemas presentes en los automóviles, se pudo mejorar la aplicación de un programa de mantenimiento a través de la clasificación de los componentes existentes y la función que cumple cada uno.
- A través del mantenimiento preventivo, se puede extender la vida útil de los componentes que conforman los vehículos y evitar el paro repentino de los mismos, optimizando de esta forma el trabajo y los recursos económicos que se generan.
- Mediante las estrategias de mantenimiento localizadas en el capítulo IV, se detectó que los sistemas más críticos de falla en un vehículo son: sistema motor, sistema de frenos, sistema de dirección, como se puede observar en la Gráfica 4.1

- Con la creación del software de Gestión de Mantenimiento, se optimizó la utilización de recursos administrativos en el manejo papelería, ordenamiento, búsqueda y almacenamiento de datos, repuestos, personal administrativo y operativo, importantes y necesarios para llevar los registros del mantenimiento vehicular.
- Mediante la implementación del análisis modal de falla y efecto (AMFE), se consiguió obtener información del tipo de falla presente en los diferentes componentes así como también la gravedad, frecuencia de ocurrencia y detectabilidad de la misma para posteriormente presentar las respectivas acciones correctivas en caso de ser necesario.
- Con la elaboración del presente proyecto se buscó cambiar la idea de realizar un mantenimiento correctivo por un mantenimiento preventivo, con la finalidad de mantener la mayor parte del tiempo operativos los vehículos que se encuentran a cargo de la empresa VICAT MOTOR'S.

7.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda que la empresa asesore al cliente de las ventajas del mantenimiento preventivo y predictivo respecto del mantenimiento correctivo para mejorar la calidad de servicio y satisfacción del mismo.
- La capacitación del personal operativo y administrativo así como el conocimiento de los procesos de mantenimiento debe ser un proceso continuo para que se alcance la excelencia en el mantenimiento vehicular.
- La supervisión del personal operativo debe ser constante para evitar fallas en los procesos de mantenimiento y también se debe ofertar planes de superación e incentivos con el objetivo de obtener un mejor desempeño laboral.
- Luego de sobrepasar los 100.000 KM en el mantenimiento preventivo por intervalos, se debe tomar en cuenta las recomendaciones por el cliente del uso de su vehículo y continuar con las revisiones periódicas del mantenimiento preventivo.
- En el módulo de Mantenimiento ubicado en el software es importante tomar en cuenta los mensajes de alerta que aparecerán automáticamente para brindar seguimiento a los vehículos que requieren del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS:

AGUINAGA Álvaro. Ingeniería del Mantenimiento. Escuela Politécnica Nacional. Ecuador, 2005

BESTRATÉN M. NTP 679. Análisis Modal de Fallos y Efectos AMFE. Centro Nacional de Condiciones de Trabajo. España, 2001

DIAZ Juan, Técnicas de Mantenimiento Industrial, Editorial Calpe Institute of Technology, España, 2004.

ESPINOSA FUENTE F, Mantenimiento Productivo Total,

JÁCOME Fernando, Ingeniería de Mantenimiento, Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, 2007.

MOBLEY Keith, Maintenance Fundamentals, Elsevier, Estados Unidos, 2004

PRANDO Raúl, Manual de Gestión de Mantenimiento a la Medida, Editorial Piedra Santa, Guatemala, 1996.

TAVARES A. Administración Moderna de Mantenimiento. Editorial Novo Polo Publicaciones. Brasil, 1992.

TORRES Leandro, Mantenimiento su Implementación y Gestión, Editorial Universitas, Argentina, 2005.

RENOVETEC, Técnicas Avanzadas de Gestión de Mantenimiento, Colección Mantenimiento Industrial Volumen 6, Madrid, 2008.

TESIS:

CÓRDOVA, B., MALDONADO A. Diseño y elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para el área de producción de la empresa CARLI SNACKS. Quito, 2011. Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). EPN. Facultad de Ingeniería Mecánica.

ERAZO, D., MARTÍNEZ N. Programa de mantenimiento para la flota de unidades de transporte Cóndores del Valle y diseño de la planta de su taller automotriz. Quito 2012. Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). EPN. Facultad de Ingeniería Mecánica.

LLUMIQUINGA, C., TAPIA H. Elaboración de un programa de mantenimiento para el equipo caminero y vehicular del Ilustre Municipio del Cantón Rumiñahui. Quito, 2011. Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). EPN. Facultad de Ingeniería Mecánica.

PANTOJA, L. Elaboración de un plan de mantenimiento para el equipo caminero del Ilustre Municipio del Cantón Montufar. Quito 2000. Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). EPN. Facultad de Ingeniería Mecánica.

VARGAS M. Distribución de planta de un taller de mantenimiento automotriz para vehículos de hasta 3 toneladas para transporte de pasajeros. Quito, 2007. Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). EPN. Facultad de Ingeniería Mecánica.

DOCUMENTOS VIRTUALES:

Acosta, E. M. (s.f.). <http://www.automotriz.net/tecnica/conocimientos-basicos-35.html>. Recuperado el 11 de 07 de 2013, de <http://www.automotriz.net/tecnica/conocimientos-basicos-35.html>

Aficionados a la mecánica. (01 de 2011).
<http://www.aficionadosalamecanica.net/>. Recuperado el 2013 de 07, de <http://www.aficionadosalamecanica.net/>:
<http://www.aficionadosalamecanica.net/alternador-reg.htm>

Aficionados a la Mecánica. (01 de 2011).
www.aficionadosalamecanica.com. Recuperado el 07 de 2013, de www.aficionadosalamecanica.com:
<http://www.aficionadosalamecanica.net/direccion.htm>

aficionados a la mecanica. (2012).
<http://www.aficionadosalamecanica.net/>. Recuperado el 07 de 2013, de <http://www.aficionadosalamecanica.net/alternador.htm>

aficionadosalamecanica. (2011).
<http://www.aficionadosalamecanica.net/>. Recuperado el 09 de 08 de 2013, de
<http://www.aficionadosalamecanica.net/transmisiones.htm>

Algaba, D. (09 de 2012). <http://www.slideshare.net/dialmi/estf-diapositivas-01-la-transmisin-en-los-vehiculosreducido>. Recuperado el 010 de 07 de 2013, de <http://www.slideshare.net/dialmi/estf-diapositivas-01-la-transmisin-en-los-vehiculosreducido>

Análisis de fractura. (01 de 2010). <http://www.analisisdefractura.com/>. Obtenido de <http://www.analisisdefractura.com/>: <http://www.analisisdefractura.com/fallas-por-desgaste/cavitacion-corrosion/>

astra-club. (22 de 4 de 2011). <http://astra-club.com.ar/>. Recuperado el 07 de 2013, de <http://astra-club.com.ar/viewtopic.php?f=45&t=8683>

Autobirf. (10 de 2011). <http://autobirf.blogspot.com>. Recuperado el 07 de 2013, de <http://autobirf.blogspot.com>: <http://autobirf.blogspot.com/2011/10/sistema-de-alimentacion.html>

automóvil. (s.f.). <http://www.sabelotodo.org/>. Recuperado el 07 de 2013, de <http://www.sabelotodo.org/automovil/sisescape.html>

AUTOTEK. (s.f.). <http://www.autotek.cl/2pintura.htm>. Recuperado el 13 de 8 de 2013, de <http://www.autotek.cl/2pintura.htm>

Bestratén, & Orriols. (s.f.). ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS. AMFE. SEAT, S.A.

CARLOSHR. (06 de 05 de 2009).

<http://electricidadyelectronica1814309.blogspot.com/>.

Recuperado el 11 de 07 de 2013, de

<http://electricidadyelectronica1814309.blogspot.com/2009/05/taller-6-fluidos.html>

chevrolet. (2013). <http://www.chevrolet.com.ec/>. Obtenido de

http://www.chevrolet.com.ec/posventa/mantenimiento0/inspeccion_18_puntos.html

Ciyela. (10 de 2011). www.ciyela.com. Recuperado el 07 de 2013, de

www.ciyela.com:

http://www.ciyela.com/index.php?option=com_content&view=article&id=13&Itemid=46

construmatica. (s.f.). <http://www.construmatica.com/>. Obtenido de

[http://www.construmatica.com/construpedia/C%C3%A1culo_de_Estructuras_de_Acero:_Caso_de_Esfuerzos_Axiales_\(Columnas\)](http://www.construmatica.com/construpedia/C%C3%A1culo_de_Estructuras_de_Acero:_Caso_de_Esfuerzos_Axiales_(Columnas))

corrosionlab. (s.f.). <http://www.corrosionlab.com/>. Recuperado el 13 de

8 de 2013, de <http://www.corrosionlab.com/papers/erosion-corrosion/erosion-corrosion.htm>

COSMOCAJ. (17 de 11 de 2008). <http://cadcamcae.wordpress.com/>.

Recuperado el 10 de 6 de 2013, de

<http://cadcamcae.wordpress.com/2008/11/17/%C2%BFque-es-el-desgaste/>

COSMOCAJ. (17 de 11 de 2008). <http://cadcamcae.wordpress.com/el-autor/>. Recuperado el 01 de 07 de 2013, de <http://cadcamcae.wordpress.com/2008/11/17/%C2%BFque-es-el-desgaste/>

cuencanet. (s.f.). <http://cuencanet.com.ec/>. Recuperado el 14 de 8 de 2013, de <http://cuencanet.com.ec/herramientas-electronicas-y-manuales/478-juego-de-llaves-22-psc-combinacion-sae-metrica-titan-17398-.html>

diablomotor. (s.f.). <http://www.diablomotor.com/>. Recuperado el 16 de 07 de 2013, de <http://www.diablomotor.com/2010/10/03/cambiar-discos-de-freno/>

dpv.misiones.gov.ar. (08 de 2012). <http://www.dpv.misiones.gov.ar>. Recuperado el 07 de 2013, de http://www.dpv.misiones.gov.ar: http://www.dpv.misiones.gov.ar/seguridadvial/index.php?option=com_content&view=article&id=165:luces-del-vehiculo&catid=4:normativa&Itemid=5

Easy auto diagnostics. (01 de 2012). <http://easyautodiagnosics.com/>. Recuperado el 07 de 2013, de http://easyautodiagnosics.com/: http://easyautodiagnosics.com/bad_starter_test/pruebas_motor_arranque_1.php

El chapista. (2008). <http://www.elchapista.com/index.html>. Recuperado el 2013 de 7 de 8, de http://www.elchapista.com/chasis_carrocerias_vehiculos.html

Electriauto. (01 de 2013). www.electriauto.com. Recuperado el 07 de 2013, de www.electriauto.com:

<http://www.electriauto.com/mecanica/sistema-de-lubricacion/componentes-del-sistema-de-lubricacion/>

Enrique, C. (Agosto de 2010). www.automecanico.com. Recuperado el Julio de 2013, de www.automecanico.com:

<http://automecanico.com/auto2002/motor4.html>

Gallegos, A. (07 de 2011). <http://alejandrog92.blogspot.com>.

Recuperado el 07 de 2013, de

<http://alejandrog92.blogspot.com>:

<http://alejandrog92.blogspot.com/2011/06/sistema-de-refrigeracion-averias-y.html>

gasnaturalfenosa. (2013). <http://www.empresaeeficiente.com/>.

Recuperado el Julio de 2013, de

<http://www.empresaeeficiente.com/es/catalogo-de-tecnologias/motores-alternativos-a-gas#ancla>

gosur. (05 de 06 de 2013). <http://www.gosur.com/>. Obtenido de

<http://www.gosur.com/es/ecuador/pichincha/quito-mapa/>

hymair. (11 de 5 de 2011). <http://www.hymair.es/>. Recuperado el 13 de

8 de 2013, de [http://www.hymair.es/wp-](http://www.hymair.es/wp-content/uploads/2011/05/PAT504.jpg)

[content/uploads/2011/05/PAT504.jpg](http://www.hymair.es/wp-content/uploads/2011/05/PAT504.jpg)

ignistraining. (s.f.). <http://www.ignistraining.net/>. Recuperado el 13 de

08 de 2013, de <http://www.ignistraining.net/torcometro-digital.html>

Infovisual. (01 de 2011). <http://www.infovisual.info>. Recuperado el 07 de 2013, de <http://www.infovisual.info>:
http://www.infovisual.info/05/011_es.html

KN Filtros. (01 de 2013). www.knfiltros.com. Recuperado el 07 de 2013, de www.knfiltros.com: <http://knfiltros.com/facts.htm>

M&PFernandez. (3 de 11 de 2009). <http://www.tallervirtual.com/>.
Recuperado el 10 de 8 de 2013, de
<http://www.tallervirtual.com/2009/11/03/diagnostico-del-sistema-de-direccion/>

Mas oportunidades. (08 de 2011). www.masoportunidades.com.ar.
Recuperado el 07 de 2013, de www.masoportunidades.com.ar:
<http://www.masoportunidades.com.ar/aviso/6273850-multiple-de-admision-y-escape-peugeot-405-gasolero-disponible-en-capital-federal>

Mecáncadelautomóvil. (s.f.).
<http://mecanicayautomocion.blogspot.com/>. Recuperado el 08 de 08 de 2013, de
<http://mecanicayautomocion.blogspot.com/2009/03/sistema-de-distribucion.html>

Mecánica del automóvil. (s.f.).
<http://mecanicayautomocion.blogspot.com/>. Recuperado el 08 de 08 de 2013, de
<http://mecanicayautomocion.blogspot.com/2009/03/sistema-de-distribucion.html>

Mecanicaautomotriz. (s.f.).

<http://www.slideshare.net/mecanicaautomotriz>. Recuperado el 2013 de 07 de 10, de

http://www.slideshare.net/mecanicaautomotriz/embrague-12777046?from_search=2

MIKELS. (s.f.). <http://www.tiendamikels.com/catalog/es/>. Recuperado el 13 de 8 de 2013, de

<http://www.tiendamikels.com/catalog/es/100-gato-patin-premier-con-tornillo-3t.html>

mpw.cl. (s.f.). <http://www.mpw.cl/>. Recuperado el 13 de 8 de 2013, de

http://www.mpw.cl/gatas_hidraulicas.htm

Muñoz, M. Á. (Febrero de 2012). www.manualvuelo.com. Recuperado el Julio de 2013, de www.manualvuelo.com:

<http://www.manualvuelo.com/SIF/SIF31.html>

NOSSO Electropartes. (01 de 2006). <http://www.nosso.com.ar>.

Recuperado el 07 de 2013, de <http://www.nosso.com.ar>:

http://www.nosso.com.ar/spanish/tech_topics/ecu_01.php

ONI. (04 de 2013). <http://www.oni.escuelas.edu.ar/>. Recuperado el 07 de 2013, de <http://www.oni.escuelas.edu.ar/>:

<http://www.oni.escuelas.edu.ar/olimpi99/autos-y-polucion/cataliza.htm>

- Peréz, F. G. (17 de 01 de 2010). www.innovaseals.com.mx. Recuperado el 02 de 07 de 2013, de http://innovaseals.com.mx/boletines/boletin09mayo/innovaseals_boletin_mayo02_no.9.html
- quito.olx. (05 de 05 de 2011). <http://quito.olx.com.ec/>. Obtenido de <http://quito.olx.com.ec/equipos-de-diagnostico-automotriz-diesel-y-gasolina-iid-188954759>
- Reparar coche. (01 de 2011). www.repararcoche.es. Recuperado el 07 de 2013, de [www.repararcoche.es: http://www.repararcoche.es/c-1751.html](http://www.repararcoche.es/c-1751.html)
- RepuestosValvulas. (01 de 2011). www.repuestosvalvulas.net. Recuperado el 07 de 2013, de www.repuestosvalvulas.net: <http://repuestosautomoviles.net/valvulas-de-escape/venta-valvulas-escape>
- Rioja Ocio motor. (01 de 2011). www.riojaociomotor.com. Recuperado el 07 de 2013, de www.riojaociomotor.com: <http://www.riojaociomotor.com/ficha.php?idSEC=&idCAT=&idp=7511>
- SERVICIODEFRENO. (03 de 08 de 2010). <http://www.serviciodefrenos.cl/>. Recuperado el 17 de 07 de 2013, de <http://www.serviciodefrenos.cl/2010/08/03/frenos-traseros/>

- simobladi. (04 de 10 de 2008). <http://simobladi.skyrock.com/>. Recuperado el 12 de 07 de 2013, de <http://simobladi.skyrock.com/4.html>
- solutionlift. (s.f.). <http://solutionlift.net/flashpage.html>. Recuperado el 13 de 8 de 2013, de http://solutionlift.net/polipastos_6.html
- solutionlift. (s.f.). <http://solutionlift.net/flashpage.html>. Recuperado el 13 de 08 de 2013, de http://solutionlift.net/polipastos_6.html
- solutionlift. (s.f.). <http://solutionlift.net/flashpage.html>. Recuperado el 13 de 8 de 2013, de http://solutionlift.net/polipastos_6.html
- TalonSport. (12 de 2004). www.hondaclub.com.ar. Recuperado el 07 de 2013, de www.hondaclub.com.ar: <http://foros.hondaclub.com.ar/threads/9605-Compro-Multiple-De-Escape-Civic>
- tijuiliando. (19 de 07 de 2012). <http://ww2.tijuiliando.com/>. Recuperado el 07 de 08 de 2013, de <http://ww2.tijuiliando.com/noticias/item/159-funcionamiento-del-%C3%A1rbol-de-levas>
- TRUPER. (s.f.). <http://ferreteriatruper.com/>. Recuperado el 14 de 8 de 2013, de http://ferreteriatruper.com.mx/index.php?route=product/product&product_id=3731
- UGAZZI, M. (31 de 9 de 2009). Recuperado el 10 de 8 de 2013, de <http://autos.aollatino.com/2009/03/31/guia-practica-para-conocer-todo-acerca-de-los-neumaticos/>

ANEXOS

ANEXO 1
IMPORTANCIA DE LA LUBRICACIÓN
VEHICULAR

MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL VEHÍCULO



Mantenimiento. El lubricante

LAS CUATRO PREGUNTAS BÁSICAS

- ¿Se utiliza el lubricante adecuado?
- ¿Se controla con frecuencia el nivel de aceite?
- ¿Se cambia el filtro a la vez que el aceite?
- ¿Se respetan los periodos de cambio en el manual?



Mantenimiento. El lubricante

¿Se utiliza el lubricante adecuado?

Sólo el empleo de los lubricantes que cumplan con los **niveles de calidad** exigidos por el fabricante garantiza el perfecto mantenimiento de su motor durante los periodos de servicio indicados en el manual de mantenimiento.

El empleo de lubricantes que cumplan **calidades no autorizadas** puede conllevar a una mayor suciedad del motor y a desgastes prematuros del mismo, disminuyendo las prestaciones y acortando la vida del motor.

El empleo de **Lubricantes GULF** garantiza una perfecta lubricación acorde con las necesidades del fabricante, superando los niveles de calidad requeridos en cada caso.



Mantenimiento. El lubricante

¿Se controla con frecuencia el nivel del aceite?

- < Es igualmente contraproducente el exceso como el defecto de aceite.
- < Un **sobrenivel** puede llevar tanto a un aumento de los desgastes por la formación de espumas como a consumos elevados.
- < Niveles **por debajo** del mínimo conducen a sobrecalentamientos excesivos y a un deterioro prematuro del aceite.
- < Con los actuales intervalos de sustitución empleando aceites sintéticos de altas prestaciones se hace necesario y fundamental **el Relleno**.



Mantenimiento. El lubricante

¿Se cambia el filtro a la vez que el aceite?

- < Los filtros deben depurar el aceite permanentemente.
- < Los largos periodos de sustitución actuales imponen el cambio del filtro con el aceite.
- < Si el filtro se sobrecarga el motor se ensucia y se acelera el desgaste del mismo.





Mantenimiento. El lubricante

¿Se respetan los intervalos de cambio del manual?

- El cambio de aceite se realiza para eliminar las diluciones por combustible, la contaminación por carbonillas, y las altas temperaturas...
- Prolongar la vida en el servicio del aceite puede poner en compromiso seriamente al motor
- Cuando se realizan condiciones de servicio severas (vehículo cargado, tráfico urbano, pistas de tierra, etc.) es conveniente verificar los niveles más a menudo y adelantar la sustitución del aceite

Mantenimiento. El lubricante ¿Qué es lo que debemos mirar en la lata?

Tipo de producto (Sintético, Mineral..)

Marca registrada (empresa)

Marca registrada (Producto)

Grado de viscosidad SAE

Consejos de utilización:

Aplicaciones, propiedades, tipo motor, combustible



Prestaciones Técnicas:
Especificaciones, Niveles, etc.

Especificaciones (ACEA, API)

Volumen

Mantenimiento. El lubricante

¿Qué es lo que debemos mirar en la lata?

- Más al detalle
- **NORMAS ACEA** (Asociación de Constructores Europeos) . Son las exigidas actualmente por los fabricantes europeos. Actualmente los niveles más altos son A3 para gasolina y B3 para Diesel
- **NORMAS API** (American Petroleum Institute). Siguen la evolución de las necesidades de los constructores USA. Actualmente los niveles más elevados se corresponden con los SJ (para gasolina) y CF (para Diesel)

Nivel de especificación / Nível de especificações :

ACEA : A3 / B3
 API : SJ / CF
 CCMC : G5 / PD2
 VW : 500.00 / 505.00

- **NIVEL SAE** de viscosidad.
 - Las cifras que preceden a la W (Winter: invierno) indican la viscosidad (fluidez) a baja temperatura. Cuanto más bajo sea el número, más fluido (menos viscoso) es el aceite en el arranque.
 - Las cifra que siguen la W nos indican la viscosidad (fluidez) a alta temperatura. Cuanto mayor sea el número, más viscoso será el aceite (menos fluido).





Mantenimiento. El lubricante

El filtro

Los filtros son de importancia vital y el complemento imprescindible del empleo de un buen aceite. ¿Por qué? ¿Qué hay que tener presente?

FUNCIÓN

- Deben asegurar el perfecto funcionamiento del motor reteniendo las partículas abrasivas, así como la suciedad que se va generando.
- Deben tener capacidad de “ensuciamiento” suficiente y retener partículas de un tamaño especificado.
- Deben asegurar la filtración durante el tiempo del cambio previsto para el aceite y resistir a tensiones térmicas y mecánicas.

ES FUNDAMENTAL

- Emplear recambios originales aprobados por el fabricante
- Cambiarlos con cada sustitución del aceite



Mantenimiento. El lubricante

Las reposiciones

El consumo de aceite es normal en el motor, pero si este es excesivo, puede indicar un mal funcionamiento. La procedencia puede ser de diversas causas:

- ✓ Uso del lubricante inadecuado (elevada tendencia a evaporarse)
- ✓ Tipo de conducción a altos regímenes de giro
- ✓ Estado mecánico del equipo (motores antiguos)

El nivel de aceite debe de encontrarse entre las marcas mín. y máx., reponiendo hasta la zona intermedia en caso de emergencia.

La verificación del nivel de aceite se hace a partir de los 5000 Km y cada 2000 Km , y siempre, antes de comenzar un largo recorrido.



Mantenimiento. El lubricante

Por qué y cuándo cambiar el aceite

¿Por qué?

El aceite se degrada y pierde propiedades como consecuencia de:

- Alta temperatura de servicio
- Hollín, carbón combustible, agua, etc. que aparecen en su seno
- Consumo de los aditivos por el uso

¿Cuándo?

En función de:

- Prestaciones Técnicas del motor y la calidad del Lubricante empleado
- Tipo de conducción, servicio

¿Quién lo establece?:

- Sólo el constructor mediante pruebas específicas a tal fin, puede establecer estos periodos. Esto se contempla en el libro de mantenimiento

Fuente:

<http://www.museoseat.com/biblioteca/manuals%20varis/gulf/mant.%20vehiculo%20lubricante.pdf>