



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

MÉTODOS DE AHORRO DE COMBUSTIBLE EN MOTORES INYECTADOS A GASOLINA

David Dagoberto Ruiz Santizo

Asesorado por el Ing. Byron Giovanni Palacios Colindres

Guatemala, septiembre de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MÉTODOS DE AHORRO DE COMBUSTIBLE EN
MOTORES INYECTADOS A GASOLINA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

DAVID DAGOBERTO RUIZ SANTIZO

ASESORADO POR EL ING. BYRON GIOVANNI PALACIOS COLINDRES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Byron Giovanni Palacios Colindres
EXAMINADOR	Ing. Roberto Guzmán Ortiz
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Ramírez Ortiz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

MÉTODOS DE AHORRO DE COMBUSTIBLE EN MOTORES INYECTADOS A GASOLINA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha octubre de 2011.


David Dagoberto Ruiz Santizo

Guatemala, 13 de Junio del 2012

Ingeniero

Julio César Campos Paiz

Director de Escuela de Ingeniería Mecánica

Facultad de Ingeniería

Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director:

Por este medio me dirijo a usted, para informarle que he llevado a cabo la asesoría del trabajo de graduación **MÉTODOS DE AHORRO DE COMBUSTIBLE EN MOTORES INYECTADOS A GASOLINA**, presentado por el estudiante David Dagoberto Ruiz Santizo con carné 2006-10969, de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.

El trabajo se ha desarrollado de acuerdo con el programa y objetivos iniciales, y considero que llena los requisitos académicos para ser aprobado como trabajo de graduación.

Agradeciendo su atención, me suscribo a usted.

Atentamente,

(f)



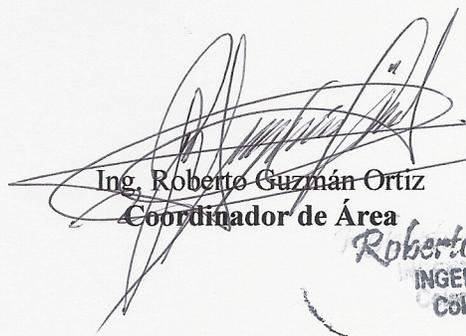
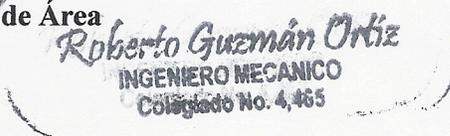
Ing. Byron Giovanni Palacios Colindres
Ingeniero Mecánico Colegiado 5641
ASESOR

Ing. Byron G. Palacios C.
Colegiado No. 5641



El Coordinador del Área Térmica de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado MÉTODOS DE AHORRO DE COMBUSTIBLE EN MOTORES INYECTADOS A GASOLINA, del estudiante **David Dagoberto Ruiz Santizo**, recomienda su aprobación.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Roberto Guzmán Ortiz
Coordinador de Área

Roberto Guzmán Ortiz
INGENIERO MECANICO
Colegiado No. 4,465

Guatemala, agosto de 2012.

/behdei

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con la aprobación del Coordinador del Área Térmica, al Trabajo de Graduación titulado **MÉTODOS DE AHORRO DE COMBUSTIBLE EN MOTORES INYECTADOS A GASOLINA** del estudiante **David Dagoberto Ruiz Santizo**, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Julio César Campos Paiz'.

Ing. Julio César Campos Paiz
DIRECTOR



Guatemala, septiembre de 2012

JCCP/behdei



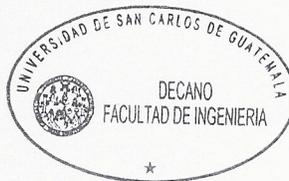
DTG. 464.2012

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **MÉTODOS DE AHORRO DE COMBUSTIBLE EN MOTORES INYECTADOS A GASOLINA**, presentado por el estudiante universitario **David Dagoberto Ruiz Santizo**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 25 de septiembre de 2012.



/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por su fidelidad en mi vida.
Mis padres	David Dagoberto Ruiz Molina y Dora Amalia Santizo de Ruiz, quienes me han dado todo lo necesario para desarrollarme espiritual y académicamente.
Mis hermanas	Andrea e Ilia, quienes me han apoyado en el transcurso de mi vida.
Andrea Calderón	Quien es mi sonrisa y el amor de mi vida.
Mis amigos y amigas	Quienes, aunque son pocos, se que cuento con ellos para toda la vida.
La familia Ruiz Santizo	Quienes han influenciado positivamente mi vida.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por darme la vida, mis dones y habilidades.
Universidad San Carlos de Guatemala	Por sobrepasar mis expectativas académicas.
Mi asesor, Ing. Byron Palacios	Por tomarse el tiempo de guiarme y motivarme a la excelencia.
Mis compañeros de estudio	Por ser parte de mis éxitos durante la carrera.
Mis demás revisores	Por hacer de este trabajo de graduación otro éxito.
Mis catedráticos	Por compartir su conocimiento y experiencias conmigo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. EN BUSCA DE LA ECONOMÍA (MARCO TEÓRICO).....	1
2. CONDUCIENDO CORRECTAMENTE	7
2.1. Antes de tomar el volante	8
2.1.1. Compra de vehículo.....	8
2.1.2. Mantenimiento	9
2.1.3. Arranque	10
2.1.4. Aerodinámica.....	11
2.1.5. Peso adicional	12
2.1.6. Postura correcta	13
2.2. Empezando la travesía.....	14
2.2.1. Accesorios que consumen combustible	15
2.2.2. Iniciando la marcha.....	15
2.2.3. Subidas y bajadas	17
2.2.4. Curvas	18
2.2.5. La anticipación y la previsión.....	18
2.3. Llegando al destino.....	19
2.3.1. Rodaje por inercia.....	19

2.3.2.	Paradas prolongadas	20
2.4.	Resultados y beneficios	20
2.5.	Implementación	21
2.6.	Puestas a prueba	22
2.6.1.	Comportamientos del sujeto 1	23
2.6.2.	Comportamientos del sujeto 2.....	24
2.6.3.	Comportamientos del sujeto 3.....	26
2.7.	Resumen de resultados	27
3.	MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UN AUTOMÓVIL.....	31
3.1.	Mantenimientos regulares	31
3.1.1.	Neumáticos	32
3.1.2.	Aceite	33
3.1.3.	Filtros.....	35
3.1.4.	Bujías	37
3.1.5.	Batería.....	38
3.1.6.	Radiador.....	40
3.1.7.	Sistema de inyección	42
3.1.8.	<i>Overhaul</i>	43
3.2.	Evaluaciones	44
3.2.1.	Prueba de compresión	45
3.2.2.	Análisis de gases	46
3.2.3.	Verificaciones eléctricas.....	48
4.	DISPOSITIVOS PARA AHORRAR COMBUSTIBLE	51
4.1.	Poniéndolos a prueba	51
4.1.1.	<i>Turbonator</i>	53
4.1.1.1.	Instalación	54
4.1.1.2.	Promete.....	55

4.1.1.3.	Resultado de las pruebas.....	56
4.1.2.	Tornado	57
4.1.2.1.	Instalación	58
4.1.2.2.	Promete	59
4.1.2.3.	Resultado de las pruebas.....	60
4.1.3.	<i>Powermag</i>	61
4.1.3.1.	Instalación	62
4.1.3.2.	Promete	64
4.1.3.3.	Resultado de las pruebas.....	65
4.1.4.	Resumen de pruebas	66
CONCLUSIONES		69
RECOMENDACIONES		71
BIBLIOGRAFÍA		73

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Etiqueta voluntaria con comparativa de consumo y emisiones del vehículo	9
2.	Fuerza que ha de vencer el motor en función a la velocidad del mismo.....	12
3.	Posición correcta del respaldo	14
4.	Consumo en función de la velocidad para las diferentes marchas de la caja de cambios.....	16
5.	Resultados de las pruebas del sujeto 1	24
6.	Resultados de las pruebas del sujeto 2	25
7.	Resultados de las pruebas del sujeto 3	27
8.	Comparación entre los tres sujetos de prueba.....	28
9.	Desgaste de los neumáticos por tipo de presión	33
10.	Aspecto normal de una bujía.....	38
11.	Composición de los gases de escape en un motor de gasolina	48
12.	Resultados de las pruebas del sujeto 1	53
13.	<i>TURBONATOR</i> (vista lateral y trasera, de izquierda a derecha).....	54
14.	Ilustraciones de los tres pasos de instalación del <i>TURBONATOR</i>	55
15.	Resultados de las pruebas del <i>TURBONATOR</i>	56
16.	<i>TORNADO</i>	57
17.	Ilustraciones de los tres pasos de instalación del <i>TORNADO</i>	58
18.	Efecto que provoca el <i>TORNADO</i> dentro de la manguera	59
19.	Resultados de las pruebas del <i>TORNADO</i>	61
20.	<i>POWERMAG</i>	62

21.	Ilustraciones de los tres pasos de instalación del <i>POWERMAG</i>	63
22.	Proceso de ionización	64
23.	Resultados de las pruebas del <i>POWERMAG</i>	66
24.	Comparación de los resultados entre sujeto 1 y todos los dispositivos	67

TABLAS

I.	Resultados de las pruebas del sujeto 1	23
II.	Resultados de las pruebas del sujeto 2	25
III.	Resultados de las pruebas del sujeto 3	26
IV.	Comparación entre los tres sujetos de prueba	28
V.	Resultados de las pruebas del sujeto 1	52
VI.	Resultados de las pruebas del <i>TURBONATOR</i>	56
VII.	Resultados de las pruebas del <i>TORNADO</i>	60
VIII.	Resultados de las pruebas del <i>POWERMAG</i>	65
IX.	Comparación de los resultados entre sujeto 1 y todos los dispositivos	67

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
bar	Bar
cc	Centímetros cúbicos
CO	Monóxido de carbono
CO₂	Dióxido de carbono
gal	Galones
°C	Grados Celsius
HC	Hidrocarburo
H₂O	Dióxido de hidrógeno
kg	Kilogramos
km	Kilómetros
l	Litros
m	Metros
mm	Milímetros
MPG	Millas por galón
O₂	Oxígeno
N₂	Nitrógeno
NO_x	Óxido de Nitrógeno
%	Por ciento
psi	<i>Pound per square inch.</i> (libra por pulgada cuadrada)
“	Pulgadas
rpm	Revoluciones por minuto
s	Segundo

GLOSARIO

Acelerador	Mecanismo que permite aumentar las revoluciones del motor de combustión interna.
Aerodinámica	Vehículo que tiene la forma adecuada para disminuir la resistencia del aire.
Anticongelante	Es el líquido que se añade al agua del radiador de los motores para darle las condiciones óptimas.
Automóvil	Vehículo movido por un motor de explosión o combustión interna, destinado al transporte terrestre sin carriles.
Avería	Daño, deterioro que impide el funcionamiento de algo.
Cámara de combustión	Parte del motor donde se realiza la combustión del combustible con el aire.
Combustible	Sustancia que puede arder.
Cuentarrevoluciones	Aparato que mide las revoluciones de un motor.
Decalaje	Intervalo de tiempo.

Emisión	Exhalación o expulsión de algo hacia fuera.
Engranada	Encajar los diente de una rueda.
Hidrocarburos	Cada uno de los compuestos químicos resultantes de la combinación del carbono con el hidrógeno.
Inercia	Resistencia de los cuerpos para cambiar su estado de reposo o de movimiento sin la intervención de alguna fuerza.
Lámpara estroboscópica	Instrumento que permite visualizar un objeto que está girando como si estuviera inmóvil.
Lubricante	Sustancia útil para mejorar las condiciones de deslizamiento de las piezas.
Mantenimiento	Es el conjunto de operaciones que se hacen sobre una máquina, con el fin de mantener su buen estado de uso y funcionamiento.
Mantenimiento correctivo	Consiste en reparar o sustituir componentes de la máquina que han fallado y han provocado una avería.
Mantenimiento preventivo	Es aquel que se hace en previsión de que algún elemento pueda fallar por su desgaste o uso.

Marcha	En el cambio de velocidad, cualquiera de las posiciones motrices.
Mezcla aire/combustible	Mezcla comprimida por el pistón, dentro de la cámara de combustión.
Multímetro	Instrumento eléctrico portátil para medir directamente magnitudes eléctricas activas como corrientes, potenciales y otras.
Osciloscopio	Instrumento que registra oscilaciones de magnitudes electromagnéticas.
Potencia	Cantidad de trabajo que se realiza en una unidad de tiempo.
Ralentí	Número de revoluciones por minuto a las que debe funcionar un motor de combustión interna cuando no está acelerando.
Repostar	Abastecer de provisiones o combustible.
Rodaje	Situación en que se halla un automóvil mientras no ha rodado la distancia inicial prescrita por el conductor.

Sunroof

También llamado techo practicable. Es ventana retráctil en el techo de un automóvil que permite la entrada de luz o aire fresco a la cabina de pasajeros.

RESUMEN

Actualmente los precios altos del combustible han ocasionado que la gente ponga más atención al consumo de su automóvil y algunas veces, resulta que éste gasta más combustible de lo debido. Puede que esto sea consecuencia de algunos factores como: técnicas de conducción que no se adaptan a la nueva tecnología de los automóviles o la falta de mantenimiento de estos. En el siguiente trabajo se propondrán dos herramientas para corregir estos factores.

En el segundo capítulo se presenta la primera herramienta que alienta a acelerar más para gastar menos. Suena un poco ilógico, pero no con la conducción eficiente. Se logrará utilizando técnicas como la posición correcta para conducir, frenar aprovechando la inercia del automóvil, llegar a la marcha más alta posible y moderar el uso de algunos instrumentos que posee el automóvil.

Tres sujetos pusieron a prueba algunas técnicas de la conducción eficiente, para comprobar que, utilizándolas, se puede obtener un ahorro significativo de combustible. Se presentarán en tablas y gráficas los resultados de tres sujetos de prueba. Uno de estos aplicó algunas de las técnicas presentadas en el trabajo y los demás no se les informaron ni solicitaron ninguna. Se expondrá el promedio de estos resultados y se compararán entre sí.

Como segunda herramienta se presenta el adecuado mantenimiento programado o preventivo que le darán al motor una larga vida útil, y durante ésta, aprovechará al máximo el combustible. En el tercer capítulo se expondrán de una forma breve dichos mantenimientos.

Estos se dividen en dos: los primeros son mantenimientos periódicos, estos se efectúan semanal, mensual o anualmente. Se prefiere consultar el manual del usuario para conocer el tiempo de uso o kilometraje recorrido que deben de tener las piezas involucradas en la compresión y quema correcta de la mezcla aire/combustible.

Los segundos son evaluaciones, éstas, a diferencia de los mantenimientos regulares, son muy difíciles de realizar por el usuario. Ejecutarlas implica utilizar herramientas e instrumentos más complejos, que solo pueden ser manejadas por personas experimentadas.

Como algo extra, el sujeto que obtuvo el mayor ahorro de combustible en las pruebas anteriores, puso a prueba tres dispositivos que prometen disminuir el gasto excesivo de combustible en el automóvil. Los resultados se expondrán en el último capítulo luego de una breve descripción de los dispositivos puestos a prueba. Al igual que los resultados de las pruebas anteriores, se presentará el promedio de éstas y se compararán entre sí, para demostrar su efectividad.

Las herramientas presentadas en dicho trabajo, pueden ser empleadas por los propietarios de automóviles fabricados de 1994 en adelante, año en que empezó a aplicar la inyección electrónica. Como resultado se disminuirá la incidencia de los factores que provocan el consumo excesivo de combustible.

OBJETIVOS

General

Proponer dos herramientas que ayuden a disminuir la incidencia de los factores que provocan el consumo excesivo de combustible en los motores inyectados por gasolina.

Específicos

1. Proponer un método efectivo de conducción del automóvil para disminuir o evitar el gasto excesivo de combustible.
2. Proponer una guía sencilla de mantenimiento preventivo, para los motores de combustión interna a gasolina, que contribuya a evitar el gasto excesivo de combustible debido al mal mantenimiento.
3. Probar tres dispositivos para el ahorro de combustible, y presentar los resultados.

INTRODUCCIÓN

Gracias a varios avances tecnológicos como la rueda y el fuego, la raza humana logró revolucionar los medios de transporte. Uno de estos medios de transporte es el automóvil cuyo origen e imagen se puede remontar hasta la carreta. Su característica principal es que este es movido gracias a un motor, de allí deriva uno de sus nombres: automotor. El motor es un conjunto de piezas que necesitan solamente tres sustancias clave para su funcionamiento, y una de ellas es el combustible.

A través del desarrollo del motor se han descubierto una variedad de combustibles, pero el más usado en la actualidad es la gasolina. Desde sus inicios al final de los años 30 en México, la gente se dio cuenta que el petróleo se volvería un gran negocio y un negocio del cual se llegaría a ser tan dependientes, que sin importar el precio que tuviera, nunca se dejaría de comprar. Este es un tema que está en boca de todos en el Siglo XXI, aquel recurso del cual se depende tanto, ha ido aumentando su precio, sin importar las consecuencias que trae a la humanidad.

Aquel grupo de piezas, que se llama motor, toma esta sustancia tan importante para su funcionamiento y, cuando funciona debidamente, logra utilizar solamente lo que necesita con gran eficiencia. Sin embargo, llega a un momento, acompañado de varios factores, en el cual comienza a gastar más de lo que debe.

Hay que tomar en cuenta que no es normal que el motor gaste más combustible del que debe.

Hay dos factores a los que se puede atribuir el aumento del consumo, son los siguientes: una forma incorrecta de conducir y un mal mantenimiento que se le proporciona durante el tiempo de uso del motor.

Estos dos factores terminarán provocando consecuencias como: pérdida de potencia, situación que aumentará entre más tiempo transcurra, reduciendo así la vida útil del motor y terminando en la consecuencia más dolorosa para un ser humano en la actualidad: la pérdida económica.

Por ello, en este trabajo, se propondrán varias herramientas para reducir la incidencia que tienen estos factores en el gasto excesivo de combustible en motores inyectados a gasolina. Se analizarán los factores con los conocimientos de ingeniería dados a la humanidad hasta ahora, mostrando su nivel de incidencia y, como se mencionó anteriormente, proporcionando herramientas que reduzca su consumo.

Adicionalmente, se pondrán a prueba tres dispositivos disponibles actualmente para el ahorro de gasolina. Se expondrán los resultados presentando un promedio de estos y al final se compararán entre sí para conocer los porcentajes de combustible que se ahorra al utilizarlos o que gasta a consecuencia de su uso.

1. EN BUSCA DE LA ECONOMÍA

Luego de mantenerse a un precio constante por 3 años, en abril del 2006 el precio del barril de petróleo comienza a subir sin esperanza de volver a su precio original. A consecuencia de esto, todos los derivados de este recurso natural limitado, empiezan también a aumentar sus precios en todos los países del mundo, sin excepción.

Esta situación ha afectado en cascada el precio de todos los productos que se ven afectados directa o indirectamente por el alza de los hidrocarburos. Esta alza ha afectado especialmente los bolsillos de aquellos que poseen un automóvil por la incidencia directa en el costo de los combustibles.

Los propietarios comenzaron desde entonces a buscar la manera de bajar el consumo de combustible. Lastimosamente para muchos esto no fue suficiente, a pesar de ahorrar evitando el consumo, persistía el problema: el gasto excesivo de gasolina en sus automóviles; estos se gastaban rápidamente el poco de combustible que se les introducía. Solo un pequeño grupo de personas, aquellos que se toman el tiempo para investigar soluciones necesarias a este problema, puede tener la oportunidad de solucionarlo debidamente.

Dentro de las soluciones se pueden plantear tres tipos: la primera solución es inmediata, esta se basa en la forma correcta de conducir. Si se ve a una persona que posee licencia de conducir, se asume que esta conoce la manera correcta de conducir; pero esto no es cierto porque, solo una, es la manera correcta que proporcionará el adecuado consumo del combustible.

En octubre del 2005 el Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE), definió el concepto de, Conducción Eficiente y, junto con esto, publicó un instructivo nombrado de la misma manera.

En la portada se puede leer: "Un nuevo estilo de conducción que logra importantes ahorros de carburante, reducción de emisiones y que mejora la seguridad", una frase que describe el todo del instructivo y la cual anima a tomarlo seriamente. Este instructivo se apoya en dos técnicas básicas, el cambio correcto de las velocidades y el aprovechamiento de la inercia del automóvil.

Al aprender a conducir, ya sea en una escuela de conducción o la autoenseñanza, algunas personas creen que lo que importa al final de todo es que el automóvil camine y que esto se logra acelerando hasta que ya no aumente la velocidad y luego cambiando inmediatamente de velocidades.

En la primera técnica propuesta por el manual, se entiende mejor cuando dicen que en los automóviles con inyección computarizada a gasolina, el rango correcto para el cambio de velocidad es entre 2 000 a 2 500 rpm. Esto ayudará a llegar a la velocidad más larga en el menor tiempo posible, provocando un consumo correcto de combustible por parte del motor. Esto se debe lograr evitando pisar el acelerador no más del 75% de su capacidad, puesto que, al pisar a fondo, la computadora interpreta esto como una necesidad de potencia e inyecta más gasolina de lo necesario.

Otra técnica es el aprovechamiento de la inercia del automóvil. Esta técnica se usa en dos momentos, los cuales son muy repetitivos al momento de conducir en las zonas urbanas: frenado a cero y curvas.

El aprovechamiento de la inercia se refiere a dejar de pisar por completo el acelerador en un momento determinado dejando que el automóvil utilice su velocidad residual, sin la ayuda del motor, y manejándola solamente con la ayuda del freno. A esto se le llama inercia, la cual, es la propiedad que tiene un cuerpo de conservar su estado de movimiento, mientras no se aplique sobre ellos alguna fuerza. Al momento de realizar esta técnica, se reducirá significativamente el consumo.

Al pensar en estas técnicas, ya no se debe atribuir el gasto excesivo a la falta de talento y mucho menos a la escuela de conducción, sino a la falta de conocimiento y aplicación de las técnicas anteriormente mencionadas.

Junto con esta falta de conocimiento se encuentra la falta de mantenimiento preventivo y correctivo. El humano está acostumbrado a resolver sus problemas al momento que ocurren, entonces la parte del mantenimiento correctivo ya está cubierta, pero ¿qué pasa con el mantenimiento preventivo?, este es aquel que ayuda a detectar fallos repentinos, aumentar la vida útil de equipos y a disminuir costos de reparación.

El mantenimiento preventivo más mencionado por todo experto de la mecánica es el servicio de 5 000 kilómetros por ser el más inmediato. Otro que se puede mencionar es el más alejado, el de 40 000 kilómetros. En cada uno de estos servicios, y los que se encuentran entre estos, se deben realizar diferentes rutinas de mantenimiento, desde la revisión de luces hasta un *overhaul*. Está altamente comprobado que, al realizar cada uno de estos servicios a su tiempo o kilometraje debido, no sólo le ayudará a reducir las fallas en su automóvil, sea el modelo que sea, sino también le alargará la vida útil al mismo.

Paralelo a esto dos beneficios se encuentran la disminución en el gasto excesivo de combustible del motor, que es el resultado que más interesa resaltar. Un ejemplo es el *overhaul*, esto se trata de una reparación mayor y es más como una reconstrucción del motor. Esto resolverá el principal problema de los automóviles con mal mantenimiento, la quema incorrecta del combustible, provocando desde el principio, que el motor queme la relación aire combustible correcta de 12:1.

El mantenimiento preventivo no solamente consiste en servicios a un kilometraje específico, sino también se incluye aquellos servicios diarios, mensuales o anuales, los cuales pueden afectar en gran manera en el gasto de combustible del automóvil.

El más fácil de realizar, pero también en el que los conductores son más negligentes, es la revisión de la presión correcta en las llantas. Este puede ser un arma de dos filos a su bolsillo. Teniendo conocimiento de que las llantas con su presión abajo del nivel correcto puede llegar a aumentar el gasto de combustible por cada milla en un 0,3% por cada psi en total de todas las llantas.

Algunos conductores tienden a inflar las llantas varios psi sobre el nivel correcto, creyendo que esto va a disminuir el consumo de combustible. Esta mentalidad es 100% correcta, pero la parte que hace falta y que no muchos la saben es, que ese ahorro que se realizó, se gastará en el cambio continuo de llantas por el daño que esta acción les provoca y, en la resolución de aquellos accidentes que sean provocados por la falta de agarre de los neumáticos cuando las circunstancias lo ameriten.

El mantenimiento preventivo es efectivo en reducir el gasto excesivo de combustible, pero solamente si se hace a su tiempo y de la forma correcta.

Gracias al deseo de mejorar que posee el ser humano, algunas personas se pusieron a pensar si había una forma extra para poder resolver el problema del gasto excesivo de combustible. Así que estas personas crearon y comercializaron los dispositivos de ahorro de combustible.

Después de un tiempo y gracias al Internet, estos empezaron a surgir como flores en primavera. Muchos de estos prometen mejorar el kilometraje desde un 20% a un 40%, y algunos ofrecen un porcentaje sobrenatural de un 300%. Los dos dispositivos más famosos son: imanes milagrosos y generador de vórtice.

El primer dispositivo, los imanes milagrosos, se colocan en las mangueras donde pasa la gasolina, al pasar esta por los imanes, los creadores del dispositivo afirman que estos romperán las agrupaciones de las moléculas de la gasolina y esto le permitirá al motor quemarla más eficientemente, reduciendo las emisiones y hasta aumentara algunos caballos de fuerza.

En el segundo dispositivo, los inventores del generador de vórtice, aseguran que al colocar su dispositivo a la entrada de aire del motor, este provocará la entrada de aire en forma de vórtice, permitiendo que el aire se mezcle de una forma más eficiente con el combustible, lo que hará que este se quemara por completo en la cámara de combustión.

Muchos métodos y dispositivos para el ahorro de gasolina, han surgido en los últimos años, proponiendo soluciones para reducir el gasto excesivo de gasolina en motores de combustión interna.

En los capítulos siguientes, se pondrán a prueba algunas de estas técnicas de conducción junto con los dispositivos de ahorro de gasolina, y luego se expondrán los resultados de una manera explícita, para que todo aquel que lo lea, pueda entenderlos por completo, y si se da la oportunidad, que pueda poner en práctica cada uno de estos y economizar combustible.

2. CONDUCIENDO CORRECTAMENTE

En los últimos años se han visto grandes avances en el área automovilística, principalmente avances tecnológicos. Hay un área que se ha descuidado bastante y muchas personas no le ponen la debida atención, la forma de conducir.

Hoy día se ha tenido mayor conciencia del consumo de combustible que se tiene diariamente. Esto debido al aumento de los precios en la compra y venta de hidrocarburos. Cuando el humano empieza a sentir que algo está afectando su estilo de vida o hay una posibilidad de esto, comienza a buscar soluciones para evitarlo. En esto se han centrado los avances tecnológicos.

El Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), con el soporte de la Comisión Europea, presenta un nuevo estilo de conducción que se adapta a las nuevas tecnologías en los automóviles, se le llamó: Conducción Eficiente. Uno de los pilares para este nuevo estilo es: acelerar más para gastar menos. Para muchos este concepto es completamente ilógico, pero la intención en este capítulo es presentar la conducción eficiente como primera opción para la necesidad de ahorro de combustible.

Con la conducción eficiente se obtiene un ahorro de combustible de hasta 15% y una reducción de emisiones nocivas en la misma proporción. Cabe destacar que las técnicas de este nuevo estilo de conducir se pueden aplicar a todos los vehículos fabricados en 1994 en adelante, año en que se empezó a aplicar la inyección electrónica.

2.1. Antes de tomar el volante

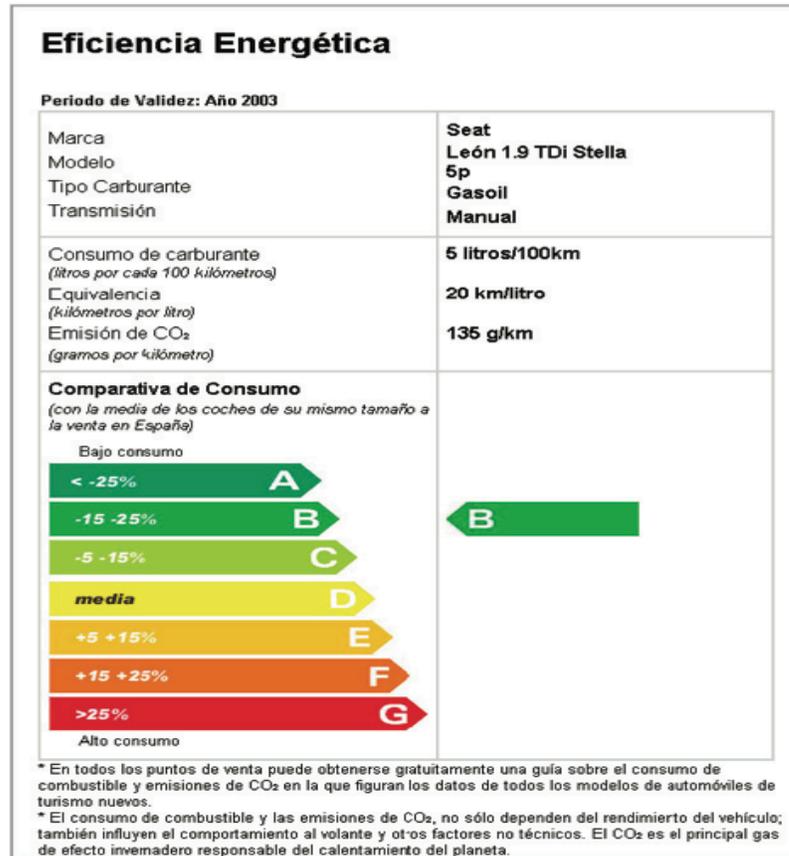
No hay que apresurarse. Hay que poner en práctica algunas técnicas antes de emprender la travesía y hacer todo lo posible para reducir el gasto excesivo de combustible.

2.1.1. Compra de vehículo

El ahorro de combustible comienza con la compra de vehículo con eficiencia energética.

En la actualidad los automóviles europeos en el mercado exhiben de forma clara y visible un etiquetado energético en el que se presenta el consumo relativo del vehículo con un color determinado, que indica inmediatamente si el vehículo utiliza más o menos combustible que otros vehículos de tamaños similares. Un comprador inteligente tomará en cuenta esta información para el momento de tomar la decisión de compra de su automóvil.

Figura 1. **Etiqueta voluntaria con comparativa de consumo y emisiones del vehículo**



Fuente: IDAE. La conducción eficiente. p. 10.

2.1.2. Mantenimiento

El mantenimiento es el conjunto de operaciones y trabajos que se hacen sobre una máquina que puede incluir o no la sustitución o reparación de componentes o sistemas, con el fin de mantener su buen estado de uso y funcionamiento, o bien de restituirlo si ha dejado de funcionar correctamente por causa de una avería.

Como a toda máquina, al automóvil se le debe realizar su debido mantenimiento, ya sea predictivo, preventivo o correctivo para que funcione correctamente. Se debe de tener en cuenta que un automóvil gastará más combustible si este no está funcionando correctamente. Así que el resultado de un buen mantenimiento al automóvil junto con la conducción eficiente será un ahorro significativo del combustible que se utilice.

En el capítulo 3 se dará un plan de mantenimiento más detallado para el automóvil.

2.1.3. Arranque

Al momento de arrancar el automóvil es importante no presionar el acelerador. Antes esta acción era necesaria por la falta de automatización en el encendido del motor, pero actualmente, gracias a los sistemas de inyección electrónica esto ya no es necesario. El pisar el acelerador redundaría en un mayor consumo de combustible y en un desajuste de la electrónica del encendido.

Otra mejora en este tipo de automóvil es que ya no es necesario prender con anticipación el automóvil para que se caliente, esta acción no aportará ninguna ventaja. En la actualidad los motores mantienen una pequeña capa de lubricante en sus mecanismos a pesar de no haber sido utilizado durante un período tiempo, por lo que el motor necesitará un par de segundos para lubricarse y estar listo para su utilización.

2.1.4. Aerodinámica

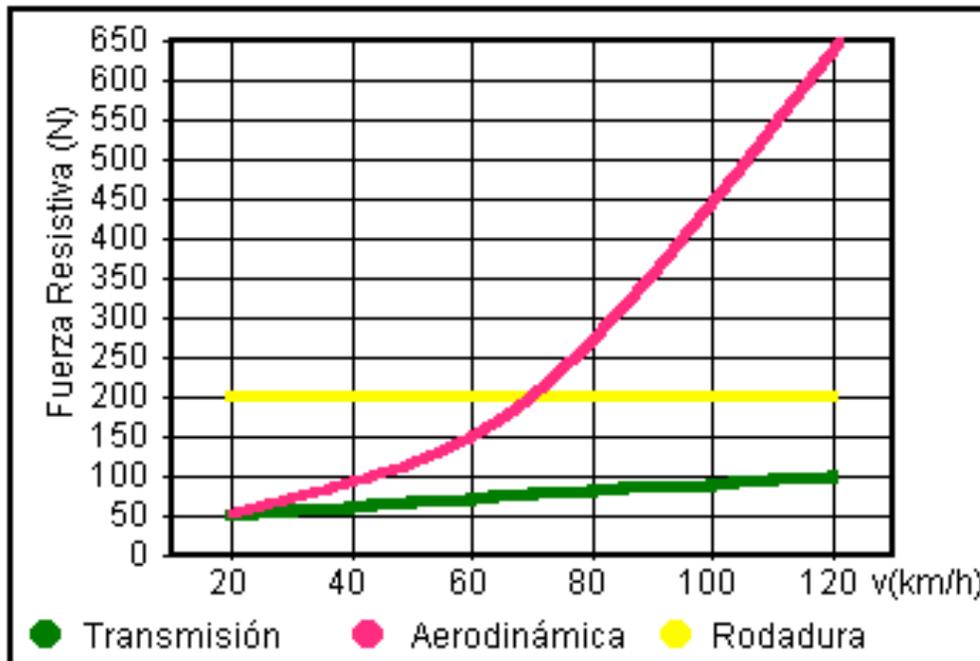
Aunque la aerodinámica es uno de los factores que contribuye de manera fundamental a dar un aspecto más o menos atractivo al automóvil, no es ésta su única función, la aerodinámica también influirá en el gasto de combustible del automóvil.

Al circular, el automóvil interacciona con el aire y esto provoca la aparición de dos tipos de flujo: flujo externo debido al paso del aire por la superficie exterior del automóvil y flujo interno debido al aire que pasa, por ejemplo, por el motor, ambos flujos afectan el desplazamiento del automóvil.

Cuando se decide llevar equipaje en el automóvil se tiene que tener en mente no entorpecer el paso del flujo externo. Por ejemplo: el uso de equipaje en el techo o bicicletas en la parte trasera exigirá un mayor esfuerzo del motor para hacer avanzar el automóvil.

Estudios realizados por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDEA), muestran que al circular a 120 kilómetros por hora con equipaje en el techo puede aumentar el gasto de combustible en un 20%. Otros elementos que dificultan el avance del vehículo por inferir en su aerodinámica son las antenas grandes y las ventanas abiertas, las cuales pueden llegar a suponer un aumento de consumo en un 5% a unos 100 kilómetros por hora, que puede ascender a un 15% si se abre el techo practicable o *sunroof*.

Figura 2. **Fuerza que ha de vencer el motor en función a la velocidad del mismo**



Fuente: IDAE. La conducción al menor coste. p. 5.

Como se ve en la figura 2, un poco más allá de los 60 kilómetros por hora, la resistencia aerodinámica es la fuerza más importante a vencer.

2.1.5. **Peso adicional**

El peso del automóvil tiene un efecto sustancial sobre el consumo de gasto de combustible. Una carga extra de 100 kilogramos en un vehículo de gama media de 1 500 kilogramos supone un gasto extra de un 7%. Y así por cada peso adicional el gasto aumenta en 1-2%.

Se debe evitar el peso innecesario dentro del vehículo.

2.1.6. Postura correcta

Cuando se ajusta el asiento generalmente se prefiere la posición más cómoda para conducir, pero probablemente no es la correcta. Las consecuencias que puede tener por una mala postura al conducir son:

- Mala visibilidad
- Mal uso del volante y pedales
- Incomodidad
- Inseguridad
- Gasto excesivo de combustible

Si el automóvil lo permite se debe posicionar el volante en una posición donde se tenga la mayor visibilidad posible. La altura del asiento se debe ajustar hasta lograr una distancia de un puño entre el techo y la cabeza del conductor.

Luego de ajustar el volante se debe ajustar correctamente el respaldo, esto se consigue estirando los brazos sobre la parte superior del volante y el aro de este debe de pasar por debajo de las muñecas.

También se debe de tener una correcta posición de la parte baja del asiento. La distancia apropiada de la parte baja del asiento se logra apretando el *clutch* hasta el fondo, la distancia se ajustará hasta que la pierna izquierda con el pedal hasta el fondo deberá estar flexionada más o menos a una distancia de cuatro dedos entre el asiento y la rodilla.

Figura 3. **Posición correcta del respaldo**



Fuente: Autocosmos México. Centro dinámico pegaso. Consulta: 20 de abril del 2012.

La colocación muy delante de la parte baja del asiento, aplica demasiada fuerza a los pedales, esto no solo es incómodo para las extremidades sino que, provoca que se presione demasiado el acelerador durante cada cambio de marcha y se demande al motor gasolina innecesaria.

2.2. Empezando la travesía

Ya estando listos para poner el automóvil en movimiento. Ya sea que se enfrente tráfico o no en la travesía; aplicando las siguientes técnicas se logrará reducir el gasto excesivo de combustible.

2.2.1. Accesorios que consumen combustible

Los automóviles poseen diferentes accesorios que son necesarios usar durante el tiempo que se permanece dentro. Algunos de esto son: aire acondicionado, lámparas de iluminación y las lunetas térmicas o desempañadores. Estos pueden incrementar significativamente el gasto de combustible.

En cuanto al aire acondicionado, se recomienda utilizarlo en forma racional seleccionando una temperatura de unos 24°C, suficiente para lograr un confort dentro del vehículo. Esta temperatura es recomendable por cuestiones de salud. Al tener un salto térmico mayor de 12°C hay consecuencias negativas para la salud.

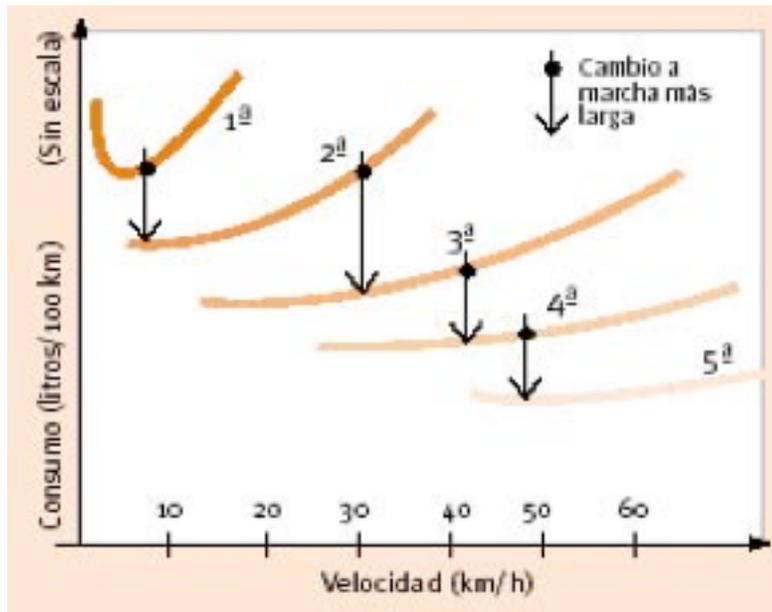
El gasto de combustible provocado por el uso del aire acondicionado puede subir hasta un 20%. En general, el encendido del aire acondicionado supone un incremento de 10% en el gasto de combustible.

La iluminación del vehículo, como la luneta térmica, deberán ser utilizados únicamente cuando sea necesario, acordándose de apagarlos cuando ya no lo son, de lo contrarios se tendrá un gasto del 3 y un 2% respectivamente.

2.2.2. Iniciando la marcha

Se debe de utilizar la 1ª marcha sólo para poner en movimiento el automóvil. Como referencia, se cambiará a 2ª marcha a los 2 segundos o análogamente a los 6 metros recorridos. Para los siguientes cambios de marcha se debe de prestar especial atención al cuentarrevoluciones, así se harán en el momento adecuado.

Figura 4. Consumo en función de la velocidad para las diferentes marchas de la caja de cambios



Fuente: GRASA, Javier. Conducción al menor coste. p. 3.

El rango para los cambios de marcha siguientes son: entre 2 000 y 2 500 revoluciones por minuto. Como alternativa al cuentarrevoluciones se puede utilizar el velocímetro, por lo que los cambios se harán:

- A 3ª marcha: a partir de unos 30 km/h.
- A 4ª marcha: a partir de unos 40 km/h.
- A 5ª marcha: a partir de unos 50 km/h.

Se deberá acelerar de forma ágil inmediatamente tras la realización del cambio.

Como se puede ver en la figura 4, se recomienda circular en la marcha más larga posible, a bajas revoluciones y con el acelerador pisado en gran medida, alrededor de $\frac{3}{4}$ de su recorrido. Así que, es preferible circular en 5ª marcha con el acelerador pisado en mayor medida, que en 4ª marcha, con el acelerador menos pisado.

Es bueno recordar que el aumento de velocidad implica un aumento en el gasto de combustible; es decir, el gasto no aumenta linealmente con la velocidad, sino que lo hace de forma cuadrática. Por tanto, conviene moderar la velocidad del vehículo, no sólo por seguridad, sino también porque el gasto de combustible se dispara a altas velocidades.

2.2.3. Subidas y bajadas

Si se presenta una subida, convendrá retrasar lo más posible las reducciones de marchas, incrementando para ello la presión en el acelerador. Recuerde que es importante no pisarlo hasta el fondo.

En las bajadas, al ser favorable la pendiente a la marcha del vehículo, se recomienda adelantar en cierta forma el cambio de marchas a revoluciones algo menores de las recomendadas para tráfico llano. Convendrá circular en marchas más largas, utilizando lo más posible el rodaje por inercia, del cual se hablará más adelante.

En el caso que el automóvil tome demasiada velocidad, se puede realizar correcciones con el freno, retrasando lo más posible el cambio a una marcha menor.

2.2.4. Curvas

La práctica más común al entrar a una curva es frenar bruscamente al llegar a la misma, reducir de marcha y acelerar durante el tiempo que dure. Esta práctica no sólo significa un riesgo en la conducción, sino también supone un mayor gasto de combustible.

Al tomar una curva se recomienda reducir la velocidad levantando el pie del acelerador y dejando rodar el vehículo por su propia inercia con la marcha engranada. Al igual que en la bajadas si se entra a excesiva velocidad, o porque la curva sea muy cerrada o por otras razones, se puede utilizar el freno de forma suave y anticipada, y en última instancia se reducirá de marchas si es realmente necesario.

Durante el trazado de la curva, el acelerador se mantendrá en una posición estable para mantener una velocidad uniforme. A la salida de la misma, se continuará el proceso normal de aceleración hasta alcanzar la velocidad de circulación necesaria de la vía.

2.2.5. La anticipación y la previsión

Estas dos prácticas son claves en la conducción eficiente. En todo momento que se conduzca el automóvil se debe ver hacia delante hasta donde sea posible, se debe de prever el tráfico de la zona circundante y evaluar la situación. Conforme a esto, se ejecutaran de una mejor forma las técnicas planteadas para una conducción eficiente, al mismo tiempo que se aumentara la seguridad en la conducción.

Al prever el tráfico se evitarán frenazos y aceleraciones innecesarios. Se recomienda tener controlado un campo de visión de al menos 3 vehículos por delante.

2.3. Llegando al destino

Si se ha aplicado las técnicas anteriores, se ha logrado reducir el gasto excesivo de combustible. Pero el gasto excesivo no solo ocurre mientras el carro está en movimiento.

2.3.1. Rodaje por inercia

Cuando se tenga que reducir la velocidad o detenerse, se recomienda levantar el pie del acelerador y dejar que el automóvil pierda velocidad por su propia inercia al mantener la marcha engranada. Si la situación lo amerita se utilizará el freno de forma suave y en última instancia se reducirá de marchas.

A estas condiciones se les llama corte de inyección de combustible, al aplicarlas el gasto de combustible es cero, a diferencia de la práctica común de poner el vehículo en neutro y utilizar solamente el freno. Otros efectos positivos del corte de inyección son:

- Reduce tanto el desgaste en los frenos como en los gastos de mantenimiento.
- Reducción de emisiones del tubo de escape
- Aumento de la seguridad vial
- Comodidad de los viajeros

Al realizar las paradas del automóvil con la marcha más larga en la que se circula, permite una mayor distancia de rodaje por inercia, gracias a ello se tiene un mayor potencial de ahorro de combustible.

2.3.2. Paradas prolongadas

Dependiendo del motor, los automóviles modernos gastan 0,5-0,7 litros por hora cuando se encuentran en ralentí. Por eso si va a detener el automóvil por más de un minuto, se recomienda apagar el motor. Al poner en práctica esta técnica tendrá ahorros interesantes de combustible.

2.4. Resultado y beneficios

Se han mencionado los beneficios de algunas técnicas enlistadas anteriormente, pero a continuación se presentan todos los beneficios que traerá aplicar la Conducción Eficiente.

La conducción eficiente reduce:

- El consumo de combustible
- Los costos de reparación y mantenimiento del vehículo
- El estrés
- La contaminación acústica
- La contaminación del aire
- Los gases de efecto invernadero

La conducción eficiente mejora:

- La seguridad vial
- La comodidad

Una conducción más segura es el resultado de:

- Un estilo de conducción basado en la previsión y la anticipación
- El mantenimiento de una velocidad uniforme y moderada
- Menos adelantamiento y maniobras arriesgadas
- Menos estrés/agresividad

2.5. Implementación

Se conocen dos grupos de conductores: principiantes y veteranos. Cuando se les enseña la conducción eficiente a los aspirantes al permiso de conducir, desde el principio, la mayoría de ellos la adoptará como estilo habitual de conducción. Para que la conducción eficiente pase a ser una parte importante del programa de estudios de las escuelas de automovilismo, es inevitable que la conducción eficiente se evalúe en los exámenes de conducción.

Con los conductores veteranos se debe de tener un enfoque diferente. Ya que ellos han mantenido prácticas como: cambiar de marcha cuando se alcanzan demasiadas revoluciones, o realizar la detención compresionando hasta llegar a la 2ª marcha. Ellos deben de reeducarse puesto que, estas técnicas de conducción ya no se ajustan a las nuevas tecnologías de los vehículos.

Algunos métodos para la reeducación de los conductores veteranos son:

- Cursos prácticos de conducción en tráfico real
- Cursos de formación con simulador
- Cursos virtuales de formación con PC

2.6. Puestas a prueba

Para comprobar la efectividad de algunas de las técnicas de la conducción eficiente. Se evaluó el comportamiento de tres sujetos de prueba conduciendo un automóvil con un motor inyectado a gasolina de 1 600 centímetros cúbicos, en un circuito ovalado de 2,5 kilómetros de largo. De lunes a viernes y a la misma hora, teniendo siempre una baja y constante afluencia de automóviles

Se utilizaron 8 litros de gasolina para cada sujeto de prueba. Se utilizó el primer litro para que el automóvil alcanzara su temperatura óptima de funcionamiento. De los siguientes 7 litros se tomaron en cuenta los seis mejores resultados. Cada uno de estos litros fue medido y al mismo tiempo pesado para tener una mayor exactitud en los resultados de las pruebas.

Al terminarse el primer litro de gasolina, el siguiente litro se vertía a través de una abertura debajo del sillón trasero del automóvil.

Dicha abertura fue hecha de fábrica. Luego de haber vuelto a repostar el automóvil de combustible, se tomaba nota de la cantidad de kilómetros que logró recorrer este con el litro anterior. Estas acciones se repitieron con cada uno de los litros utilizados.

El sujeto 1 puso a prueba tres técnicas de conducción eficiente:

- Realizar el cambio de marcha entre 2 000 - 2 500 revoluciones por minuto.
- Conducir en la marcha más alta que permite la vía. (Hasta 5ª marcha).
- Moderar la velocidad. (Hasta 70 km/h).

A los sujetos 2 y 3, no se les informó, ni se les requirió ninguna técnica de la conducción eficiente.

Antes de cada resultado se enlistarán algunos de los comportamientos buenos o malos que tuvo cada sujeto de prueba.

2.6.1. Comportamientos del sujeto 1

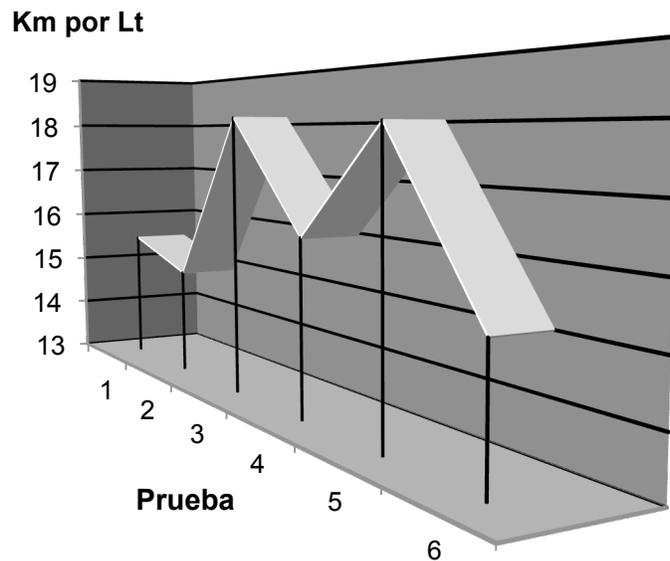
- Postura correcta al conducir.
- Ágil aceleración luego del cambio a cada marcha.
- Para tomar las curvas se compresionó de la velocidad que llevaba hasta segunda.
- Se utilizó la inercia del vehículo y la velocidad engranada para disminuir de velocidad en recta y tráfico llano. Pero antes de detenerse se compresionaba.

Tabla I. Resultados de las pruebas del sujeto 1

sujeto 1	
Prueba	km por lt
1	15,52
2	15
3	18,1
4	16,1
5	18
6	15,2
PROMEDIO	16,32

Fuente: elaboración propia.

Figura 5. **Resultados de las pruebas del sujeto 1**



Fuente: elaboración propia.

2.6.2. **Comportamientos del sujeto 2**

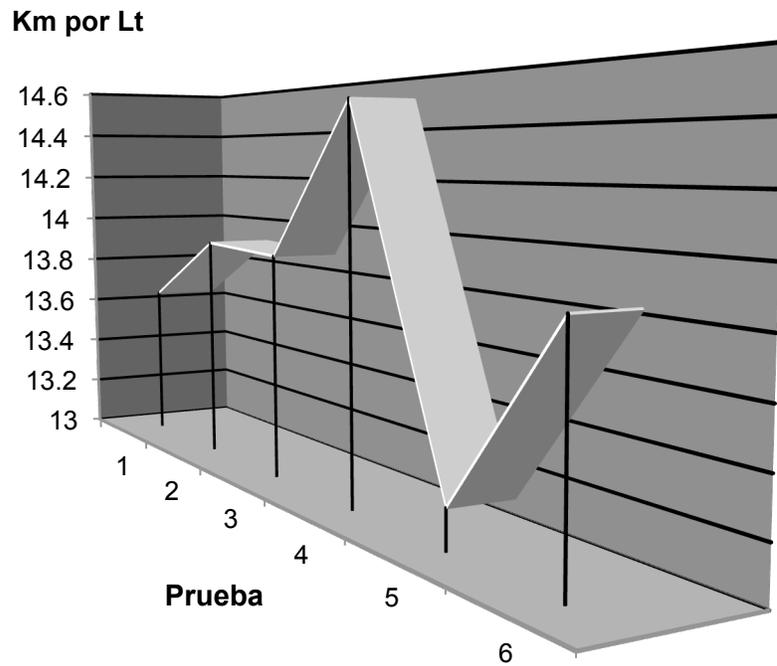
- Postura incorrecta para conducir. A pesar de que las muñecas estaban en una correcta posición, el asiento estaba mal colocado provocando que los pedales quedaran muy cerca.
- Al salir de 1ª y al cambiar de marcha aceleraba más de lo necesario.
- Para tomar las curvas se comprisionó de la velocidad que llevaba hasta segunda.
- Moderó su velocidad hasta 70 km/h.
- No paso de 4ª marcha.
- Se mantenía más tiempo de lo necesario en cada marcha.
- Aceleró y desacelero bruscamente durante cada marcha.
- Los cambios de marcha se realizaron entre 2 500 y 3 100 revoluciones por minuto.

Tabla II. **Resultados de las pruebas del sujeto 2**

sujeto	
Prueba	km por lt
1	13,65
2	13,92
3	13,9
4	14,5
5	13,15
6	13,85
PROMEDIO	13,83

Fuente: elaboración propia.

Figura 6. **Resultados de las pruebas del sujeto 2**



Fuente: elaboración propia.

2.6.3. Comportamientos del sujeto 3

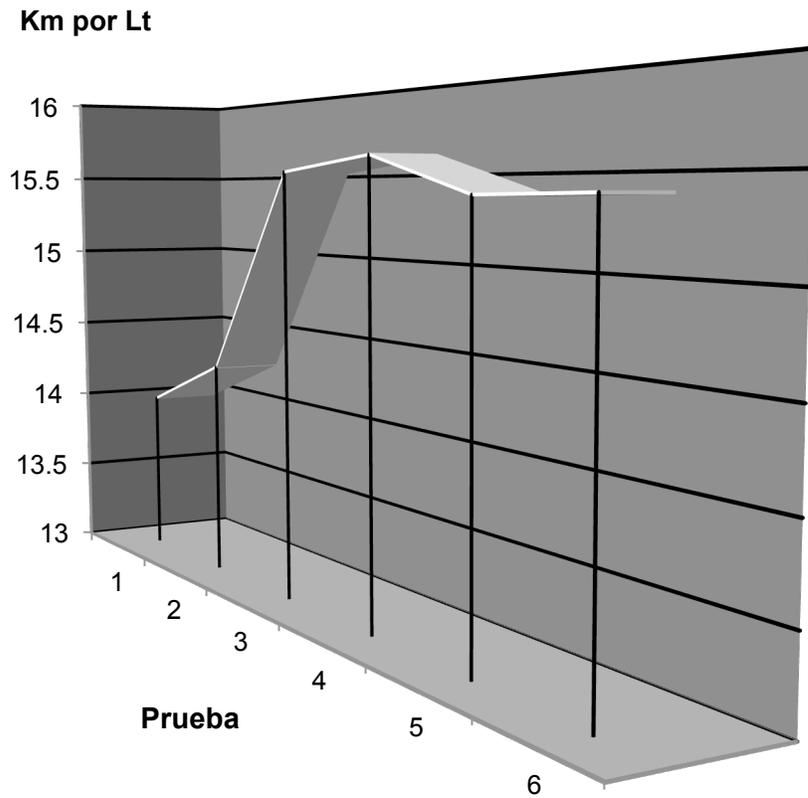
- Postura incorrecta para conducir. Las muñecas no llegaban al aro del volante, el asiento estaba mal colocado provocando que los pedales quedaran muy cerca.
- Acelera más de lo necesario entre cada cambio de marcha.
- No compresionó para tomar las curvas, utilizando solamente el freno para la desaceleración.
- Moderó su velocidad hasta 60 km/h.
- No paso de 4^a marcha.
- Se mantenía más tiempo de lo necesario en cada marcha.
- Aceleró y desacelero bruscamente durante cada marcha.
- Los cambios de marcha se realizaron entre 2 500 y 3 300 revoluciones por minuto.

Tabla III. Resultados de las pruebas del sujeto 3

sujeto 3	
Prueba	km por lt
1	14
2	14,3
3	15,52
4	15,6
5	15,39
6	15,4
PROMEDIO	15,04

Fuente: elaboración propia.

Figura 7. **Resultados de las pruebas del sujeto 3**



Fuente: elaboración propia.

2.7. Resumen de resultados

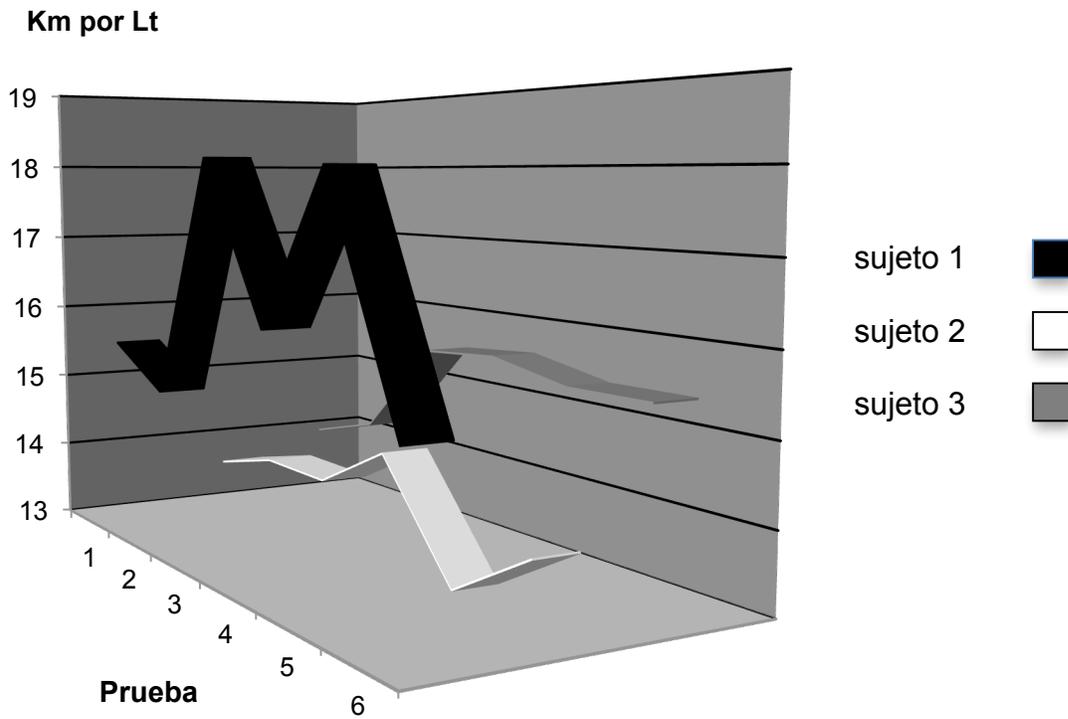
En las siguiente tabla y gráfica se pretende comparar el gasto de combustible entre cada uno de los sujetos de prueba.

Tabla IV. **Comparación entre los tres sujetos de prueba**

COMPARACIÓN			
Prueba	sujeto 1	sujeto 2	sujeto 3
1	15,52	13,65	14
2	15	13,92	14,3
3	18,1	13,9	15,52
4	16,1	14,5	15,6
5	18	13,15	15,39
6	15,2	13,85	15,4
PROMEDIO	16,32	13,83	15,04

Fuente: elaboración propia.

Figura 8. **Comparación entre los tres sujetos de prueba**



Fuente: elaboración propia.

La figura 8 representa gráficamente la comparación de sujeto 1 con los sujeto 2 y sujeto 3. Gracias a esto se puede observar de una mejor forma el aumento del gasto de combustible al no utilizar las técnicas de conducción eficiente.

Si se ve la diferencia en forma porcentual se puede comprobar que, una conducción eficiente mejora el consumo de combustible y hace que este sea más estable. Tomando como un 100% el sujeto 1 que aplicó alguna de las técnicas de la conducción eficiente. El sujeto 2 gastó 15,2% más que sujeto 1 y el sujeto 3 gastó 8% más que el sujeto 1.

3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UN AUTOMÓVIL

¿Cómo se relaciona el mantenimiento con el ahorro de combustible? Cuando se piensa en el ahorro de combustible, el mantenimiento no es de las primeras cosas que se le vienen a la mente a las personas. Debido a esto, dichos mantenimientos se dejan de último en el plan que se tomará para disminuir el gasto excesivo de combustible.

Para poder relacionar el ahorro de combustible con el mantenimiento, de conocer el fin de este: una buena combustión. Esta dará como resultado un mayor aprovechamiento del combustible.

Hoy día hay muchos mantenimientos preventivos para el automóvil, estos pueden realizarse semanal, mensual o anualmente, o por la cantidad de kilometraje en el automóvil. Todos estos son para extender la vida útil del vehículo.

El objetivo de este capítulo es exponer de una forma breve los mantenimientos necesarios para alcanzar el máximo aprovechamiento de combustible en el motor.

3.1. Mantenimientos regulares

Cuando se habla de mantenimientos regulares, se refiere a aquellos que generalmente el usuario debe calendarizar.

Algunos dependen de la cantidad de kilómetros recorridos, en este caso, el usuario siempre debe estar pendiente cuando se alcance el kilometraje necesario para el mantenimiento. A continuación se hablará de algunos de estos mantenimientos, mencionando a cuantos kilómetros se deben realizar o las situaciones por las que se tienen que realizar dichos mantenimientos.

3.1.1. Neumáticos

Se necesita una parte importante de la energía de propulsión del automóvil para superar la resistencia a la rodadura de los neumáticos. Estudios realizados por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE), muestra que una presión de 0,3 bares o 4,35 psi menor a la recomendada por el fabricante incide en un aumento del gasto de combustible de un 3%.

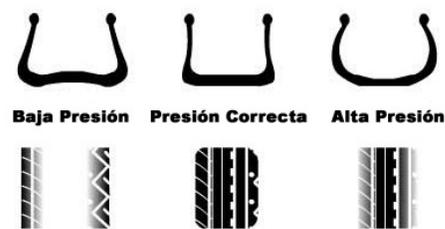
Esto no significa que, tener presiones arriba de las recomendadas por el fabricante incidirá en mayor economía de combustible. Con esto se disminuirá el gasto de combustible, pero aumentaremos el peligro de un frenado incorrecto del automóvil y al mismo tiempo aumentará la inestabilidad de este por la falta de agarre de los neumáticos.

Se debe de comprobar la presión de los neumáticos por lo menos mensualmente o, en el momento de rellenar el tanque de gasolina. Es recomendable comprar un manómetro de la mayor calidad posible. No se puede depender de los proporcionados en la gasolinera, porque no siempre se usará los mismos y estos proporcionarán información incorrecta por su mal mantenimiento y uso.

La comprobación se debe hacer con los neumáticos en frío, esto significa que se tiene que haber recorrido menos de tres kilómetros porque, de otro modo, se tendrá que esperar 10 minutos para que los neumáticos se enfríen.

Hay que utilizar los dos tipos de presiones recomendadas por los fabricantes de automóviles: una para conducción sin carga y/o velocidad normal y otro para conducción con carga total y/o velocidades altas. Para conocerlas se debe revisar el manual de instrucciones del automóvil.

Figura 9. **Desgaste de los neumáticos por tipo de presión**



Fuente: Naicontuning.com. Presión de los neumáticos para el *drift*. p. 1.

Se puede conocer el historial de presiones de los neumáticos viendo la forma que éstos se han desgastado. En la figura 9 se pueden ver estos tipos de desgaste.

3.1.2. **Aceite**

La lubricación en el motor tiene como objetivo: reducir el rozamiento o fricción para optimizar la duración de los componentes, disminuir el desgaste, reducir el calentamiento de los elementos del motor que se mueven unos con respecto a otro, entre otros.

Ya que la lubricación es fundamental para el buen funcionamiento del motor, es crucial realizarle el debido mantenimiento para que este no sufra desgastes prematuros o daños por utilizar aceite contaminado o que ha perdido sus propiedades.

Un aceite que no cumple los requisitos que se exigen puede producir los siguientes efectos:

- Desgaste prematuro de partes
- Daño a componentes del motor o accesorios
- Mayor emisión de contaminantes
- Daño al convertidor catalítico
- Formación de carbón en la cámara de combustión
- Fugas en los anillos de los cilindros
- Evaporación del lubricante

El cambio de aceite es un procedimiento sencillo y rápido. El aceite y filtro que se cambian deben ser los recomendados por el fabricante. Los pasos a seguir son:

- A. Quitar el tapón de la abertura por donde se vierte el aceite del motor.
- B. Quitar el tapón del cárter. Se deja escurrir el aceite hasta que no salga más. Se vuelve a colocar el tapón con las arandelas necesarias. Algunos fabricantes recomiendan poner un tapón del cárter nuevo en cada cambio de aceite.
- C. Cambiar el filtro de aceite.
- D. Verter el aceite de motor nuevo. Se debe de encender el motor para que el aceite nuevo se distribuya y luego se saca la varilla para verificar que tenga el nivel correcto.

Hay largas discusiones acerca de cuándo realizar el cambio de aceite. Las recomendaciones oscilan entre 3 000 y 15 000 kilómetros. También que depende mucho de las circunstancias de manejo, del lugar en el que se transita habitualmente o del tipo del aceite que usa el vehículo.

Es mejor consultar el manual del fabricante. Se recomienda que el cambio de aceite sea realizado por un experto y en las debidas instalaciones.

3.1.3. Filtros

La función de un filtro es retener impurezas en su interior sin llegar a obstruir el flujo a través de él mismo. Un filtro con mayor capacidad puede ser utilizado durante un período más largo que uno de baja capacidad, y esto se traduce en un menor costo de operación. Los filtros que necesitan más mantenimiento en el automóvil son:

- Filtro de aceite: el aceite dentro del motor está expuesto a temperaturas muy altas y esfuerzos de corte, provocando degradación térmica en el mismo. También está expuesto a mezclarse con los residuos de carbón generados por la combustión, afectando negativamente la eficiencia del aceite. El filtro de aceite permite capturar toda clase de impurezas, permitiendo que se mantenga limpio y desempeñe sus funciones de manera ordinaria.
- Filtro de aire: los motores de combustión interna requiere de suficiente oxígeno para trabajar de manera adecuada, este oxígeno es tomado del aire del ambiente, el cual posee partículas contaminantes que deben ser filtradas para evitar que se introduzcan al motor y afecten su eficiencia.

El filtro de aire es capaz de eliminar el polvo existente en el aire permitiendo a su vez suficiente flujo de aire de entrada al motor.

- Filtros de gasolina: la gasolina que en el mercado no está libre de impurezas, ya que puede ser contaminada durante el proceso de fabricación, transporte, almacenaje o dentro del tanque de gasolina.

Los sistemas de inyección de gasolina actuales, funcionan mediante inyectores de aperturas muy pequeñas, las cuales pueden ser obstruidas por impurezas milimétricas afectando negativamente la eficiencia del vehículo, por ésta razón, la gasolina debe ser filtrada antes de ser enviada al sistema de combustión del motor, manteniendo limpio el sistema de combustible y aumentando la vida y eficiencia del motor.

Un aproximado del kilometraje para el cambio de cada filtro son: El filtro de aceite se cambia cada 5 000 kilómetros en vehículos cuyo uso es promedio. El filtro de aire se cambia cada 5 000 kilómetros si es utilizado en el campo y cada 15 000 kilómetros si se maneja en ciudad. Esto puede variar dependiendo del motor, filtro y tipo de aceite utilizado.

El sistema de inyección posee una serie de filtros, cuyo mantenimiento se puede dividir en: el filtro externo se debe cambiar de 10 000 a 15 000 kilómetros dependiendo a la pureza de la gasolina a utilizar y al tamaño del filtro del carro. El filtro interno, debe ser cambiado cuando el diagnóstico así lo requiera, aproximadamente se cambia después de 100 000 kilómetros.

Se puede utilizar los kilometrajes presentados anteriormente como referencia para calendarizar cada cambio de filtro, pero como se ha mencionado anteriormente en este trabajo, para el cambio de cada uno de los filtros es aconsejable consultar el manual del fabricante.

3.1.4. Bujías

Las bujías cumplen dos funciones muy importantes, la primera es encender la mezcla de aire-combustible y la segunda es la de remover calor de la cámara de combustible.

Con el uso las bujías sufren electro-erosión, lo que provoca desgaste en el electrodo y aumenta la distancia de salto de la chispa, por lo que la bujía requerirá mayor voltaje para cubrir dicha distancia y, como consecuencia, al momento de acelerar se perderán algunas explosiones en el motor, haciendo que se desperdicie combustible y perdamos potencia.

Para cambiar las bujías son necesarias la herramienta y las bujías recomendadas por el manual del fabricante. El procedimiento es sencillo, se desenrosca la bujía insertando correctamente la herramienta dentro de esta para no quebrarla, se extrae y se coloca la nueva bujía si las anteriores están muy desgastadas.

El cambio de bujías depende mucho del material del que están fabricadas. Regularmente las bujías de cobre con un electrodo se cambian a los 10 000 kilómetros. Existen bujías de cobre con varios electrodos que duran funcionando correctamente hasta los 15 000 kilómetros por electrodo y hasta 60 000 kilómetros para bujías de 4 electrodos.

En el caso de las bujías de platino es diferente ya que éstas duran hasta 80 000 kilómetros por cada electrodo.

Figura 10. **Aspecto normal de una bujía**



Fuente: NGK: *Spark plug europe gmbh.*

Los usuarios pueden tomar la iniciativa de realizar ellos mismos el mantenimiento a las bujías. En la figura 10 se puede ver el aspecto normal que debe tener la bujía cuando al extraerla. Si esta no tiene una coloración blanca-gris, tiene el electrodo o su revestimiento dañado, se debe cambiar. En caso contrario solo es necesario limpiarla con una máquina especial o un cepillo de metal.

3.1.5. Batería

El arranque de un motor de combustión interna por medio del motor de arranque requiere, durante un breve espacio de tiempo, corrientes muy elevadas. La batería de arranque ha de cumplir este requisito en bajas o altas temperaturas, por lo que es necesario proporcionarle el debido mantenimiento. Este se puede realizar en 4 pasos:

- A. Si el nivel de agua destilada o electrolito está bajo, generalmente hay un círculo plástico que si está amarillo significa que hay que reponer el agua destilada, añadir hasta el nivel indicado por el fabricante.
- B. Se debe limpiar la parte en la que los bornes de la batería se conectan al auto con agua hirviendo con bicarbonato de sodio o con un líquido especial, retirando cualquier clase de suciedad o sulfatación que se haya podido acumular usando un cepillo metálico, si es necesario.
- C. Cambiar el agua destilada de la batería cada dos o tres meses. Si bien esto puede variar dependiendo del fabricante y del uso, se debe preguntar el espacio de tiempo necesario a la hora de comprar la batería.
- D. Si no se usará el vehículo por cierto tiempo, se recomienda desconectar la batería. Esto ayudará a que la batería se conserve en mejores condiciones. También se debe encender el automóvil cada tres días para mantener todos los circuitos en buenas condiciones.
- E. Si se tiene una batería libre de mantenimientos, saltarse el paso A y el paso C.

Se debe tener el debido cuidado al manipular la batería. Es aconsejable utilizar guantes en todo momento, debido a que las partes sulfatadas como el agua de la batería son tóxicas y podrían ser mortales. Es necesario evitar contacto con la piel o la ropa. También se debe tener cuidado con la corriente directa de la batería, de esta puede saltar un chispazo e iniciar un incendio o existe un riesgo de recibir descargas dañinas para el cuerpo.

No hay que descuidar la batería del automóvil. En el caso de los automóviles antiguos es posible encenderlo en caso que se tenga un nivel bajo de carga, pero en los más modernos esto ya no es posible sin poner a riesgo el motor.

3.1.6. Radiador

El buen funcionamiento del motor depende de la temperatura que este mantiene. En un motor frío, las piezas no encajan perfectamente, sino que se permite cierta holgura. A los pocos instantes de tener el motor encendido, las piezas alcanzarán la temperatura de trabajo y se dilatarán para encajar perfectamente.

En un motor demasiado caliente, las piezas se dilatarán aun más, incrementando la fricción entre ellas. Y, por lo tanto, incrementando aún más la temperatura. El riesgo de que las piezas se fundan es muy elevado. Si llegan al punto de fusión, las piezas pueden partirse muy fácilmente, o incluso soldarse juntas. Otro efecto no tan grave es que se aumente la temperatura de la mezcla no quemada y pueda aumentar la posibilidad de golpeteo en el motor.

Las altas temperaturas en un motor son provocadas por la mala transferencia de calor del motor al sistema de enfriamiento, esto por una mala oxidación y la sedimentación o incrustaciones en el sistema. Por eso es importante mantener dicho sistema libre de contaminantes para mantener nuestro motor en óptimas condiciones de operación.

Se recomienda limpiar el radiador cada dos años, como máximo, para mantenerlo en buen funcionamiento. Para poder realizar el servicio del radiador en 10 pasos se necesita: anticongelante, un recipiente, una manguera con boquilla, guantes, cepillo suave, agua con jabón, lentes protectores, contenedores con tapa, un trapo, llaves y desarmadores. Los pasos son:

- A. La temperatura del motor debe de ser baja, para no quemarse al trabajar en él.

- B. Desprender todo residuo que la parrilla del radiador pueda tener usando un cepillo, agua y jabón.
- C. Colocar el recipiente debajo de la válvula de drenado.
- D. Inspeccionar visualmente el estado de la tapa del radiador. Si esta se encuentra muy oxidada o demasiado dañada, se debe de colocar una nueva inmediatamente.
- E. Revisar las abrazaderas y mangueras del radiador y cambiarlas cuando sea necesario.
- F. Drenar el anticongelante viejo desenroscando la válvula de drenado. Se recomienda utilizar guantes.
- G. Colocando de nuevo la válvula de drenado, realizar la limpieza del interior del radiador llenándolo de nuevo, ya sea con un líquido limpiador de radiadores o con agua solamente. Este procedimiento se repite hasta que el agua salga limpia.
- H. Verter el líquido anticongelante nuevo, teniendo en cuenta que se recomienda una mezcla de 50% anticongelante y 50% agua.
- I. Es necesario liberar toda bolsa de aire que se formó durante el mantenimiento, esto se logra encendiendo el motor sin tener puesta la tapa del radiador para evitar formaciones de presión y dejándolo así por unos 15 minutos. Luego encender la calefacción y se deja salir el aire caliente, para que cualquier aire atrapado, pueda disiparse. Ahora, se vuelve a colocar la tapa y se limpia el exceso de fluido.
- J. Inspeccionar por alguna fuga o goteo.

Se debe revisar de vez en cuando el nivel de anticongelante del radiador por medio de una varilla indicadora de nivel dentro del tanque externo del radiador. Si el nivel es bajo, se debe rellenar por medio de este mismo tanque para evitar abrir la tapa del radiador.

3.1.7. Sistema de inyección

El sistema de inyección se encarga de llevar el combustible desde el tanque del automóvil hasta los cilindros, donde lo inyecta. Este sistema realiza la misma función que el sistema de combustible convencional, compuesto por la bomba de gasolina y el carburador. El sistema consta de una bomba eléctrica dentro del tanque de gasolina, una serie de filtros, los inyectores, un regulador de presión, un módulo de control computarizado, una serie de sensores y actuadores.

Los problemas en los inyectores empiezan a surgir cuando las partículas, químicos y gomas contenidos en el combustible, se acumula en el interior del inyector; en la malla filtrante, en la aguja, en el asiento de la aguja o en los orificios de salida.

Se puede saber si los inyectores están en mal estado cuando se presenta un mal olor en los gases de escape, que indica que hay una mala combustión, esto es debido a un inyector que esté funcionando mal o el sensor de oxígeno que esté averiado.

El mantenimiento de los filtros que posee el sistema de inyección se explicó anteriormente en la sección de filtros.

El sistema de control electrónico no requiere de mantenimiento preventivo y posee un sistema de auto diagnóstico que le permite reconocer fallas de sus componentes y reportarlas, logrando un diagnóstico confiable si se tienen las herramientas electrónicas adecuadas, como los son los escáneres, los multímetros y los osciloscopios.

Los inyectores requieren de una limpieza periódica para desprender las gomas o compuestos químicos presentes en la gasolina, también es válido el uso de aditivos, siempre que esto no sean abrasivos que dañen al inyector. Debido al diseño, algunos inyectores son menos sensibles a la suciedad, por lo que los períodos de limpieza recomendados oscilan entre los 25 000 y 60 000 kilómetros.

Siempre es recomendable realizar el mantenimiento de los inyectores en el tiempo y conforme el manual del fabricante lo indique.

3.1.8. Overhaul

Como se pudo ver anteriormente, muchas de las partes del motor requieren un mantenimiento regular. Al igual que esas partes, a muchas de las piezas que se mantienen en movimiento constante y con un rozamiento entre ellas dentro del motor, es necesario proporcionarles su debido mantenimiento. Esto se debe a que estas piezas se desgastan y algunas necesitan ser cambiadas.

Aquí es donde entra el *overhaul*. Se puede definir como una reconstrucción del motor, o como es definido por la universidad de Princeton como: una completa revisión y restauración de un bien hasta llevarlo a una condición aceptable. Algunas de las razones por las que se debe considerar realizar el *overhaul* en el automóvil son:

- El consumo de aceite no es el mismo
- El motor pierde potencia
- Se aprecia visualmente humo en el sistema de escape
- La persistencia de un ruido interno en el motor

El *overhaul* consiste en:

- Reemplazar los anillos de los pistones
- Rectificar los cilindros
- Sustitución de los cilindros (si es necesario)
- Cambio de los cojinetes de las bielas y cigüeñal
- Rectificar la culata
- Colocar empaque de culata nuevo
- Revisión de ejes de levas
- Restauración y calibración de válvulas
- Remolido del cigüeñal
- Limpieza del cárter
- Reconstruir algunas partes como:
 - Motor de arranque
 - Distribuidor
 - Carburador
 - Alternador

Al conocer los síntomas que muestra el automóvil cuando alguna de sus piezas está muy desgastada. Si se toma la decisión de pasar por alto dichos síntomas, se tiene el riesgo de torcer piezas, fugas, daños irreparables y hasta fundir el motor.

3.2. Evaluaciones

Los siguientes mantenimientos no se categorizan como regulares. Algunos de estos se ejecutan una o muy pocas veces al año. Se puede pasar varios años sin llevarlos a cabo.

Pero al realizar cada uno de los siguientes mantenimientos, se proporciona información útil y exacta sobre el estado del motor, y ayudan a detectar pequeñas fallas que no pueden identificar con un mantenimiento regular y así evitar una falla mayor.

Estos mantenimientos se describen como evaluaciones. Para realizar la mayoría de estos, se necesitan instrumentos especiales y deben ser efectuados por una persona experta en un lugar acondicionado para efectuar la evaluación.

3.2.1. Prueba de compresión

Para que un motor de combustión interna queme correctamente la mezcla aire/combustible, esta debe ser comprimida dentro de cada uno de los cilindros. La compresión de cada cilindro debe ser la misma para que el motor funcione correctamente.

La prueba de compresión ayuda a detectar si hay alguna fuga en la cámara de combustión que provoque que parte de la mezcla aire/combustible se escape cuando se comprime, lo que resulta en una pérdida de potencia y gasto excesivo de combustible.

Al tener una mala compresión el motor presenta alguno o varios de los siguientes síntomas:

- Es necesario acelerar más de lo normal para desplazarse
- Elevado consumo de combustible
- Las revoluciones en ralentí son muy variables
- Se presentan problemas en el arranque
- Consume agua o anticongelante
- Se apaga constantemente

Alguno o varios de estos síntomas pueden ser causados por: un agujero en alguna bujía, válvula dañada, un anillo de pistón está flojo, la culata o su empaque están dañados, cortaduras en los cilindros, mala sincronización o el aceite perdió su efecto de sellado, entre otros.

Para realizar la prueba de compresión se necesita un comprobador de compresión o manómetro. Y la prueba se lleva acabo de la siguiente forma:

- A. El motor se lleva a la temperatura normal de funcionamiento.
- B. Se quitan los cables de alta tensión en las bujías.
- C. Se quita una de las bujías y colocamos el manómetro cuidando que tape por completo el orificio donde se instala la bujía.
- D. Tratar de arrancar el motor por unos segundos con el acelerador hasta el fondo.
- E. Se anota la presión que indicó el manómetro.
- F. Se repiten los pasos C al E en el resto de los cilindros.

Gracias a esta prueba se sabrá si el gasto excesivo de combustible es por una mala compresión y se podrán tomar las medidas necesarias para arreglar el problema.

3.2.2. Análisis de gases

El análisis de gases permite determinar el porcentaje de gasolina no quemada, si la mezcla en la cámara de combustión tiene más aire o más combustible, o si dentro de esta hay agua o aceite.

Esta prueba también nos da a conocer la cantidad de productos tóxicos que nuestro automóvil está expulsando al ambiente, como por ejemplo: CO₂, H₂O, N₂, HC, CO y NO_x.

El cambio en las proporciones de estos gases nocivos indicara que la mezcla aire/combustible no se está quemando correctamente.

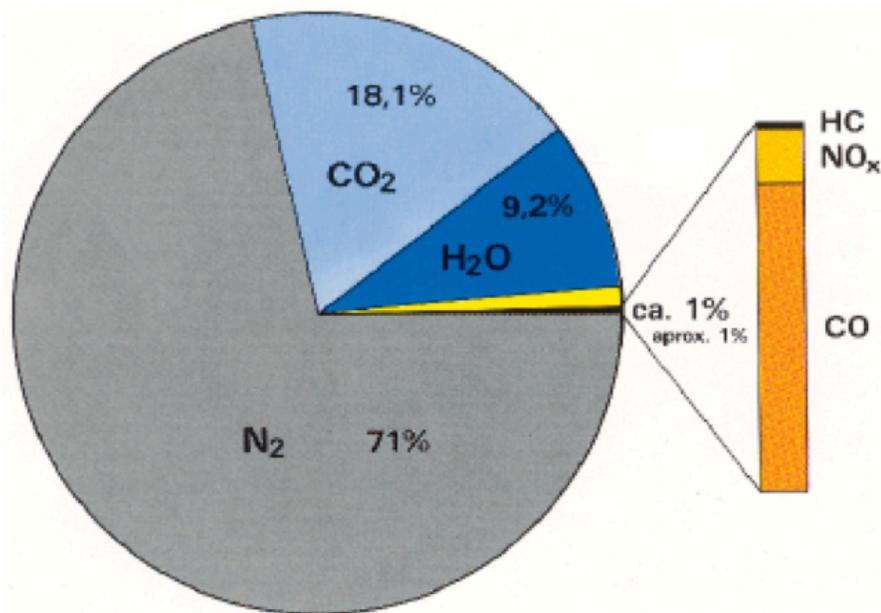
El procedimiento del análisis de gases es muy sencillo si se tienen los instrumentos adecuados para realizarlo. Teniendo todo esto, se toma una parte de los gases de escape y se hacen circular a través de los instrumentos de análisis que indicarán la composición de los gases.

Se puede siempre programar un análisis de gases o es necesario realizarlo cuando el color del humo que expulsa el automóvil indica que hay una falla.

- Humo negro: generalmente se presenta cuando existe demasiado combustible en la mezcla, por lo que no se está quemando por completo y el escape expulsa hollín por el humo.
- Humo blanco: si esto pasa cuando el motor se encuentra frío seguramente sea vapor de agua. Si este color persiste cuando el motor está en su temperatura óptima de funcionamiento, la mezcla está quemando agua o anticongelante, o hay mayor cantidad de aire que de combustible.
- Humo gris: esto indica que hay una falta de aire en la mezcla.
- Humo azul: este color de humo es un síntoma que dice que el motor está quemando aceite.

En algunos países esta prueba es obligatoria. No para ayudar a mantener en buen estado el automóvil sino para cuidar el ambiente. A pesar de que el automóvil y su industria sólo son responsables de entre 5% y el 7% de la contaminación mundial.

Figura 11. **Composición de los gases de escape en un motor de gasolina**



Fuente: DÍAZ, Hipólito. Datamotor.net. p. 10.

En la figura 11 se puede ver que solo el 1% de los gases producidos por la combustión son tóxicos, el problema reside en la gran acumulación de automóviles en las ciudades.

3.2.3. Verificaciones eléctricas

Ya se sabe que para que el motor funcione correctamente es necesario que la relación aire/combustible sea comprimada.

Luego de esto, esta mezcla se calienta y debe de ser encendida por una chispa que es proporcionada por la bujía. Estas funcionan gracias a componentes eléctricos tales como: batería, motor de arranque, alternador, regulador y sistema de encendido.

Las evaluaciones relacionadas con el sistema de encendido son:

Reglaje del encendido

Aquí se verifica si la chispa de la bujía esta saltando en el momento correcto. Se quiere que el encendido sea antes de que el pistón llegue a su punto muerto superior. Si la chispa saltara cuando el pistón se encuentra en su punto muerto superior, la combustión no sería completa antes de que éste empezara a descender.

El avance al encendido debe ser ajustado correctamente estando el motor en ralentí de modo que se produzca la chispa en el instante adecuado hacia el final de la carrera de compresión. Los motores llevan grabadas unas marcas sobre el volante o polea del cigüeñal. Si el reglaje es correcto, estas marcas se deben alinear con las grabas en el bloque del motor en el instante que se produzca la chispa en el primer cilindro.

También se puede utilizar una lámpara estroboscópica para comprobar la alineación de estas marcas. Una sucesión destellos y extinciones hace aparecer al volante estacionario, con lo cual se puede observar el decalaje del encendido. Si lo hay, se puede hacer la corrección aflojando y girando el distribuidor en su montaje hasta encontrar su posición correcta.

Comprobación del sistema de encendido

Con esta evaluación se comprobará si los elementos que componen el sistema de encendido, tales como el alternador, condensadores, bujías o distribuidor están funcionando correctamente. Para lograr esto se pueden utilizar instrumentos comprobadores u osciloscopios.

El osciloscopio tomará cada impulso de alta tensión de los componentes y transformará la señal electrónicamente, dando lugar a una imagen de la evolución de la tensión en la pantalla del osciloscopio. Cualquier anomalía en el sistema de encendido se reflejará en la traza de la tensión; la forma en que se altere el diagrama obtenido, con respecto al normal, dará indicaciones precisas sobre la causa del problema. Este aparato permite asimismo descubrir otras numerosas anomalías del motor tales como: que las mezclas suministradas no sean uniformes.

No está demás estar enterados del consumo de combustible de lvehículo. Para esto se debe de tener disciplina para calendarizar cada uno de los mantenimientos y estar al pendiente de los kilómetros recorridos por el automóvil.

Una forma sencilla de lograrlo es poniendo en cero el odómetro al mismo tiempo que se llena por completo el tanque de gasolina, luego utiliza el automóvil hasta que este avise que se debe de rellenar. Al momento de hacer esto, se apunta el kilometraje que se recorrió desde que se puso el odómetro en cero y se divide la cantidad de galones que le cupo al tanque de gasolina al rellenarlo dentro de los kilómetros recorridos. Esto dará los kilómetros por galón recorridos por el automóvil.

Al lograr complementar un mantenimiento preventivo con una forma de conducir correctamente, se tendrá la seguridad que se obtendrá un máximo aprovechamiento del combustible.

4. DISPOSITIVOS PARA AHORRAR COMBUSTIBLE

Por causa de los precios altos del combustible, las personas se han vuelto más conscientes del gasto de sus automóviles. Esto ha provocado un surgimiento de diferentes formas de alcanzar el máximo aprovechamiento de este. Automóviles que recorren 70 kilómetros por galón, métodos correctos de conducir, hasta dispositivos que prometen grandes porcentajes de ahorro combustible. Este capítulo expondrá tres de estos dispositivos, dando una breve descripción de cada uno.

4.1. Poniéndolos a prueba

Para poder analizar de una mejor manera cada uno de los dispositivos expuestos en este capítulo, se realizaron pruebas de campo con las siguientes condiciones:

Se colocaron tres dispositivos para ahorrar combustible en un automóvil con un motor inyectado a gasolina de 1 600 centímetros. Se condujo de lunes a viernes y a la misma hora, teniendo siempre una baja y constante afluencia de automóviles. Esto se hizo en un circuito ovalado de 2,5 kilómetros de largo. Se utilizó gasolina de 95 octanos.

Cada dispositivo fue probado por el sujeto 1 (mencionado en el capítulo 2), este siguió utilizando las mismas técnicas de conducción eficiente mencionadas en el capítulo 2 con cada uno de los dispositivos. En cada dispositivo se utilizaron 8 litros de gasolina.

Se utilizó el primer litro para que el automóvil alcanzara su temperatura óptima de funcionamiento. De los siguientes 7 litros se tomaron en cuentas lo seis mejores resultados. Cada uno de estos litros fue medido y al mismo tiempo pesado para tener una mayor exactitud en los resultados de las pruebas.

Al terminarse el primer litro de gasolina, el siguiente litro se vertía con la ayuda de un embudo a través de una abertura debajo del sillón trasero del automóvil. Dicha abertura fue hecha de fábrica. Luego de haber vuelto a llenar el automóvil de combustible se tomaba la cantidad de kilómetros que logró recorrer este con el litro anterior. Estas acciones se repitieron con cada uno de los litros utilizados.

Un promedio de los resultados de las pruebas de cada dispositivo serán dados en kilómetros por litro luego de la descripción de cada dispositivo. Estos serán comparados con el promedio de las pruebas del sujeto 1, el cual no utilizó ningún dispositivo y adoptó algunas de las técnicas de la Conducción Eficiente. (Para más información revisar Puestas a prueba en el capítulo 2).

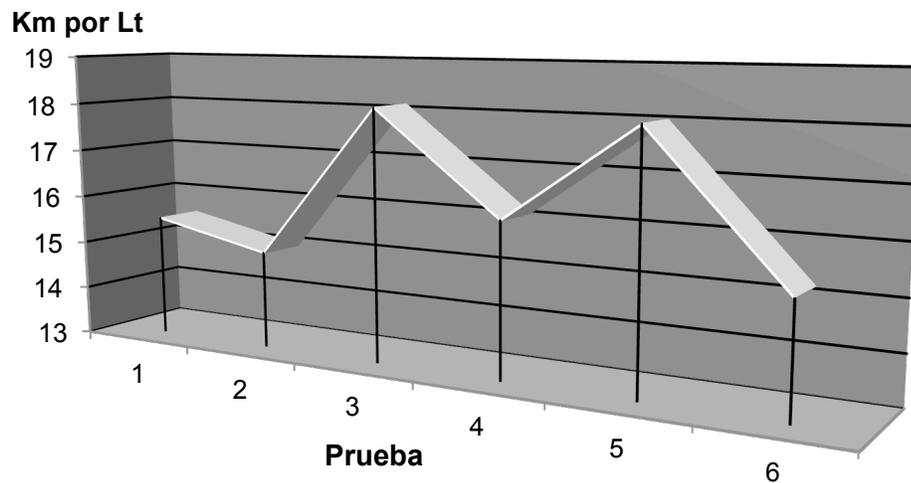
Los resultados de la prueba sujeto 1 son:

Tabla V. **Resultados de las pruebas del sujeto 1**

CONTROL	
Prueba	km por lt
1	15,52
2	15
3	18,1
4	16,1
5	18
6	15,2
PROMEDIO	16,32

Fuente: elaboración propia.

Figura 12. **Resultados de las pruebas del sujeto 1**



Fuente: elaboración propia.

4.1.1. Turbonator

Otro nombre que se le puede dar al dispositivo es Turbo de aire de admisión o Supercargador. Consiste en un cilindro hueco de aluminio de alta calidad. De 2 pulgadas de alto y 2,5 pulgadas de diámetro. Para darle mayor rigidez contiene tres soportes. En su interior contiene una hélice de 10 aspas del mismo material que el cilindro. Dotada de dos rodamientos de bolas le permiten girar a 55 000 revoluciones por minuto sin mucha fricción.

Este dispositivo puede ser utilizado en tuberías desde 2,5 pulgadas hasta 2,75 pulgadas, gracias a dos adaptadores de goma antideslizante dados por el fabricante.

Figura 13. **TURBONATOR** (vista lateral y trasera, de izquierda a derecha)



Fuente: ZS: *RacingTeam*, vendedor de ebay. Consulta: 28 de abril del 2011.

4.1.1.1. Instalación

El dispositivo no incluye manual de instalación, pero las instrucciones acompañadas de imágenes se pueden encontrar en las diferentes páginas donde se vende dicho dispositivo. Estas consisten en:

Primer paso:

Retirar el extremo de la manguera de entrada de aire situada después del filtro. Aflojando debidamente las abrazaderas.

Segundo paso:

Colocar el *TURBONATOR* con la hélice en contra de la corriente de aire de admisión. Si queda un juego entre el diámetro interior de la manguera y el diámetro exterior del *TURBONATOR* se deben utilizar los adaptadores de goma dados por el fabricante.

Tercer paso:

Insertar la manguera en su lugar apretando correctamente las abrazaderas para evitar el mal funcionamiento del sistema de aspiración de aire.

Figura 14. **Ilustraciones de los tres pasos de instalación del *TURBONATOR***



Fuente: Speeduppro: *Performance auto parts*, vendedor de ebay. Consulta: 28 de abril del 2011.

4.1.1.2. **Promete**

La hélice del *TURBONATOR* gira con la velocidad del motor generando una fuerza máxima que forma un flujo de aire de gran alcance que disminuye las pérdidas por fricción y las provocadas por los codos de la manguera.

Se aspira un flujo de aire en la cámara de combustión a una velocidad superior, resultando en una mejor quema del combustible atomizado. Resultando con un aumento de 5 a 10% de caballos de fuerza y torque, lo que redunda en un 25% de ahorro de combustible.

4.1.1.3. Resultado de las pruebas

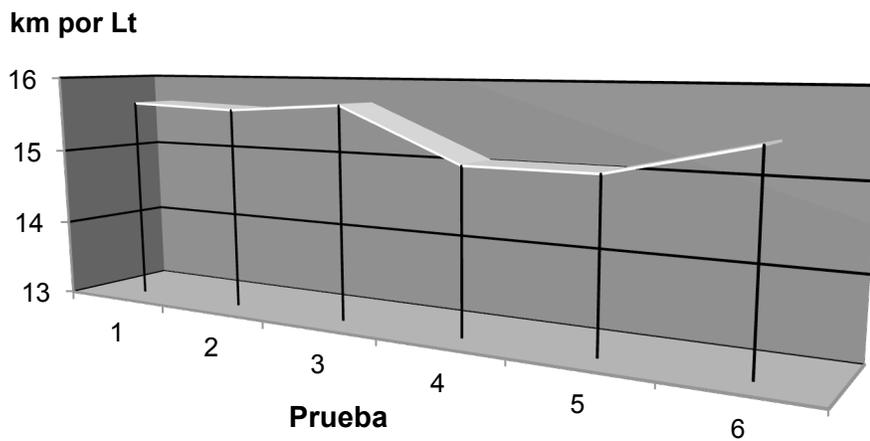
Al usar el *TURBONATOR* se sintió una aceleración más rápida. Esto provocó la disminución del tiempo necesario entre cada marcha del automóvil.

Tabla VI. Resultados de las pruebas del *TURBONATOR*

TURBONATOR	
Prueba	km por lt
1	15,65
2	15,6
3	15,7
4	15,05
5	15,05
6	15,43
PROMEDIO	15,41

Fuente: elaboración propia.

Figura 15. Resultados de las pruebas del *TURBONATOR*



Fuente: elaboración propia.

Comparando el promedio de kilómetros por litro utilizando el *TURBONATOR* con el promedio de las pruebas del sujeto 1, se presenta una disminución del 6%. Esta se debe a la obstrucción que el *TURBONATOR* presenta dentro de la manguera de admisión de aire, provocando una mezcla pobre en oxígeno.

Cabe resaltar que al utilizar el *TURBONATOR*, los resultados de las pruebas se mantuvieron constantes.

4.1.2. Tornado

Este dispositivo se le puede llamar turbina. Hecha de una placa de aluminio doblada para formar un cilindro agujereado de 1,55 pulgadas de alto y 2,5 pulgadas de diámetro. A través de sus agujeros están colocadas sus 6 aspas por medio de soldadura por punto.

Figura 16. **TORNADO**



Fuente: *Tornado: more power more milage!*.<http://www.tornadoair.com/>. Consulta: 28 de abril del 2011.

Este dispositivo está a la venta por medio de su propia página de Internet.

Se vende en varias presentaciones, variando entre cada una 5 milímetros de diámetro o “ki” como le llama el fabricante.

4.1.2.1. Instalación

Para su instalación no es necesario un manual, por ello el fabricante coloca las instrucciones de una forma breve junto con imágenes detrás de la caja con que se vende el tornado.

Primer paso:

Retire la manguera de entrada de aire, situada entre el cuerpo del acelerador y la caja del filtro de aire.

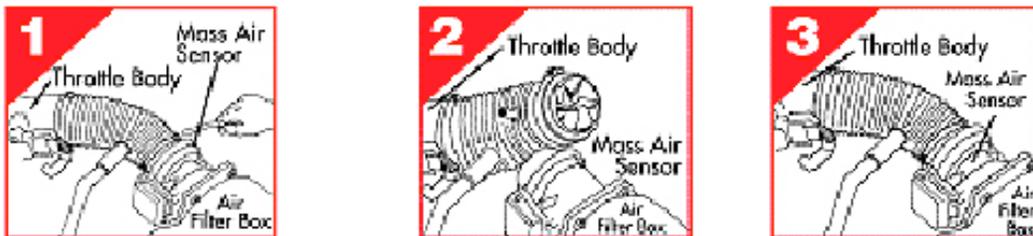
Segundo paso:

Instale la unidad TORNADO. Asegúrese de que quede ajustado y firmemente dentro de la manguera.

Tercer paso:

Vuelva a colocar la manguera y la abrazadera de seguridad.

Figura 17. Ilustraciones de los tres pasos de instalación del **TORNADO**



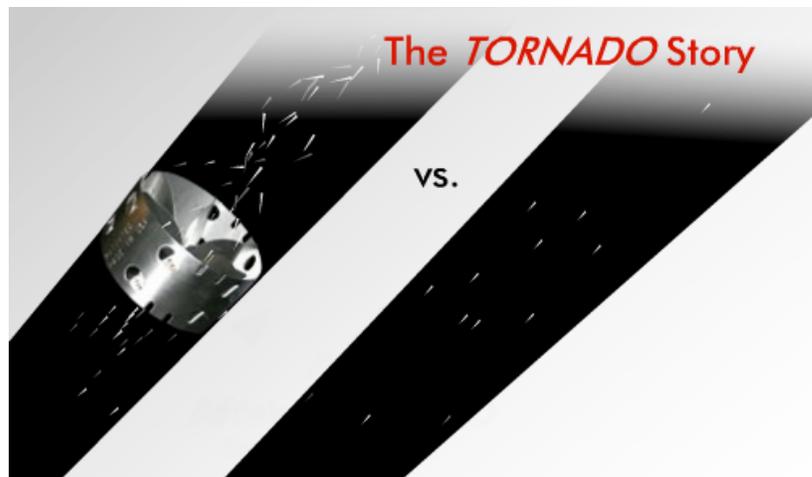
Fuente: *Tornado: more power more milage!*.<http://www.tornadoair.com/>. Consulta: 28 de abril del 2011.

4.1.2.2. Promete

La dinámica única de Tornado del flujo de aire crea un efecto de remolino de rápida-quemadura en la cámara de combustión. Esto crea partículas más finas o también llamado combustible atomizado, permitiendo una mejor propagación de la llama provocando una combustión más completa.

El *TORNADO* provoca una mejor atomización del combustible, resultando en consumo de gasolina que aumenta 1 a 2 MPG. Estas cifras son confirmadas por pruebas en carretera realizada en un laboratorio de emisiones autorizado por la Agencia de Protección al ambiente o *EPA* (por sus siglas en inglés). El *TORNADO* no requiere mantenimiento y es una adición accesible para la mayoría de los automóviles de pasajeros, camiones ligeros y vehículos recreativos en la carretera.

Figura 18. Efecto que provoca el *TORNADO* dentro de la manguera



Fuente: *Tornado: more power more milage!* <http://www.tornadoair.com/>. Consulta: 15 de abril del 2012.

4.1.2.3. Resultado de las pruebas

Durante las pruebas no se sintió ningún cambio. A diferencia de la prueba con el *TURBONATOR*, estas se sintieron como si no hubiera nada dentro de la manguera de aire de admisión.

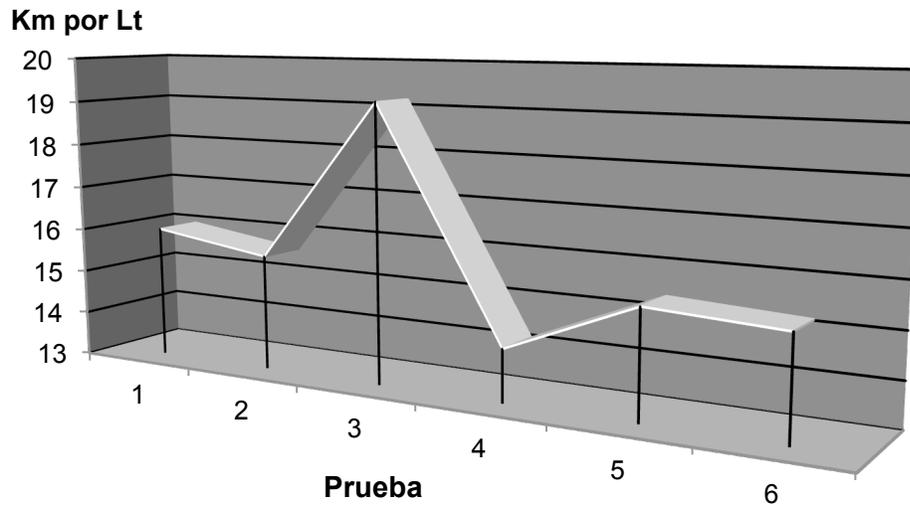
Tabla VII. Resultados de las pruebas del *TORNADO*

<i>TORNADO</i>	
Prueba	km por lt
1	16
2	15,6
3	19,18
4	14,17
5	15,38
6	15,22
PROMEDIO	15,93

Fuente: elaboración propia.

A pesar que no se sintió nada en la prueba se puede notar una disminución de 2,4% en el promedio de kilómetros por litro, comparado con el promedio de 16,32 que obtuvo el sujeto 1. Igual que con el *TURBONATOR* se presentó una disminución, pero esta fue menor. Seguía habiendo una obstrucción dentro de la manguera pero esta era más pequeña porque las paredes del cilindro que forman el dispositivo *TORNADO* son más delgadas y hay menos aspas que en el *TURBONATOR*.

Figura 19. **Resultados de las pruebas del TORNADO**



Fuente: elaboración propia.

4.1.3. Powermag

También llamado ahorrador de combustible magnético o acondicionador de combustible magnético. Está formado por dos imanes, cada uno dentro de una carcasa de plástico partida a la mitad para su mejor adaptación. Unidos los dos imanes forman un cilindro, pasando por en medio la línea de combustible. Cada mitad tiene dos perforaciones para que pueda unirlos un cincho de plástico proporcionado por el fabricante.

Figura 20. **POWERMAG**



Fuente: *ChromeDouble Shop*, vendedor de ebay. Consulta: 28 de abril del 2011.

4.1.3.1. Instalación

El *POWERMAG* se vende junto con una hoja con instrucciones detalladas de instalación. La facilidad de este dispositivo es que no se necesita ninguna clase de herramienta para su instalación.

Primer paso:

Localice la línea de combustible que se dirige al sistema de inyección.

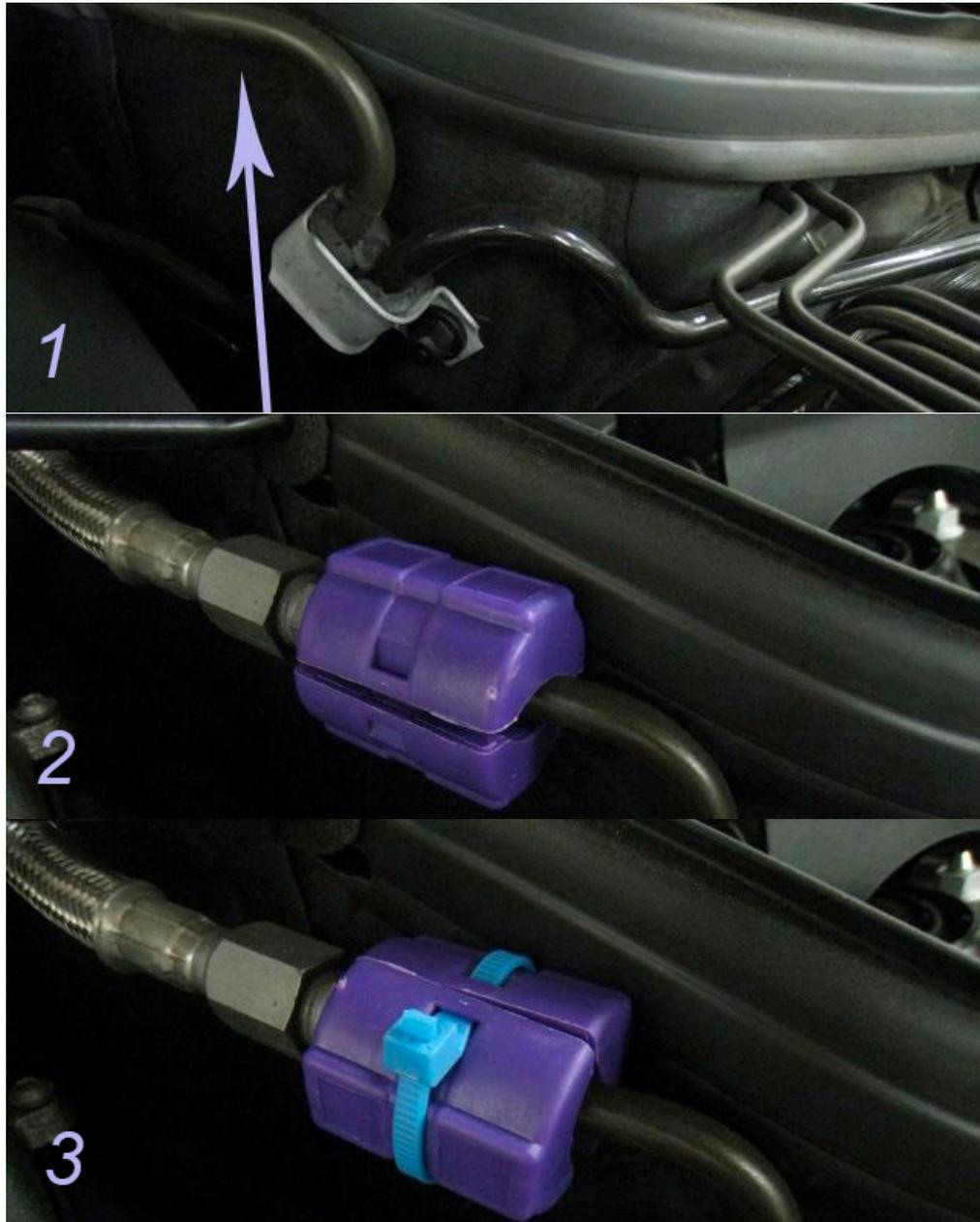
Segundo paso:

Coloque lo más cerca posible del sistema de inyección el *POWERMAG* juntando las dos mitades sobre la línea de combustible.

Tercer paso:

Utilice el cincho plástico para ajustar el *POWERMAG* para evitar que cualquier vibración o movimiento brusco lo mueva de su lugar.

Figura 21. Ilustraciones de los tres pasos de instalación del **POWERMAG**



Fuente: *ChromeDouble Shop*, vendedor de ebay. Consulta: 28 de abril del 2011.

4.1.3.2. Promete

Al pasar a través de los imanes del POWERMAG, el combustible es ionizado haciendo que los grupos de moléculas de hidrocarburo se separen. Ahora el combustible está más expuesto al oxígeno necesario para la combustión, quemándolo de una manera más completa y limpia.

Figura 22. **Proceso de ionización**



Fuente: *ChromeDouble Shop*, vendedor de ebay. Consulta: 28 de abril del 2011.

El fabricante presenta una lista de beneficios:

- Más kilómetros por galón.
- Reducción en un 50% de monóxido de carbono e hidrocarburos.
- Ayuda a pasar la inspección de emisiones.
- Mayor rendimiento utilizando un combustible de menor índice de octanos.
- Reduce la acumulación de cal y la corrosión en el motor.
- Reduce el desgaste en el sensor de O₂ y el convertidor catalítico.

4.1.3.3. Resultado de las pruebas

No se presentó ningún cambio en el comportamiento del automóvil que pudiera delatar la presencia del *POWERMAG*.

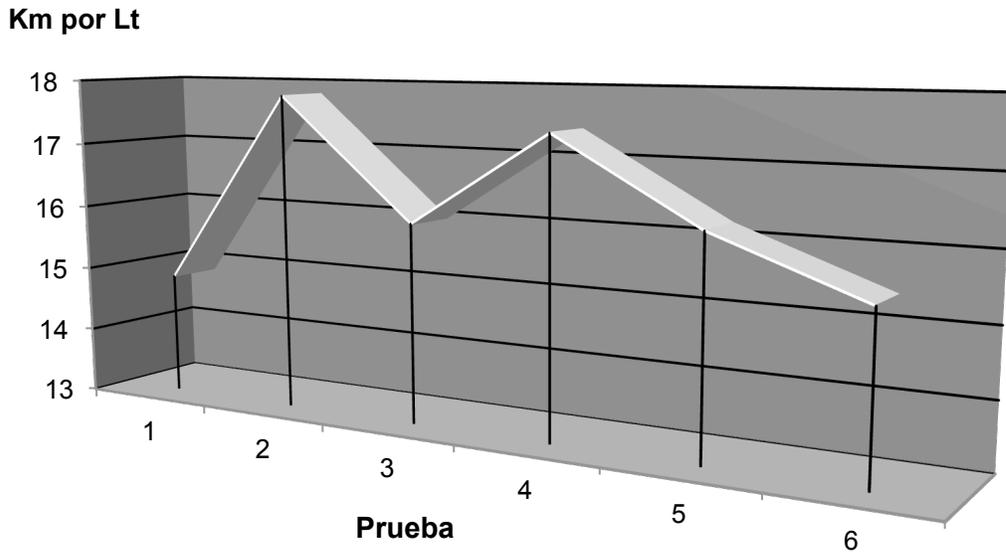
Tabla VIII. Resultado de las pruebas del *POWERMAG*

<i>POWERMAG</i>	
Prueba	km por lt
1	14,87
2	17,8
3	16
4	17,39
5	16,19
6	15,4
PROMEDIO	16,28

Fuente: elaboración propia.

El promedio de kilómetros por litro utilizando el *POWERMAG* en la línea de entrada de combustible es igual al promedio de la pruebas sujeto 1. Esto se debe a que las moléculas de la gasolina no son magnéticas y además las línea de combustible son metálicas y las líneas de flujo magnético seguirán las paredes de la línea de combustible en lugar de pasar a través del combustible.

Figura 23. Resultados de las pruebas del *POWERMAG*



Fuente: elaboración propia.

4.1.4. Resumen de resultados

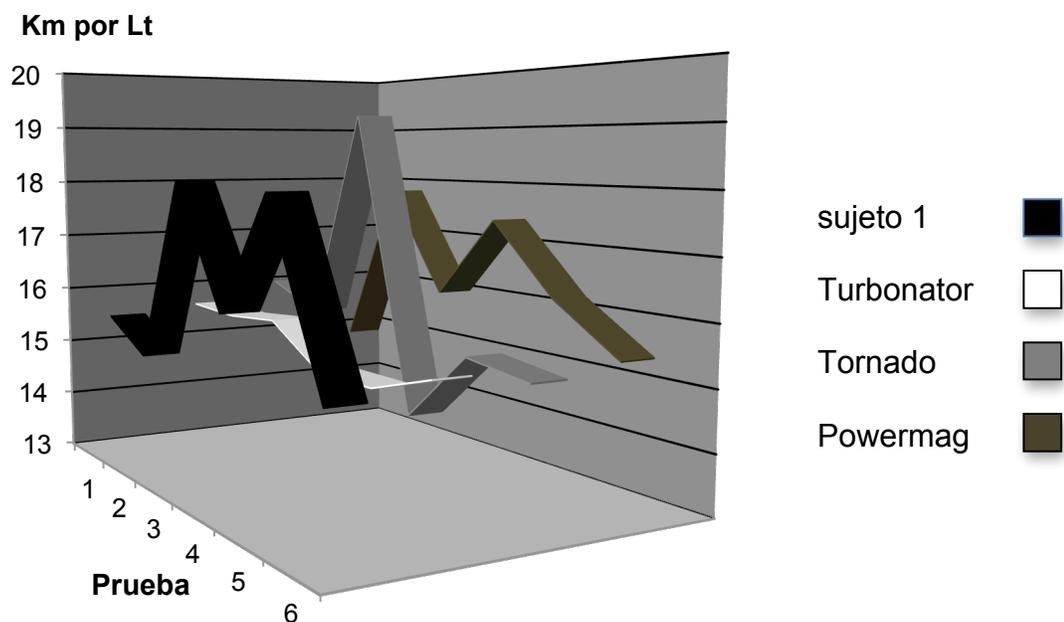
Para motivos de una mejor observación y análisis de los resultados se agrega una tabla comparativa entre la prueba sujeto 1 y todos los dibujos probados.

Tabla IX. **Comparación de los resultados entre sujeto 1 y todos los dispositivos**

COMPARACIÓN				
Prueba	sujeto 1	TURBONATOR	TORNADO	POWERMAG
1	15,52	15,65	16	14,87
2	15	15,6	15,6	17,8
3	18,1	15,7	19,18	16
4	16,1	15,05	14,17	17,39
5	18	15,05	15,38	16,19
6	15,2	15,43	15,22	15,4
PROMEDIO	16,32	15,41	15,93	16,28

Fuente: elaboración propia.

Figura 24. **Comparación los resultados entre sujeto 1 y todos los dispositivos**



Fuente: elaboración propia.

Los dispositivos para ahorrar combustible prometen muchas cosas y cómo se puede ver de algunos expuestos en este trabajo, no solo no cumplen, sino que pueden provocar una reacción contraria. Todavía hay muchos que no se pusieron a prueba, pero muchos son muy caros, por lo que al usarlos puede que nunca se recupere lo gastado.

CONCLUSIONES

1. Se desea que el automóvil tenga una vida útil larga y que durante ésta, sea eficiente manteniendo un consumo de combustible correcto, es necesario cambiar la mentalidad que el automóvil no es un bien autosuficiente y al mismo tiempo adoptar nuevas prácticas de conducción que ayudaran a alcanzar este fin.
2. Desde 1994 se comenzó a implementar en los automóviles impulsados por gasolina el sistema de inyección electrónica. Un sistema de alimentación más efectivo que el carburador. Si el vehículo se encuentra en estas fechas es necesario implementar nuevas técnicas para conducir que se adapten a esta nueva tecnología. El conjunto de éstas técnicas son introducidas en este trabajo como conducción eficiente.
3. Con el propósito de optimizar el consumo de combustible en el automóvil, es necesario realizarle el mantenimiento preventivo recomendado por el fabricante a aquellas piezas del motor involucradas en la compresión y quema de la mezcla aire/combustible.
4. En cuanto a los dispositivos para ahorrar combustible, no se obtuvo ningún beneficio durante las pruebas realizadas en los dispositivos evaluados en este trabajo. Esto se debe a que los sistemas actuales de inyección no permiten cambiar la cantidad y composición del aire o del combustible que entran a la cámara de combustión.

RECOMENDACIONES

1. Cuando el conductor se da cuenta que su automóvil tiene un gasto excesivo de combustible, debe evaluar si está conduciendo correctamente y si le está realizando los mantenimientos correctos a su debido tiempo.
2. Los propietarios de automóviles fabricados de 1994 en adelante, deben adoptar las técnicas de la conducción eficiente que les ayudarán a aprovechar al máximo las nuevas tecnologías creadas para el uso eficiente del combustible.
3. Las escuelas de automovilismo deberían actualizar su enseñanza y examinar, de manera obligatoria, con las técnicas de la conducción eficiente, para atacar desde la raíz el gasto excesivo de combustible. Es más fácil educar a conductores principiantes que a veteranos.
4. Todo propietario de un automóvil debe crear y atenerse a un plan detallado de mantenimiento preventivo para que este permanezca en condiciones óptimas durante su vida útil y aproveche al máximo el combustible.
5. Siguiendo los resultados obtenidos en las pruebas realizadas para este trabajo. No se recomienda el uso de dispositivos ahorradores de combustible. Se obtendrán mejores y más notables resultados conduciendo el automóvil de una forma correcta y proporcionándole a este, los mantenimientos que le corresponden.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALBORNOZ B., Paul. *Sistemas de Inyección de Combustible* [en línea]. Automotriz. <<http://www.automotriz.com.net>>. [Consulta: 20 de abril del 2012].
2. ALLEN, Mike. *Looking for a Miracle: we test automotive 'fuel saber'* [en línea]. Popular mechanics, 2005. <<http://www.popularmechanics.com>>. [Consulta: 28 de abril del 2011].
3. AVILA, Oscar. *Cómo realizar el mantenimiento a una batería de coche*. [en línea]. wikiHow <<http://www.wikihow.com>>. [Consulta: 16 de abril del 2012].
4. CONRAD, Bonnie. *When to overhaul car engines?* [en línea]. eHow <<http://www.ehow.com>>. [Consulta: 16 de abril del 2012].
5. CORTÉS JUALLEK, Agustín. *Posición correcta de manejo*. [en línea] México: La Conducción Profesional y la Actitud Vial, 2009. <<http://www.youtube.com/watch?v=VRr-QleEvVM&feature=plcp>>. [Consulta: 20 de abril del 2012].
6. *Diagnóstico del motor-Prueba de compresión* [en línea]. México: E-auto-Manuales. <<http://www.e-auto.com.mx>>. [Consulta: 18 de abril del 2012].

7. DÍAZ MORALES, Hipólito. “Análisis de gases de escape y sistemas anticontaminación”. *Datamotor: Formación Técnica* (26). 2003. 10-11 p.
8. GONZÁLEZ PAYÁ, Juan Carlos. *Planes de mantenimiento: gestión y logística del mantenimiento en automoción*. 2a ed. Madrid: Club Universitario, 2009. 30-32 p.
9. GRASA, Javier. Conducción al menor coste: consejos prácticos para reducir el impacto de los vehículos en el medio ambiente. En: III Jornadas de educación ambiental de la comunidad autónoma de Aragón 24, 25, y 26 de marzo, (2006: Aragón, España) 4 p.
10. INSTITUTO MAPFRE. *Técnicas para una conducción eficiente*. [Video] Madrid: IDAE, 2005.
11. *Mantenimiento la Capota* [en línea]. Motorspain. <<http://www.motorspain.com>>. [Consulta: 18 de febrero del 2012].
12. OBERT, Edward Federic. *Motores de combustión interna: análisis y aplicaciones*. Monsivais Lara, Cristobal (trad.) 2a ed. Evanston, Illinois: Continental, 1982. 764 p.
13. PRADA Y MOGUEIRA, Hipólito. El Papel de la aerodinámica en el diseño de los automóviles convencionales. *Anales de mecánica y electricidad*. Enero-Febrero 2008. p. 86-90.

14. SENTERNOVEM. *La conducción eficiente*. Instituto para la diversificación y ahorro de la energía (adaptación) Madrid: Editorial Comunitarios e-Atomium, 2005. 34 p.