



Universidad del Azuay.

Facultad de Ciencia y Tecnología.

Escuela de Ingeniería en Mecánica.

Evaluación técnica del desempeño y prestaciones del
vehículo TOYOTA PRIUS III generación en la ciudad de
Cuenca.

Trabajo de graduación previo a la obtención del título
de Ingeniero en Mecánica Automotriz.

Autor:

Francisco José Calle Calle.

Director:

Thelmo Fernando Guerrero Palacios.

Cuenca – Ecuador
2012

ABSTRACT

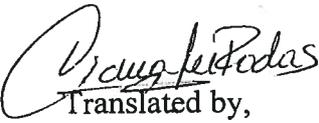
TECHNICAL EVALUATION OF THE PERFORMANCE AND BENEFITS OF TOYOTA PRIUS III VEHICLE IN THE CITY OF CUENCA

This research project is an analysis and technical explanation of the performance of hybrid vehicles, in order to familiarize the reader with this “eco-friendly” means of transportation. The advantages and disadvantages of driving a vehicle with these characteristics in our city are presented. Additionally, the specifications provided by the manufactures were compared with the data obtained during the tests in the city of Cuenca, such as: fuel consumption, torque, power and maintenance, analysis of the exhaust, maneuverability test, and noise.

The final results demonstrated that the TOYOTA PRIUS III vehicle has a better performance and benefits in Cuenca than in Japan, where it was manufactured. It is also important to state the benefit for the environment that driving this type of vehicle brings.

Key Words: Electrical fuel, Ecological vehicle, Minor contamination, Regenerative brake, Hybrid automobile.




Translated by,
Diana Lee Rodas


.....
Ing. Hernán Viteri.
DIRECTOR DE ESCUELA


.....
Ing. Fernando Guerrero.
DIRECTOR DE TESIS


.....
Francisco Calle.
AUTOR

RESUMEN.

EVALUACIÓN TÉCNICA DEL DESEMPEÑO Y PRESTACIONES DEL VEHÍCULO
TOYOTA PRIUS III GENERACIÓN EN LA CIUDAD DE CUENCA.

Este trabajo de grado analizó y explicó técnicamente el funcionamiento de los vehículos híbridos con el fin de familiarizar al lector con este medio de transporte "eco-amigable". Se dio a conocer las ventajas y desventajas de manejar un vehículo de estas características en nuestra ciudad; además se comparó las especificaciones dadas por el fabricante con los datos obtenidos en pruebas realizadas en la ciudad de Cuenca tales como: consumo de combustible, torque, potencia, mantenimiento, análisis de gases de escape, pruebas de maniobrabilidad y ruido.

Con el resultado final se demostró que el vehículo TOYOTA PRIUS III generación objeto de este estudio tiene un mejor desempeño y prestaciones en Cuenca que en Japón donde se fabricó, sin olvidar los beneficios que trae al medio ambiente el manejo de un auto ecológico.

Palabras claves: eléctrico gasolina, vehículo ecológico, menor contaminación, freno regenerativo, automóvil híbrido.



Ing. Hernán Viteri
DIRECTOR DE ESCUELA



Ing. Fernando Guerrero
DIRECTOR DE TESIS



Francisco Calle
Autor.

ÍNDICE.

Contenido	página
CAPITULO I.	
TECNOLOGÍA DEL VEHÍCULO TOYOTA PRIUS III GENERACIÓN.	
1.1.- Historia y generalidades.....	1
1.2.- Funcionamiento.....	3
1.3.- Configuración del sistema híbrido del TOYOTA PRIUS.....	4
1.4.- Motor.....	10
1.5.- Transmisión.....	23
1.6.- Batería.....	28
1.7.- Motor eléctrico.....	32
1.8.- Inversor.....	35
1.9.- Freno regenerativo.....	36
1.10.-Conducción EV, ECO, POWER.....	39
1.11.-Control inteligente.....	43
1.12.-Indicador de la zona de economía.....	44
1.13.-Monitoreo de energía.....	46
1.14.-Indicadores.....	46
 CAPITULO II.	
AGENTES CONTAMINANTES Y NORMAS ECUATORIANAS.	
2.1.- Agentes nocivos.....	50
2.1.1.- Gases y partículas contaminantes.....	51
2.2.- Emisiones permitidas y no permitidas.....	52
2.2.1.- Norma técnica del INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION (INEN) 2202 y2204.....	53
2.2.2.- Norma de la UNIDAD MUNICIPAL DE TRANSITO (UMT).....	53
2.2.3.- Norma de la COMISION DE GESTION AMBIENTAL (CGA).....	53
2.3.- Efectos y generalidades de la contaminación por ruido.....	54
2.4.- Tipos y propiedades de la gasolina en Ecuador.....	54
 CAPITULO III.	
PRUEBAS DEFUNCIONAMIENTO.	
3.1.- Prueba de conducción.....	59

3.2.- Prueba de rendimiento.....	62
3.3.- Prueba de potencia.....	73
3.4.- Evaluación de gases de escape.....	77
3.4.1.- Análisis de monóxido de carbono, dióxido de carbono, hidrocarburos.....	77
3.5.- Análisis de consumo de combustible del TOYOTA PRIUS.....	78
3.6.- Análisis de emisión de ruido	81

CAPITULO IV.

ANALISIS DE RESULTADOS.

4.1.- Comparación de datos obtenidos con los datos dados por el fabricante.....	83
4.2.- Ventajas y desventajas que presenta el vehículo TOYOTA PRIUS en Cuenca.....	88

CAPITULO V.

MANTENIMIENTO, REPUESTOS, SATISFACCIÓN DEL CLIENTE.

5.1.- Mantenimiento recomendado por el fabricante y costos.....	91
5.2.- Mantenimiento sugerido para nuestro medio y costos.....	95
5.3.- Repuestos.....	99
5.4.- Opinión y satisfacción del cliente.....	100
5.5.- Problemas generados a nivel mundial en torno al TOYOTA PRIUS, y su efecto en nuestro medio.....	104

CONCLUSIONES.....	104
--------------------------	------------

RECOMENDACIONES.....	104
-----------------------------	------------

ANEXOS.....	109
--------------------	------------

ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS Y ANEXOS.

Contenido	página
Figura 1: Vehículo Voiturette.....	1
Figura 2: Vehículo híbrido de Porsche.....	2
Figura 3: Gráfica de instantes de uso del freno regenerativo.....	4
Figura 4.1: Esquema del sistema híbrido en serie.....	5
Figura 4.2: Esquema del sistema híbrido en paralelo.....	5
Figura 4.3: Esquema del sistema híbrido combinado paralelo-serie.....	6
Figura 5: Esquema del sistema híbrido en paralelo.....	7
Figura 6: Vehículo híbrido TOYOTA PRIUS I GENERACION.....	8
Figura 7: Vehículo TOYOTA PRIUS segunda generación.....	8
Figura 8: Vehículo TOYOTA PRIUS tercera generación.....	9
Figura 9: Gráfica del ciclo Atkinson en comparación con el ciclo Otto.....	11
Figura 10: Motor térmico del TOYOTA PRIUS III GENERACION.....	11
Figura 11: Esquema gráfico del motor térmico del TOYOTA PRIUS III GENERACION.....	12
Figura 12: Disposición de los motores del TOYOTA PRIUS III generación.....	13
Figura 13: Elementos y posición del sistema híbrido en el TOYOTA PRIUS.....	14
Figura 14: Fases de funcionamiento del PRIUS y la relación con su fuente de energía eléctrica o térmica.....	15
Figura 15: Fases de funcionamiento del PRIUS indicando momentos de uso de cada motor.....	16
Figura 16.1: Flujo de fuerza y gráfica del panel de instrumentos. PUESTA EN MARCHA.....	17
Figura 16.2: Flujo de fuerza y gráfica del panel de instrumentos. CONDUCCIÓN NORMAL.....	18
Figura 16.3: Flujo de fuerza y gráfica del panel de instrumentos. ACELERACION.....	19
Figura 16.4: Flujo de fuerza y gráfica del panel de instrumentos, DESACELERACION.....	20
Figura 16.5: Flujo de fuerza y gráfica del panel de instrumentos. PARADA.....	21
Tabla 1: Especificaciones del motor térmico del TOYOTA PRIUS III generación.....	22

Figura 17: Características generales del motor térmico del PRIUS III	
Generación.....	23
Figura 18: Transmisión PSD de TOYOTA.....	24
Figura 19: Conjunto de engranaje planetario usado en la transmisión	
TOYOTA.....	25
Figura 20: Componentes del sistema de transmisión.....	26
Figura 21: Transmisión del TOYOTA PRIUS.....	27
Figura 22: Mando “palanca” de transmisión del TOYOTA PRIUS.....	28
Tabla 2: Especificaciones de la batería del TOYOTA PRIUS.....	28
Tabla 3: Especificación y comparación entre las baterías del	
PRIUS III generación y modelos anteriores.....	29
Figura 23.1: Batería seccionada del TOYOTA PRIUS.....	30
Figura 23.2: Batería seccionada del TOYOTA PRIUS.....	30
Figura 24: Componentes internos de la batería del TOYOTA PRIUS.....	31
Figura 25: Ubicación de la batería en el TOYOTA PRIUS.....	32
Tabla 4: Especificaciones del motor eléctrico del TOYOTA PRIUS.....	32
Figura 26: Motores del PRIUS, Izquierda térmico y derecha el eléctrico.....	33
Figura 27: Motores eléctricos del PRIUS I generación y PRIUS II	
generación.....	33
Figura 28.1: Comparación gráfica de par y potencia del motor eléctrico	
del TOYOTA PRIUS I y II generación.....	34
Figura 28.2: Comparación gráfica de par y potencia del motor térmico	
del TOYOTA PRIUS III generación.....	34
Figura 29.1: Fotografía externa del inversor del TOYOTA PRIUS.....	35
Figura 29.2: Fotografía interna del inversor del TOYOTA PRIUS.....	36
Figura 30: Comparación del freno regenerativo entre el PRIUS I	
y el PRIUS II generación.....	37
Figura 31: Curvas comparativas del freno regenerativo y freno hidráulico	
Figura 32.1: Circuito esquemático de freno regenerativo y	
freno hidráulico convencional.....	38
Figura 32.2: Circuito esquemático del freno regenerativo con los	
dispositivos de ayuda al frenado y el freno hidráulico	
convencional.....	39
Figura 33: Mandos del modo de conducción.....	40
Figura 34: Panel de instrumentos indicando los modos de conducción	
del TOYOTA PRIUS.....	41
Figura 35.1: Indicador del sistema híbrido en la conducción ECO del	
TOYOTA PRIUS	42

Figura 35.2: Panel de indicadores y posición de ciertos comandos.....	42
Figura 36: Comparación de las curvas de apertura del acelerador con la fuerza motriz.....	43
Figura 37.1: Panel de instrumentos, indicando área de carga, velocidad, posición de la palanca de mando de transmisión, nivel de combustible, modo de conducción.....	44
Figura 37.2: Panel de instrumentos indicando: consumos de combustible en lapsos de 10 minutos, comandos del volante y velocímetro.....	45
Figura 37.3: Panel de instrumentos indicando flujo de energía, comandos del volante, posición de la palanca de transmisión y velocímetro.....	45
Figura 37.4: Indicador de carga y nivel de carga de la batería, hora, odómetro en función "trip A".....	45
Figura 38: Indicador de que motor o motores están en uso y nivel de carga de la batería.....	46
Figura 39: Panel de instrumentos indicando los promedios de consumo de combustible en lapsos de 10 minutos del TOYOTA PRIUS.....	47
Figura 40.1: Mandos del volante y su ubicación en la pantalla del panel de instrumentos.....	47
Figura 40.2: Mandos del aire acondicionado, radio y panel central.....	48
Figura 41: Fotografía del tubo de escape de un vehículo, fuente de contaminación.....	50
Figura 42: Consecuencias de la contaminación.....	50
Tabla 5: Relación entre el funcionamiento del motor y la estructura química.....	56
Figura 43: Logotipo Hybrid Synergy Drive "HSD".....	62
Figura 44: Mandos de la transmisión del TOYOTA PRIUS III generación.....	63
Figura 45.1: Dispositivos de asistencia de frenado y circunstancias de funcionamiento.....	64
Figura 45.2: Dispositivos de asistencia de frenado y circunstancias de funcionamiento.....	64
Figura 46: Suspensión delantera y posterior del TOYOTA PRIUS III generación.....	65
Figura 47: Dispositivos de ayuda al mando de la dirección del TOYOTA PRIUS III generación.....	66
Figura 48.1: HUD o Dispositivo holográfico proyectado en el parabrisas, fotografía real con ampliación de un sector.....	67
Figura 48.2: HUD o Dispositivo holográfico proyectado en el parabrisas, gráfico esquemático.....	68
Figura 49.1: Bolsas de aire del TOYOTA PRIUS.....	69

Figura 49.2: Bolsas de aire del TOYOTA PRIUS.....	69
Figura 50: Cinturones de seguridad.....	70
Figura 51.1: Chasis absorbe impactos TOYOTA PRIUS.....	71
Figura 51.2: Chasis absorbe impactos TOYOTA PRIUS.....	71
Figura 52: Plásticos ecológicos y su ubicación en el vehículo.....	72
Figura 53: Potencia máxima vs velocidad del PRIUS.....	73
Figura 54: Potencia máxima vs velocidad vehículos convencionales.....	74
Figura 55.1: Ensayo.- medición de torque y potencia, tomando en cuenta las condiciones ambientales descritas.....	75
Figura 55.2: Valores obtenidos de la medición de torque y potencia.....	76
Tabla 6: Medición de los gases de escape del PRIUS.....	77
Tabla 7: Consumo de combustible del PRIUS.....	80
Tabla 8: Nivel máximo de ruido para fuentes móviles.....	81
Tabla 9: Condiciones ambientales de funcionamiento para la evaluación de los gases y ruido de escape.....	83
Tabla 10: Condiciones mecánicas de funcionamiento para la evaluación de los gases y ruido de escape.....	83
Tabla 11: Norma INEN 2204, límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres de gasolina.....	84
Tabla 12: Medición de los gases de escape del Toyota PRIUS.....	84
Tabla 13: Medición de CO en los gases de escape del Toyota PRIUS.....	85
Tabla 14: Medición de CO ₂ en los gases de escape del Toyota PRIUS.....	85
Tabla 15: Medición de HC en los gases de escape del Toyota PRIUS.....	86
Tabla 16: Comparación del consumo de gasolina entre el dato del fabricante y el valor real obtenido en nuestro medio.....	86
Tabla 17: Nivel máximo de ruido para fuentes móviles.....	87
Tabla 18: Nivel máximo de ruido obtenido del PRIUS.....	87
Tabla 19: Nivel máximo de ruido para fuentes móviles.....	87
Tabla 20.1: Mantenimiento y costos del TOYOTA PRIUS.....	92
Tabla 20.2: Mantenimiento opcional del TOYOTA PRIUS.....	93
Tabla 21: Mantenimiento y costo sugerido para TOYOTA PRIUS.....	95
Tabla 22: Metales presentes e índice de viscosidad en el ensayo de aceite de 5000 km.....	96
Tabla 23: Límites de desgaste e índice de viscosidad normal.....	98
Tabla 24: Metales presentes e índice de viscosidad en el ensayo de aceite de 7000 km.....	99
Tabla 25: Piezas de recambio del TOYOTA PRIUS y mano de obra y costo...	100
Figura 56: Vehículos afectados por fallas en el acelerador electrónico.....	102

Anexo 1.

NORMA INEN PARA EQUIPAMIENTO DE CRV (Centro de Revisión Técnica Vehicular).....	109
Tabla 1 ANEXO 1	
Especificaciones para el analizador de gases.....	109
Tabla 2.1 ANEXO 1: Características y condiciones técnicas del opacímetro.....	110
Tabla 2.2 ANEXO 1 Condiciones mecánicas de funcionamiento para la evaluación de los gases y ruido de escape.....	111
Tabla 3 ANEXO 1: Emisiones según la norma INEN.....	111
Tabla 4 ANEXO 1: Características para el sonómetro.....	111
Tabla 5 ANEXO 1: Límites máximos de emisiones permitidas para fuentes móviles con motores de gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática).....	114
Tabla 6 ANEXO 1: Límites máximos de emisiones permitidas para fuentes móviles con motor de gasolina (prueba dinámica).....	114
Tabla 7 ANEXO 1: Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina (prueba dinámica) a partir del año 2000 (europeo).....	115
Normas nacionales para métodos de pruebas.....	115
Calibración según Cuenca-aire.....	116
Verificación antes de la medición según Cuenca-aire.....	116
Procedimiento para la medición.....	117
Informe de resultados.....	117
Tabla 8 ANEXO 1: Límites máximos de emisiones de ruido.....	118

Anexo 2.-

CONTENIDOS DE LA GASOLINA EXTRA (norma INEN).....	119
Tabla 9 ANEXO 2: Contenidos de la gasolina extra.....	119
Tabla 10 ANEXO 2: Contenidos de la gasolina súper.....	119

Anexo 3.-

Tabla 11 ANEXO 3: Especificaciones técnicas del PRIUS.....	121
Tabla 12 ANEXO 3: Motor y desempeño del PRIUS.....	122
Tabla 13 ANEXO 3: Chasis, frenos, dirección y exterior del PRIUS.....	123
Tabla 14 ANEXO 3: Interior y seguridad del PRIUS.....	124

Autor: Francisco José Calle Calle.

Trabajo de graduación.

Director: Fernando Guerrero Palacios.

Junio 2012.

**Evaluación técnica del desempeño y prestaciones del vehículo TOYOTA
PRIUS III generación en la ciudad de Cuenca.**

INTRODUCCION.

A nivel mundial la economía gira alrededor del consumo energético donde especialmente se usa los combustibles fósiles, dejando residuos contaminantes que el uso de dichos combustibles generan, provocando una serie de problemas ambientales que incluso se están presentando en el Ecuador, de allí nace el interés global en reducir la polución que los vehículos producen, es por eso que las grandes fábricas automotrices están poniendo todo su esfuerzo en el desarrollo de nuevas tecnologías “más limpias” con el objeto de reducir este impacto ambiental.

Una de estas nuevas tecnologías es la de los vehículos híbridos que es la combinación de dos motorizaciones en un mismo automóvil, un motor eléctrico y un motor térmico, dando como resultados un menor consumo de combustible y por ende menor contaminación, pero toda innovación tecnológica en especial en nuestro medio genera cierta desconfianza en cuanto a calidad y costos, claro que esta desconfianza se da por el desconocimiento de la gente ante esta nueva tecnología, lastimosamente los mismos fabricantes debido al “celo profesional” no han dado a conocer profundamente los beneficios y menos aún los problemas que pueda presentar un vehículo híbrido.

La venta diaria de vehículos aumenta el parque automotor en Cuenca, incrementando desde luego las emanaciones; si se diera a conocer información sobre la tecnología de los vehículos híbridos se podría convencer a la clientela de adquirir un vehículo “ecológico” con el objeto de disminuir la contaminación en nuestra ciudad.

Este trabajo de graduación aportará con información sobre los vehículos híbridos obtenida directamente en Cuenca, como: torque, potencia, consumo de combustible, análisis de los gases de escape, análisis de ruido y análisis de maniobrabilidad, con todos los beneficios y problemas que esto genera.

CAPITULO I.

TECNOLOGÍA DEL VEHÍCULO TOYOTA PRIUS III GENERACIÓN.

1.1.- Historia y generalidades.

La tecnología de los vehículos híbridos nació en 1839, y cronológicamente su evolución es:

1839 el escocés Robert Anderson construye el primer vehículo eléctrico.

1896 los británicos J. Dowsing y L. Epstein patentaron ideas sobre la hibridación en paralelo, incluso estas ideas llegaron a utilizarse en Estados Unidos para camiones y autobuses.

Unos años después y del mismo J. Dowsing nace el que se puede considerar el primer híbrido de la historia, al combinar la energía eléctrica de una dinamo que arrancaba un motor de energía térmica, para propulsar una especie de carruaje llamado vehículo Arnold.

1898 el español Emilio de la Cuadra junto con los suizos Carlos Vellino y Mark Birkigth fundaron la Compañía General Española de Automóviles, y empezaron a fabricar cuatro modelos de automotores eléctricos, un carruaje de dos plazas, una camioneta, un camión y un autobús.

1899 los hermanos belgas Henry y Nicolas Pieper fabricaron un vehículo con un motor eléctrico unido a un motor a gasolina, ubicado bajo el asiento del conductor, su funcionamiento fue muy simple, en bajas revoluciones el motor térmico generaba carga para la batería y en altas revoluciones el motor eléctrico funcionaba aportando potencia adicional, este vehículo se lo denominó Voiturette.



Figura 1: Vehículo Voiturette.

Fuente: www.motorpasion.com/hibridosalternativos/historia-del-coche-hibrido-los-pionero.

En ese mismo año Ferdinand Porsche, hace un diseño para la compañía Jacob Lonher & Co., el cual basaba su funcionamiento en la combinación de dos motores, uno eléctrico y uno térmico, su giro era a velocidad constante, otras innovaciones de este vehículo fueron:

- Tracción delantera.
- Tenía 64 km de autonomía con batería.
- Fabricación en serie llegando a 300 unidades.
- Poco después en 1 903 se fabricó una versión de carreras con tracción en las cuatro ruedas, siendo el primer vehículo 4x4 de la historia.



Figura 2: Vehículo híbrido de Porsche

Fuente: www.motorpasion.com/hibridosalternativos/historia-del-coche-hibrido-los-pioneros.

La idea patentada de Porsche luego se vendió a Emil Jellinek-Mercedes que produjo su propio híbrido el Mercedes Electricque Mixte, comercializado por Daimler-Motoren-Gesellschaft.

A principios del siglo XX con el invento de la batería de ácido y otra de níquel-hierro se dio un impulso grande a la tecnología de los vehículos híbridos, pero también entraron a escena los vehículos de vapor y los de gasolina, siendo estos últimos y en especial de la marca FORD los de mayor aceptación y mayor desarrollo hasta nuestros días, por su menor costo.

1 997, se introduce la primera generación del PRIUS.

Hoy en día y como generalidades del PRIUS se debe destacar que ha llegado hasta una tercera generación donde los principales cambios que ha tenido este TOYOTA fue el motor, cuya cilindrada subió de 1 500 a 1 800 cm³ mejorando también la potencia de 78 a 98 CV (Caballo Vapor)¹, que sumada a la potencia del motor eléctrico llega a 136 CV mientras que las primeras versiones del PRIUS llegaban a los 111 CV.

Otra innovación fue la implementación del freno regenerativo, un sistema de refrigeración mejorado y de tamaño más pequeño, además de un inversor de la batería (que es un transformador de corriente continua en alterna).

1.2.- Funcionamiento.

Los vehículos netamente eléctricos no han tenido el debido desarrollo porque presentan una serie de inconvenientes como poca velocidad, escasa autonomía y dependen únicamente de la energía de acumuladores, es decir, son muy limitados en su funcionamiento, en contraparte un vehículo convencional de motor térmico es autónomo y muy veloz pero resulta contaminante, es por eso que la tecnología de energía combinada tanto eléctrica como térmica resulta ideal para el tiempo en que vivimos y en especial para ciudades como Cuenca, que es pequeña y de tráfico trabado, pues la mayor parte del tiempo funcionaría la parte eléctrica, dejando únicamente el motor térmico para momentos en que se requiera velocidad o cargar la batería, por ende no es muy contaminante, pues aprovecha al máximo el consumo de gasolina. Otro punto importante es que no se desperdicia la energía cinética² que se produce en una frenada, convirtiéndola en energía eléctrica que sirve para cargar las baterías, este tipo de frenos reciben el nombre de “regenerativos”.

- 1) *CABALLO VAPOR.- es una medida de potencia que se define como la cantidad de trabajo necesaria para elevar verticalmente un peso de 75 kg a 1m de altura en 1 segundo.*
- 2) *ENERGÍA CINÉTICA.- en física la energía cinética de un cuerpo es aquella energía que posee debido a su movimiento, se define como el trabajo necesario para acelerar un cuerpo de una masa determinada desde el reposo hasta una velocidad indicada.*

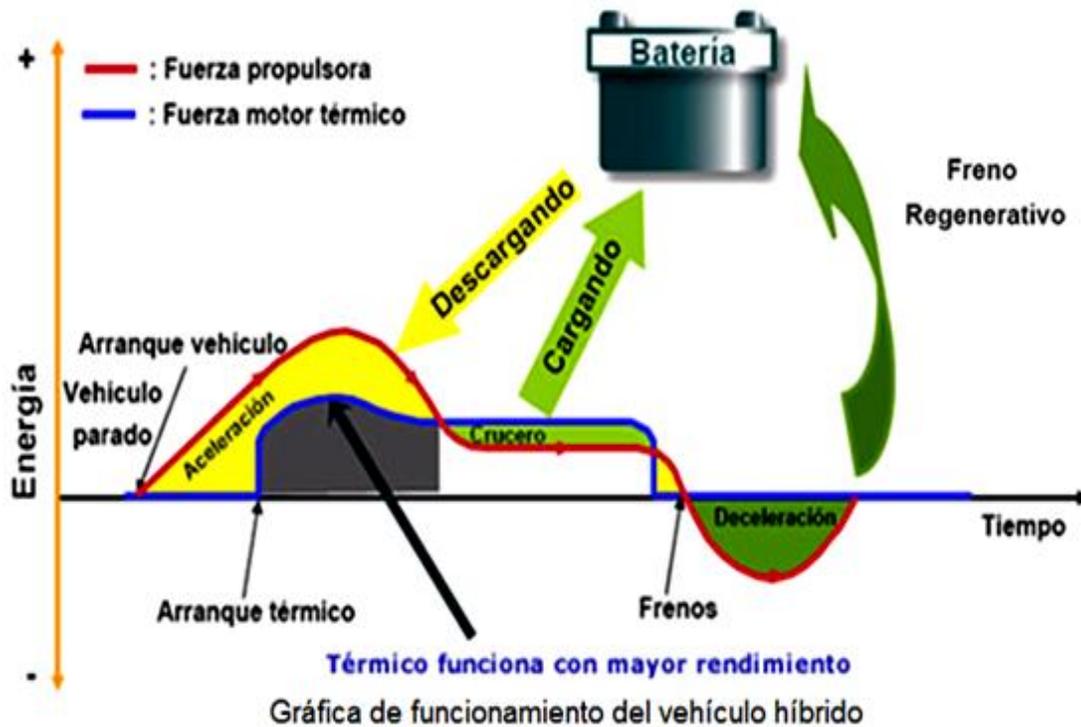


Figura 3: Gráfica de instantes de uso del freno regenerativo

Fuente: www.mecanicavirtual.org/hibridos.htm

La figura 3, muestra la energía obtenida en ciertos lapsos de funcionamiento de un vehículo con freno regenerativo, en primera instancia la aceleración (en color amarillo), donde la energía de la batería la usa el motor eléctrico para propulsar el automóvil, en segunda instancia a velocidad crucero (en color gris) donde ya arranca el motor térmico y se está produciendo la carga de la batería (en color verde) y por último al desacelerar o al frenar se produce energía eléctrica en el freno regenerativo (mantiene el color verde), dicha energía se aprovecha para cargar la batería.

1.3.- Configuraciones del sistema híbrido.

Los tres tipos de configuración del sistema híbrido son:

- 1) *Serie*.- solo la parte eléctrica da tracción, el motor térmico se usa para generar electricidad.

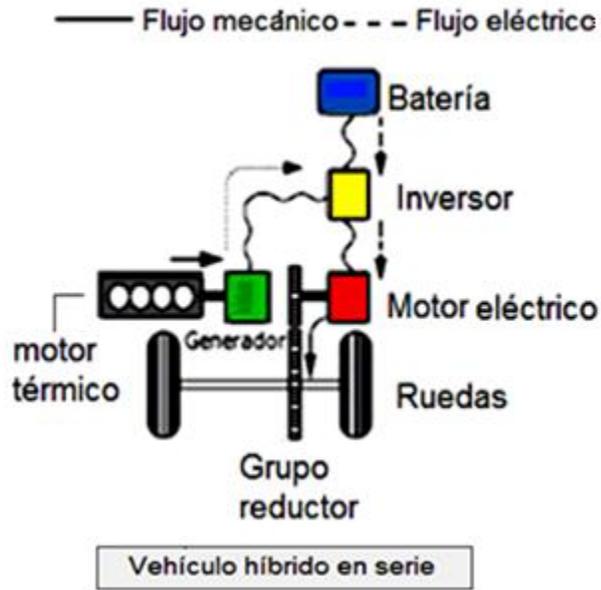


Figura 4: Esquema del sistema híbrido en serie.

Fuente: www.tiernet.net

- 2) Paralelo.- en donde la parte eléctrica y la parte térmica pueden dar tracción al vehículo.

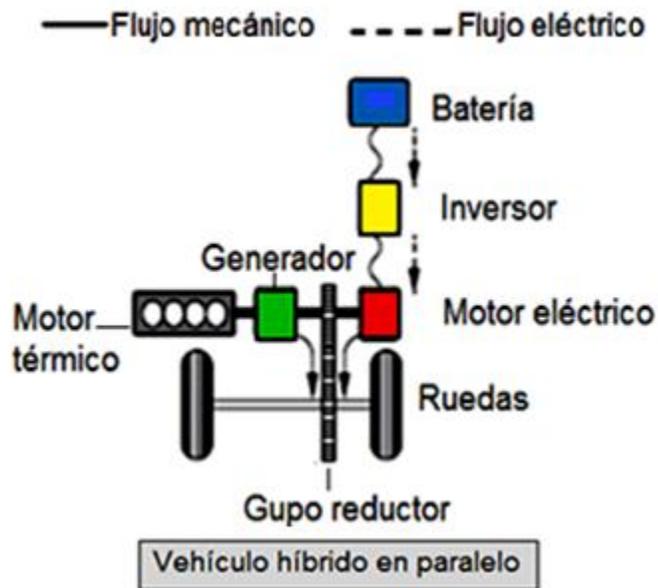


Figura 4.1: Esquema del sistema híbrido en paralelo.

Fuente: www.tiernet.net

3) *Paralelo-serie*.- que es una combinación de los dos anteriores.

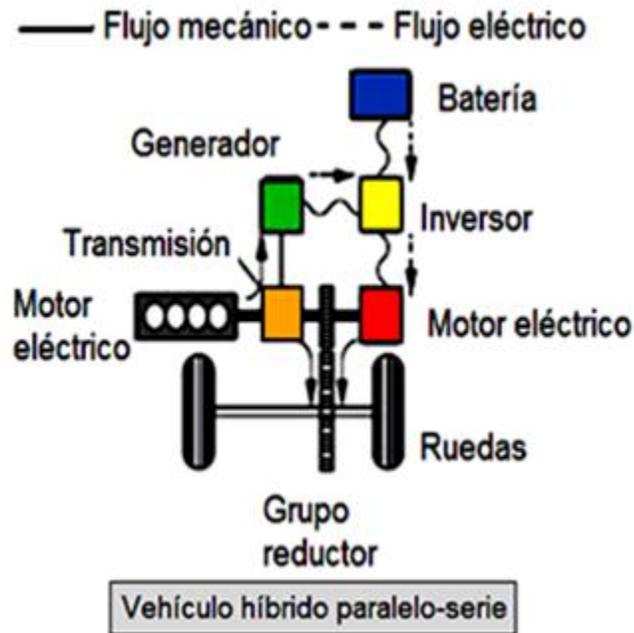


Figura 4.2: Esquema del sistema híbrido combinado paralelo-serie.

Fuente: www.tiernet.net

Otra clasificación de los vehículos híbridos según la carga de la batería es:

- 1) *Regulares*.- que se cargan con el funcionamiento normal del vehículo.
- 2) *Enchufables*.- que se cargan a través de una red eléctrica.

Explicando brevemente cada uno de los sistemas podemos decir que:

En el sistema híbrido en serie, a través del motor a gasolina se proporciona movimiento a un generador que carga la batería y suministra la potencia directamente al sistema de propulsión (motor eléctrico) y por lo tanto reduce la demanda a la batería, el motor térmico no puede dar tracción a las ruedas.

En el sistema híbrido en paralelo, usado en el TOYOTA PRIUS III generación, trabajan tanto el motor eléctrico como el motor térmico pudiendo dar movimiento o tracción mecánica directamente a las ruedas. La ventaja de este sistema es que cualquiera de los motores individualmente o los dos simultáneamente pueden generar dicho movimiento, durante el uso combinado de los dos motores se aumenta o se suma la potencia.

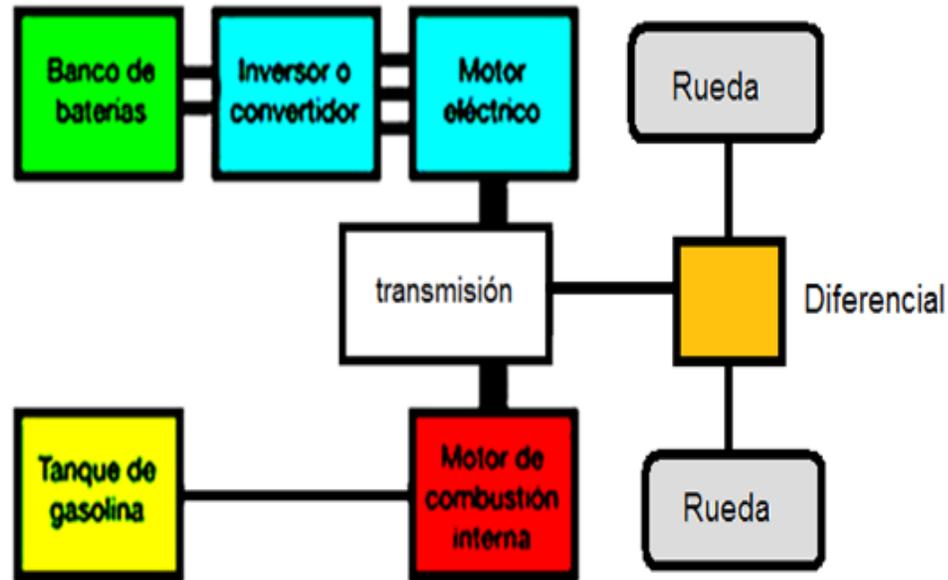


Figura 5: Gráfico esquemático del sistema híbrido en paralelo.

Fuente: www.tiernet.net

Las opciones de tracción que se pueden dar en el uso de un vehículo híbrido en paralelo son:

- Ambos motores en uso, máxima potencia.
- Motor térmico impulsa y recarga la batería.
- Motor térmico exclusivamente.
- Motor eléctrico exclusivamente.
- Desaceleración (Freno regenerativo).

Mundialmente la fabricación de vehículos con energía alternativa que “protegen” el medio ambiente o llamados también “ecológicos” han aumentado, en especial de la marca TOYOTA y primordialmente el PRIUS, de hecho es la marca que arrancó con la era de los autos que ahorran combustible a través de un sistema híbrido, de allí nace su nombre latín PRIUS, que en español quiere decir “primero”.



Figura 6: Vehículo híbrido TOYOTA PRIUS I GENERACION

Fuente: www.motorpasion.com/hibridosalternativos/historia-del-coche-hibrido-los-pioneros

Cabe destacar que en el año 2003 y por la gran demanda, se creó una segunda generación del PRIUS, la cual obtuvo el premio a mejor vehículo del año en Estados Unidos y en Europa. Después en el 2007 nace la tercera y última versión del TOYOTA PRIUS, vehículo que actualmente se comercializa en el Ecuador y el mundo.



Figura 7: Vehículo TOYOTA PRIUS segunda generación.

Fuente: http://en.wikipedia.org/wiki/Toyota_prius



Figura 8: Vehículo TOYOTA PRIUS tercera generación.

Fuente: <http://techmez.com>

El TOYOTA PRIUS y los vehículos híbridos en general poseen cuatro características:

1) REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS.

El sistema detiene o apaga automáticamente el régimen de ralentí del motor de combustión por ejemplo al detenerse en un semáforo, reduciendo el consumo de combustible, mientras que en los vehículos convencionales el motor permanece encendido en ralentí y se desperdicia la energía que este régimen produce.

2) RECUPERACIÓN Y REUTILIZACIÓN.

Otro tipo de energía desaprovechada en los automóviles convencionales es la que se produce en las frenadas disipándose como calor, en un vehículo híbrido esta energía es aprovechada para recargar la batería de la parte eléctrica del sistema, esta recarga se da también durante la desaceleración del vehículo con el mismo objetivo de recargar la batería de la parte eléctrica del sistema híbrido.

3) APOYO DEL MOTOR ELÉCTRICO.

Hay momentos en los que la necesidad de velocidad y/o fuerza obliga a funcionar al motor eléctrico sumándose a la velocidad y/o fuerza generado por el motor a gasolina.

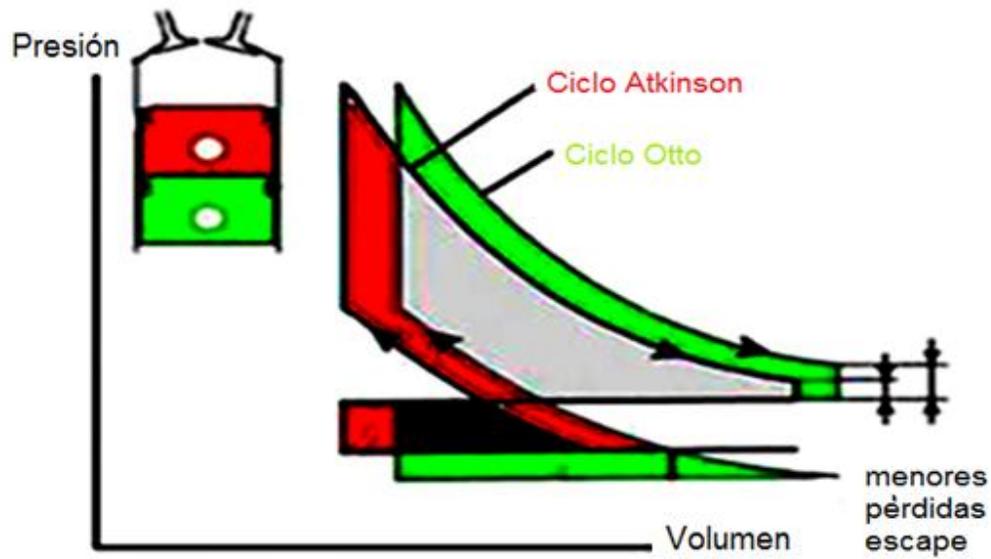
4) EFICIENCIA.

La tecnología del sistema híbrido aprovecha al máximo la energía producida por el motor de combustión al usar energía eléctrica para mover el vehículo en bajos regímenes de fuerza y al usar el motor térmico cuando hay altos regímenes de aceleración.

1.4.- Motor.

El motor térmico de gasolina del TOYOTA PRIUS III generación, tiene la característica de funcionar con un ciclo ligeramente diferente al ciclo del motor Otto convencional, este ciclo se lo denomina Atkinson, fue ideado por el inglés James Atkinson en 1887, la diferencia básica es que este motor tiene una compresión alta (en el caso del PRIUS es de 13:1), sin el inconveniente de la detonación o autoencendido que esto generaría en el motor Otto, claro que hay que reducir la carrera efectiva de compresión con respecto a la de expansión, esta reducción de carrera se la hace retrasando el cierre de la válvula de admisión, permitiendo un reflujo de gases hacia el colector de admisión mientras el pistón está en su carrera ascendente, (reflujo que será aprovechado en el próximo ciclo de admisión), técnicamente la carrera de ascenso en compresión es de 9:1 pues la válvula de admisión permanece abierta un instante más al comenzar dicho ascenso, este retraso al cierre de la válvula va entre 78 y 105° después del punto muerto inferior, dependiendo de las condiciones de funcionamiento, gracias al sistema VVT-i (Valve Variable Timing Intelligent) que en español quiere decir Variación Inteligente al Tiempo de Válvulas, luego en la carrera de descenso en trabajo o explosión la compresión llega a ser de 13:1, con esto se aprovecha las ventajas de una alta compresión. El retraso del cierre de la válvula determina la cantidad de gases que permanecen en el interior del cilindro y el comienzo de la compresión, esto se refleja en menores prestaciones pues tiene menor ingreso de mezcla al cilindro (menor consumo), pero aprovecha mejor el rendimiento de la carrera de trabajo o explosión que libera mayor energía.

Esta diferencia en el ciclo tradicional ha llevado a decir que el motor Atkinson tiene cinco tiempos, admisión, reflujo de gases, compresión, trabajo y escape, claro que la cantidad de mezcla retenida es menor, pero permite el uso de compresiones más altas, lo que repercute en un mayor aprovechamiento de la energía liberada, en la figura 9 se nota esta ligera diferencia.



Gráfica comparativa entre los ciclos Otto y Atkinson

Figura 9: Gráfica del ciclo Atkinson en comparación con el ciclo Otto.

Fuente: Fuente: www.gnceros.com.ar/bib/tecnologia/vehiculos_hibridos.php



Figura 10: Motor térmico del TOYOTA PRIUS III GENERACION.

Fuente: Fuente: www.gnceros.com.ar/bib/tecnologia/vehiculos_hibridos.php

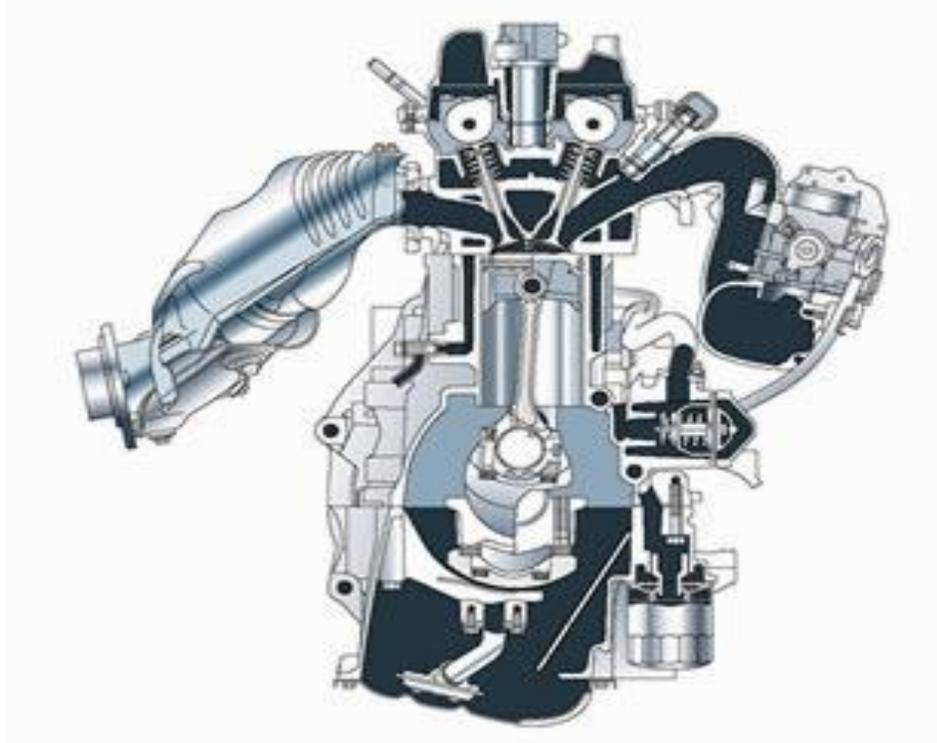


Figura 11: Esquema gráfico del motor térmico del TOYOTA PRIUS III GENERACION.

Fuente: Fuente: www.gnceros.com.ar/bib/tecnologia/vehiculos_hibridos.php

El modelo TOYOTA PRIUS que circula actualmente en el país posee el motor indicado en la fotografía de la figura 10 y el esquema de la figura 11, su funcionamiento dispone el uso del motor eléctrico en momentos de bajo requerimiento de fuerza y/o velocidad (menos de 50 km/h), y en altos regímenes de fuerza y/o velocidad actúa el motor térmico, este cambio de encendido de un motor a otro es imperceptible y automático, toda esta información es visible para el conductor en la pantalla del panel de instrumentos y en el holograma del parabrisas, donde también se observa los espacios de uso de energía térmica y eléctrica, así como la recuperación de energía cinética y el estado de carga de la batería.

En la figura 12 se observa la disposición de los componentes del sistema híbrido.

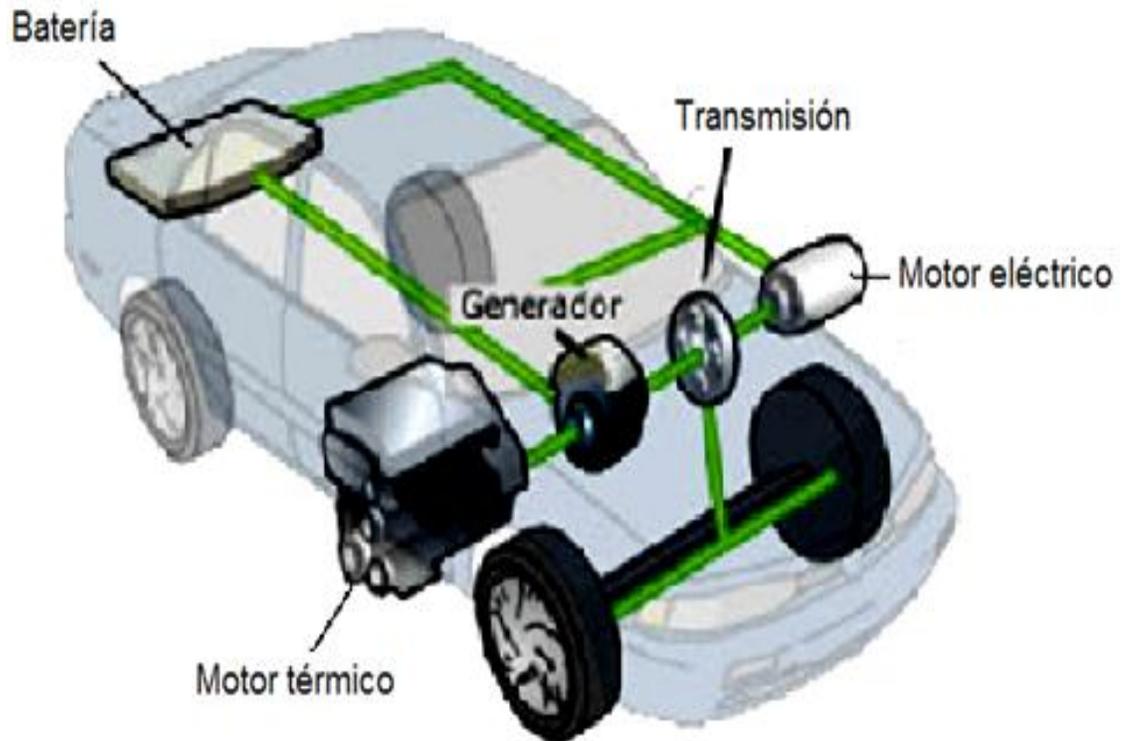


Figura 12: Disposición de los motores del TOYOTA PRIUS III generación.

Fuente: Fuente: www.gnceros.com.ar/bib/tecnologia/vehiculos_hibridos.php

La energía que produce el generador eléctrico cuando impulsa el motor térmico puede:

- Mover el motor eléctrico.
- Cargar energía a la batería o
- Las dos cosas a la vez.

En la figura 13 se observa el posicionamiento de cada uno de los componentes del sistema híbrido dentro del vehículo.

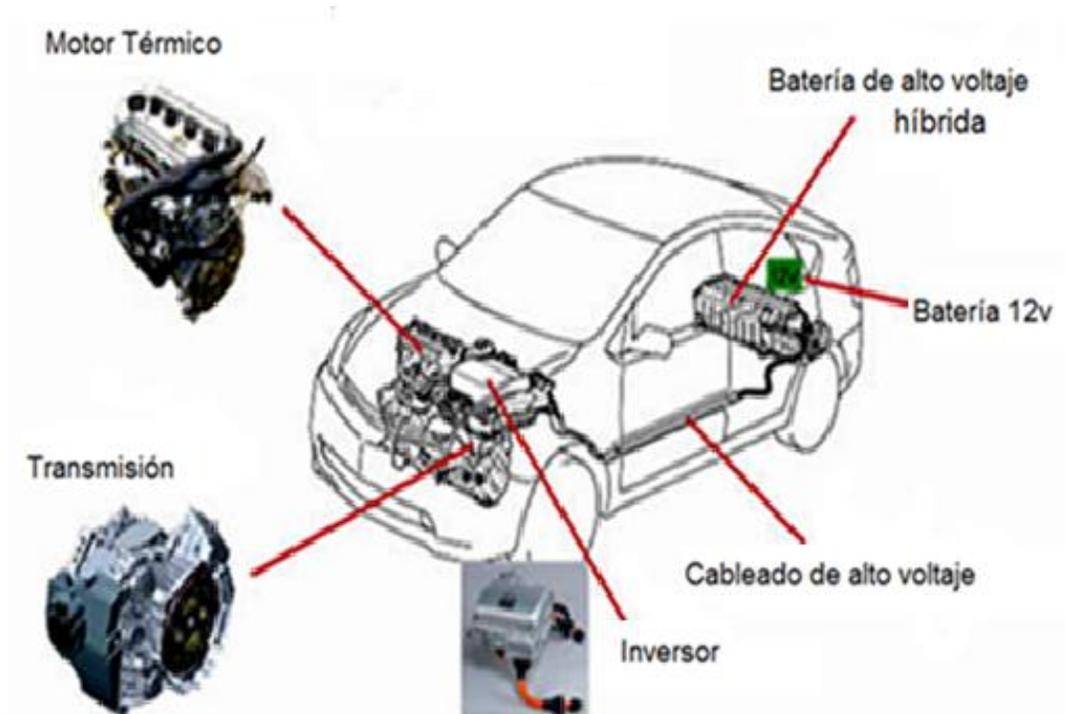


Figura 13: Elementos y posición del sistema híbrido en el TOYOTA PRIUS.

Fuente: Fuente: www.gnceros.com.ar/bib/tecnologia/vehiculos_hibridos.php

La batería del sistema híbrido no es la misma que las del circuito normal de 12 Voltios y se recarga de dos formas:

- 1) Del motor térmico a través del generador
- 2) Del motor eléctrico cuando no impulsa el coche o se desacelera, en este caso el motor eléctrico se vuelve otro generador.

En las dos siguientes figuras se simula aceleraciones y desaceleraciones apreciándose las fases de trabajo de cada motor o los dos a la vez, además de los instantes en que se recarga la batería.

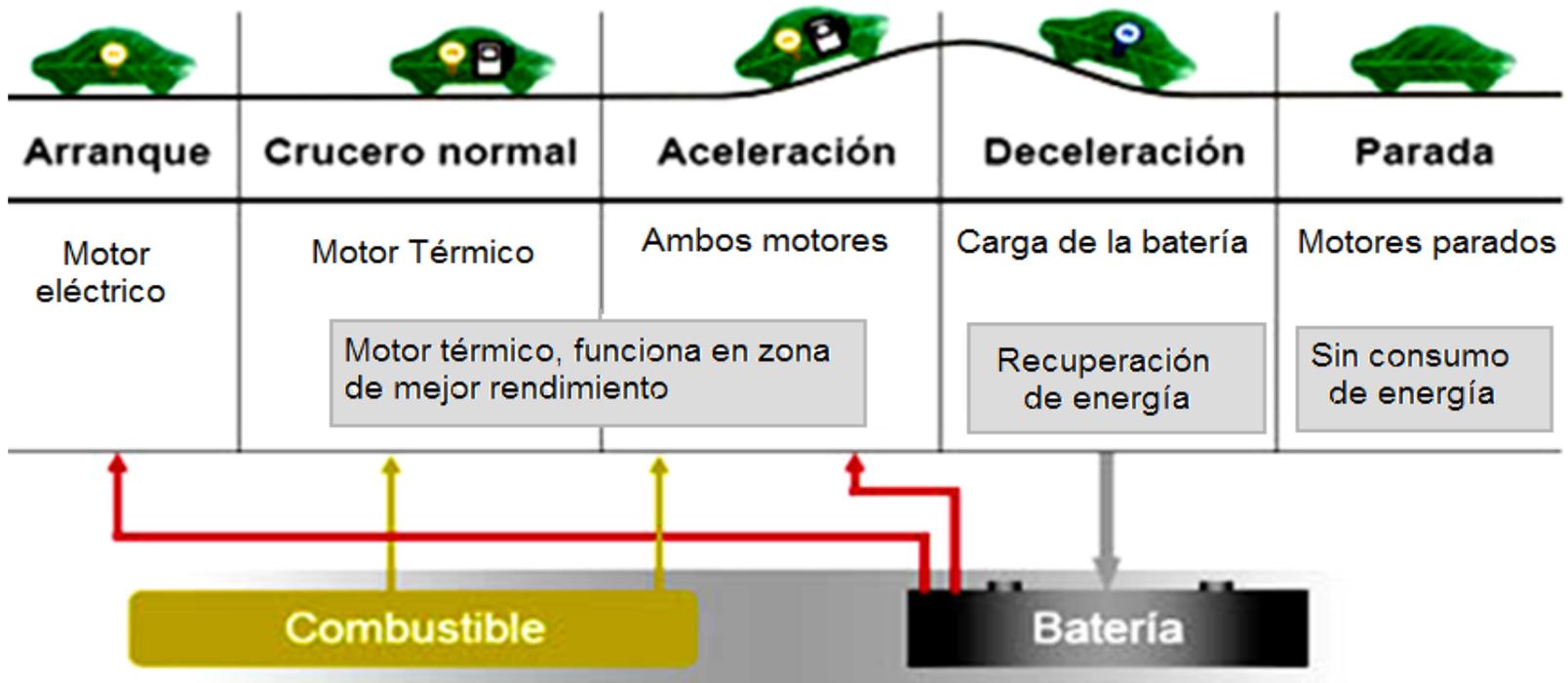


Figura 14: Fases de funcionamiento del PRIUS y la relación con su fuente de energía eléctrica o térmica.

Fuente: www.mecanicavirtual.org/híbridos/diagrama-ciclo-de-trabajo

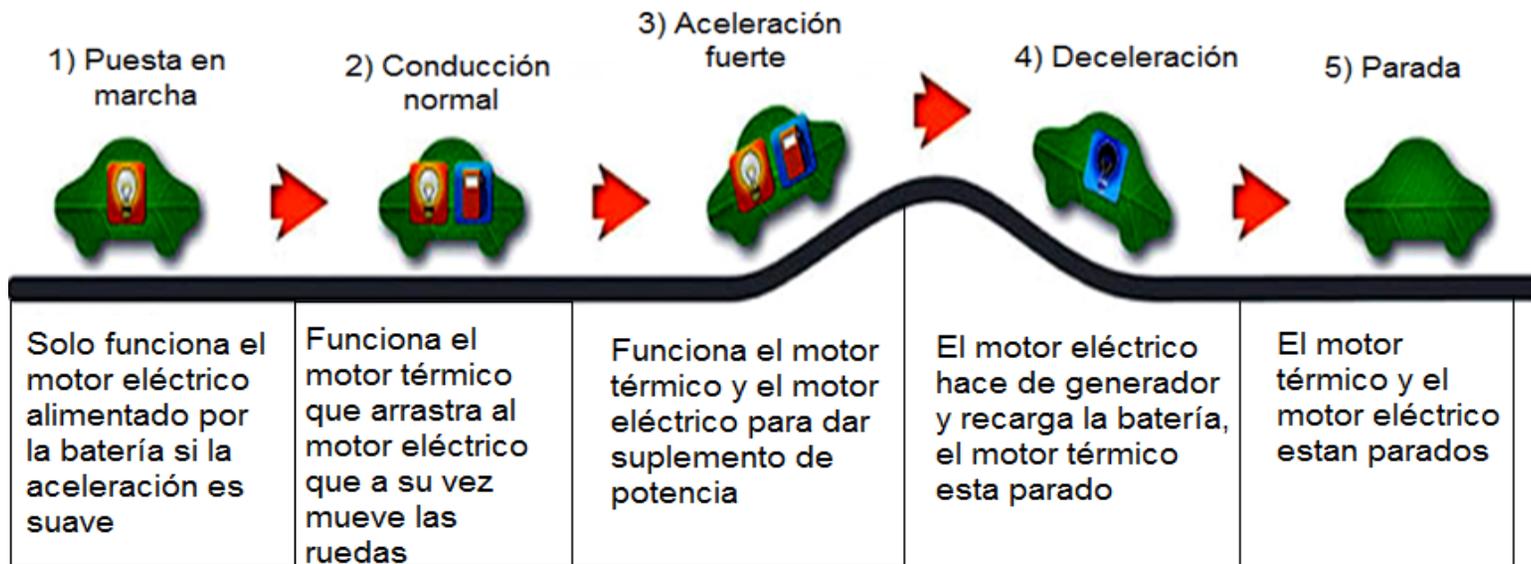
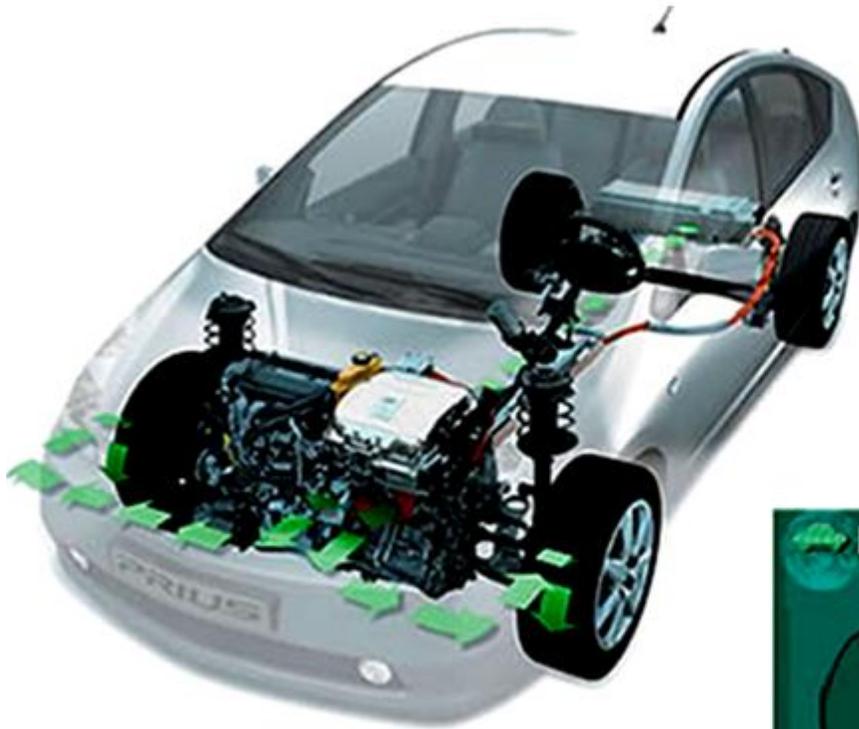


Figura 15: Fases de funcionamiento del PRIUS indicando momentos de uso de cada motor.

Fuente: Fuente: www.gnceros.com.ar/bib/tecnologia/vehiculos_hibridos.php

El sistema de cambio de motorización está a cargo de una centralilla que evalúa la fuerza de cada elemento, de acuerdo con la fuerza que se requiera y dependiendo también del nivel de carga de la batería.

A continuación se explica mediante gráficas el flujo de fuerza y funcionamiento del PRIUS así como también el esquema del panel de instrumentos.



Puesta en marcha.- el coche empieza a moverse solo con el motor eléctrico y la energía de la batería



Figura 16.1: Flujo de fuerza y gráfica del panel de instrumentos. PUESTA EN MARCHA.

Fuente: Fuente: www.gnceros.com.ar/bib/tecnologia/vehiculos_hibridos.php

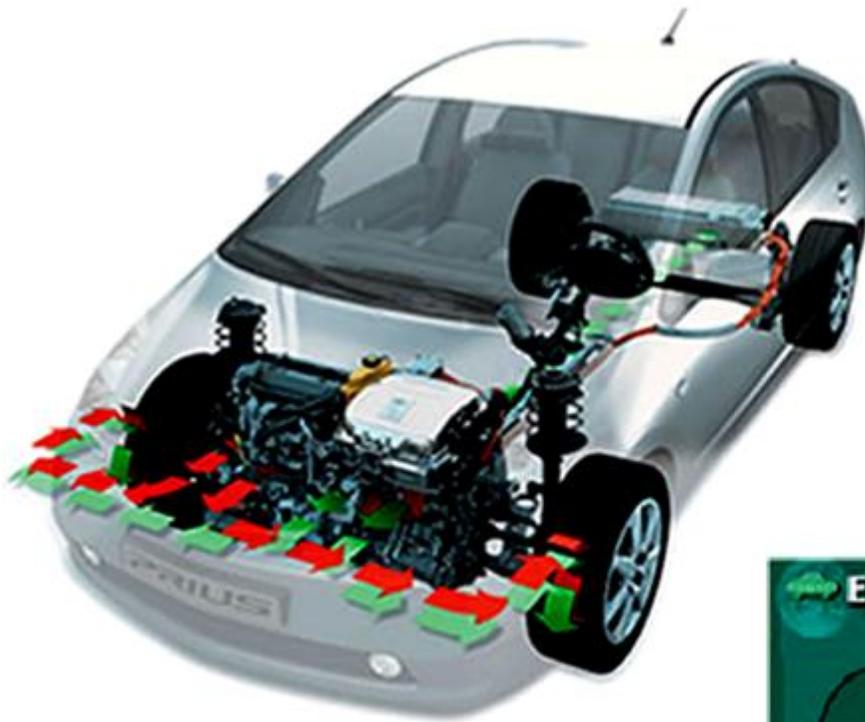


Conducción normal.- cuando alcanza una velocidad constante, la fuerza que da el motor térmico bien se divide entre el generador y el motor eléctrico. La corriente que da el generador en este caso puede ir a la batería o al motor eléctrico



Figura 16.2: Flujo de fuerza y gráfica del panel de instrumentos. CONDUCCIÓN NORMAL.

Fuente: Fuente: www.gnceros.com.ar/bib/tecnologia/vehiculos_hibridos.php

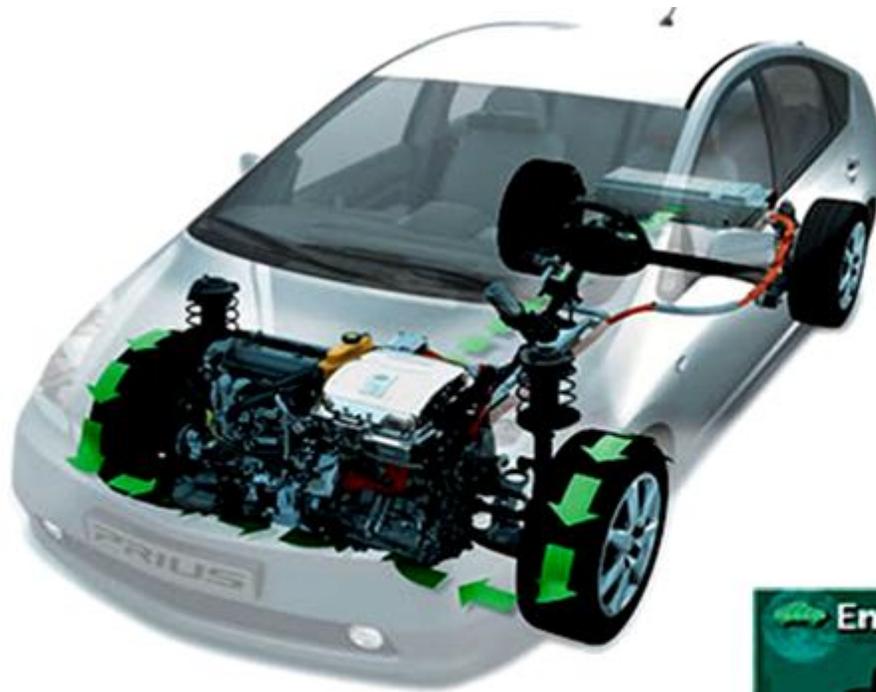


Aceleración fuerte.- cuando el conductor acelera fuerte (para subir la velocidad o subir una rampa), el motor eléctrico alimentado por la batería ayuda al motor térmico. Esto es posible mientras la carga de la batería no baje de cierto límite.



Figura 16.3: Flujo de fuerza y gráfica del panel de instrumentos. ACELERACION.

Fuente: Fuente: www.gnceros.com.ar/bib/tecnologia/vehiculos_hibridos.php



Desaceleración.- si el conductor deja de pisar el acelerador, el motor térmico se para y el motor eléctrico se convierte en generador, el consumo de combustible es nulo y a través del motor eléctrico convertido en su función de generador se transforma en electricidad parte de la energía cinética que se transmite a través de las ruedas



Figura 16.4: Flujo de fuerza y gráfica del panel de instrumentos, DESACELERACION.

Fuente: Fuente: www.gnceros.com.ar/bib/tecnologia/vehiculos_hibridos.php



Parada.- cuando el coche queda totalmente detenido, el motor térmico se para, solo se pone en marcha si es que la batería necesita carga



Figura 16.5: Flujo de fuerza y gráfica del panel de instrumentos. PARADA.

Fuente: Fuente: www.gnceros.com.ar/bib/tecnologia/vehiculos_hibridos.php

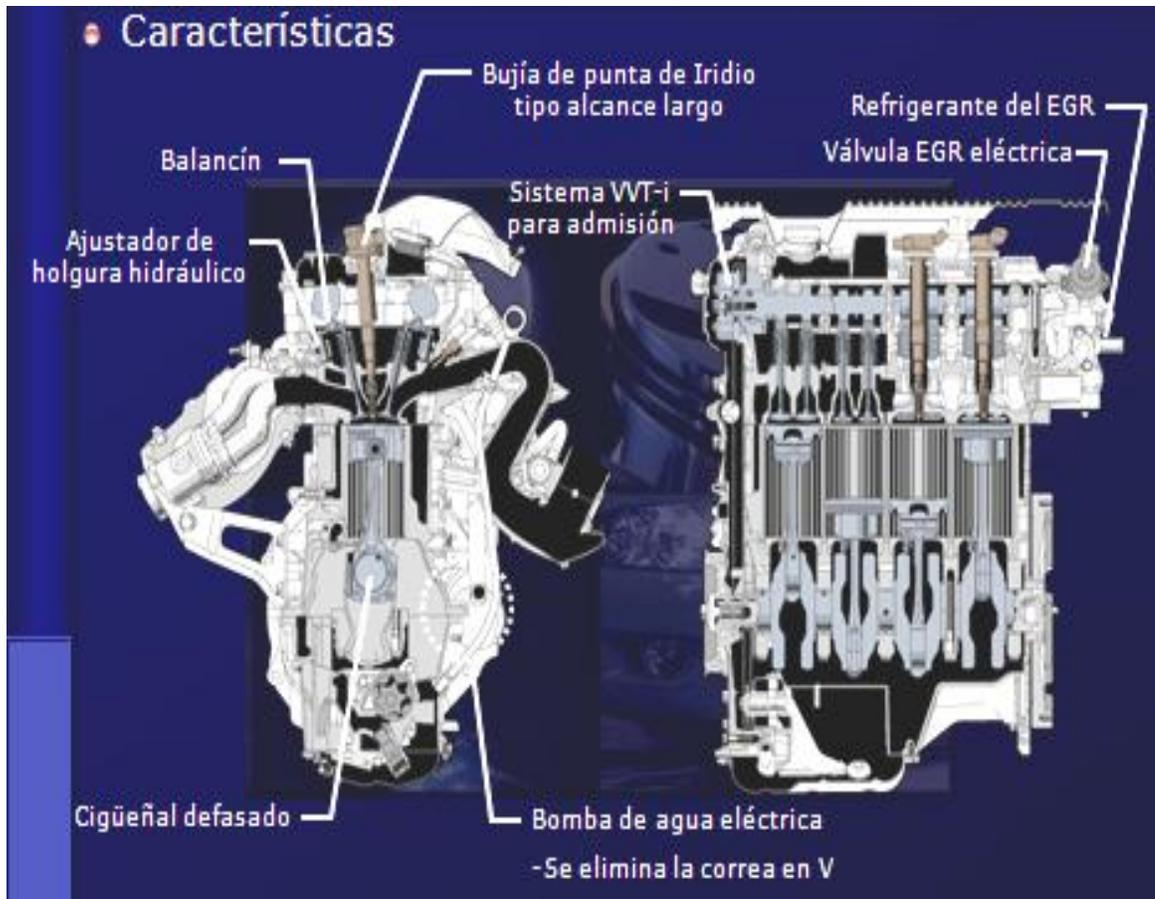
La ficha técnica del motor térmico del TOYOTA PRIUS muestra:

<i>4 cilindros en línea.</i>
<i>Cabezote de aluminio.</i>
<i>1 798 cm³ (versiones anteriores de 1 497cm³).</i>
<i>Inyección secuencial multipuerto L-Jetronic₃</i>
<i>Sistema de encendido directo.</i>
<i>Relación de compresión 13:1 (ciclo Atkinson).</i>
<i>Potencia de 99 CV a 5 200 rpm (versiones anteriores de 77 CV a 5 000 rpm).</i>
<i>Combustible: el fabricante exige 95 octanos o más., en nuestro país la gasolina súper llega hasta 92 octanos.</i>
<i>Orden de encendido 1,3,4,2.</i>
<i>Mecanismo de válvulas 16-válvulas, DOHC₄, cadena con VVT-i</i>
<i>Diámetro 80,5 x carrera 88,3 (versión anterior diámetro 75 x carrera 84,7).</i>
<i>Salida máxima {kw (HP) a rpm}: 73 (99) a 5200, {versiones anteriores 57 (76) a 5 000rpm}</i>
<i>Torque máximo {N·m(ft·lbf) a rpm}: 142 (105) a 4 000,versiones anteriores { 115 (85) a 4 000rpm}</i>
<i>Normativa Euro 5, que es una de las normativas para la homologación de vehículos en cuanto a emisiones utilizada en Europa.</i>

Tabla 1: Especificaciones del motor térmico del TOYOTA PRIUS III generación.

Fuente: Manual del PRIUS

- 3) *INYECCION L-JETRONIC.- es un sistema de inyección controlado electrónicamente con medición de caudal de aire según el principio de aleta sonda e inyección de combustible controlada electro-magnéticamente en el tubo de aspiración. A través de un sinnúmero de sensores se registran todas las modificaciones originadas por el motor y se procesan en la unidad de mando.*
- 4) *DOHC.- (double overead camshaft), en español quiere decir doble árbol de levas en la cabeza, es el tipo de motor que usa dos árboles de levas para abrir y cerrar las válvulas de admisión y escape y se encuentran ubicados en el cabezote del motor, a este tipo de motores se los denomina también TWIN CAM.*



EGR.- Es un nuevo sistema de recirculación de gases de escape.

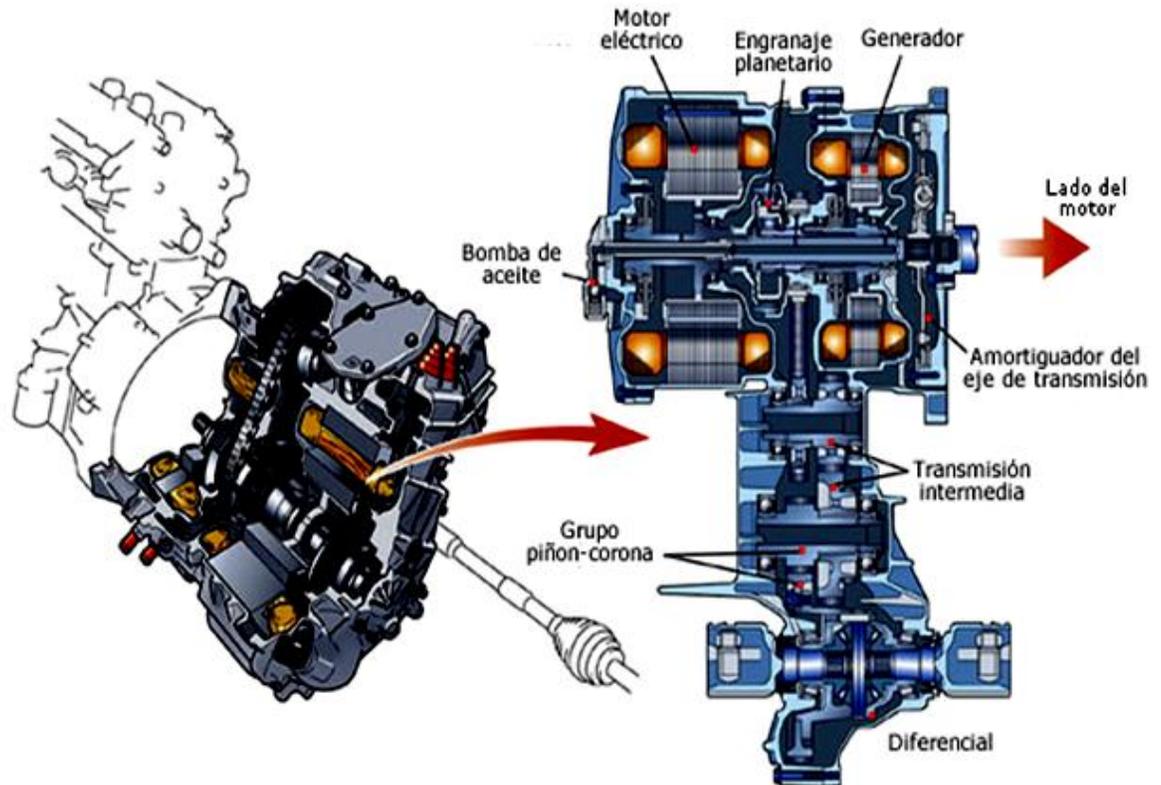
Figura 17: Características generales del motor térmico del PRIUS III Generación.

Fuente: Manual del PRIUS.

1.5.- Transmisión.

El TOYOTA PRIUS III Generación y otros modelos TOYOTA ofrecen una transmisión denominada PSD (POWER SPLIT DEVICE) que quiere decir dispositivo separador de flujo, cuyas características son:

- Menor peso.
- Menores pérdidas por rozamiento.
- Mayor espacio.

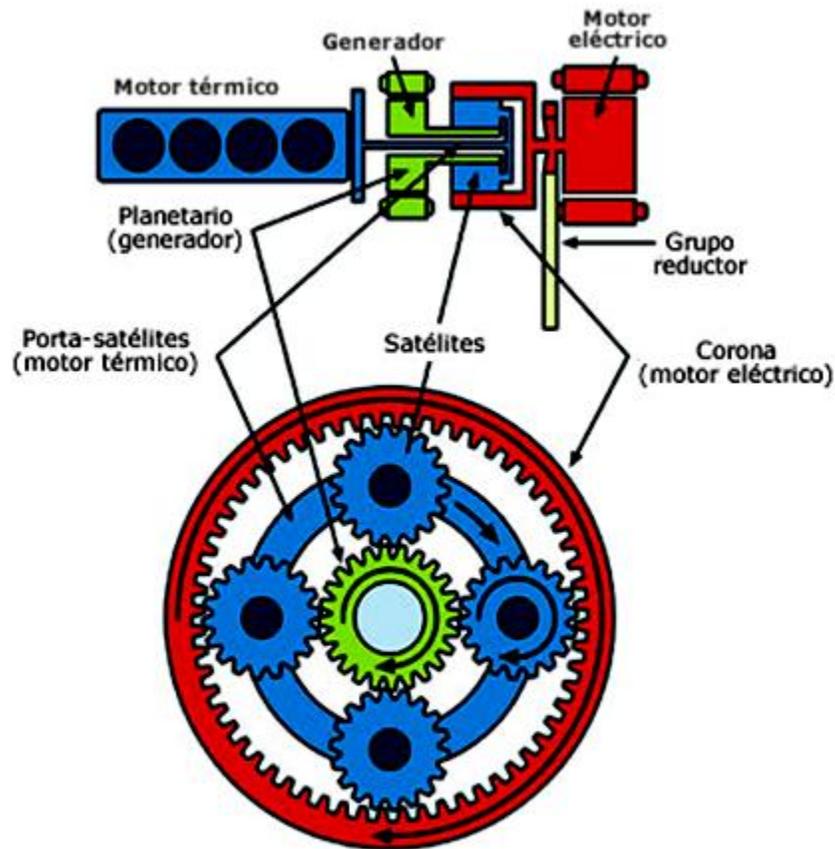


Esquema interno de la transmisión

Figura 18: Transmisión PSD (Power Split Device) de TOYOTA.

Fuente: Fuente: www.gnceros.com.ar/bib/tecnologia/vehiculos_hibridos.php

La mayor parte del tiempo el vehículo mantiene el motor funcionando a plena carga pero no con alto número de revoluciones, con estas condiciones se necesita la fuerza para arrancar el vehículo cuando está totalmente detenido, así como desarrollar una velocidad cuando lo requiera el conductor, esto se logra con un conjunto de engranajes conformado por tres elementos, un primer elemento consistente en un engranaje central llamado "planeta", un segundo elemento conformado por un grupo de cuatro engranajes que giran alrededor del planeta llamados "satélites" y un último elemento engranaje llamado "corona" con dentado interior donde se unen o giran dentro los satélites.



Esquema del engranaje planetario utilizado en la transmisión

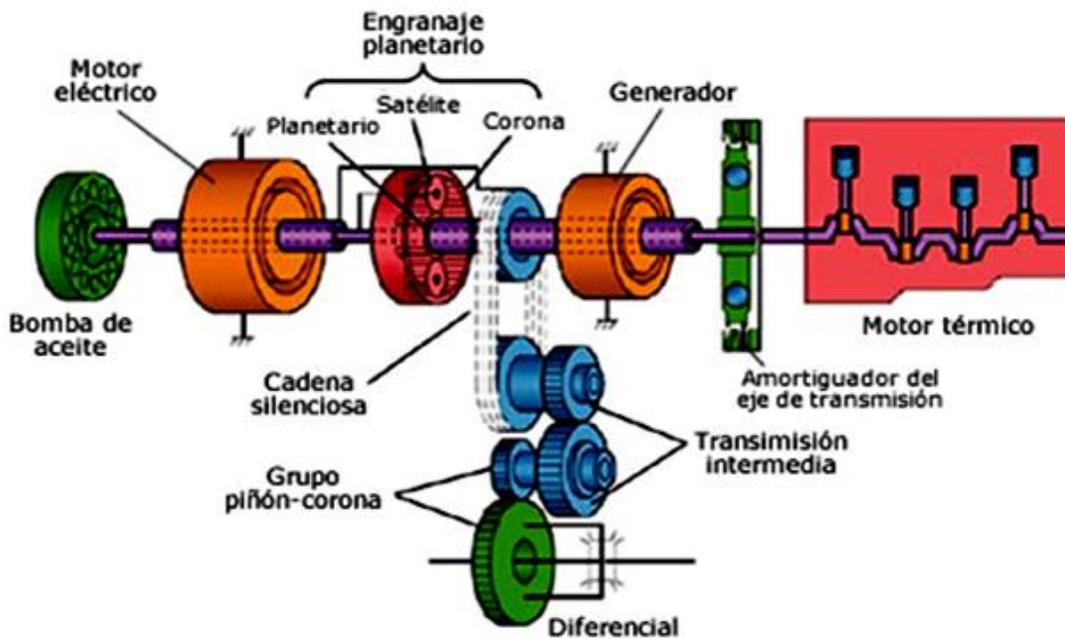
Figura 19: Conjunto de engranaje planetario usado en la transmisión TOYOTA.

Fuente: www.traslapersiana.blogspot.com/2008/04/prius-sistema-de-transmision.html

El primer elemento conformante de este conjunto es la carcasa portasatélites, se encuentra solidaria al eje de salida del motor térmico (color azul), el segundo elemento es el engranaje central, que está solidario al generador (color verde) y el último del conjunto es la corona que es solidaria al motor eléctrico (color rojo), la clave del funcionamiento de este conjunto es que el giro del motor puede ser mayor o menor en función de la resistencia que imponga el generador eléctrico, es decir, si es preciso un desarrollo corto (baja velocidad mayor potencia), el generador opone gran resistencia al giro, en consecuencia, se toma la fuerza desde el motor térmico y se la envía al motor eléctrico (de ser necesario) y ambos suman fuerza de impulso hacia las ruedas, la fuerza que va a parar al motor eléctrico finalmente es la misma, si no entra en juego la batería, pero mediante este método el engranaje epicicloidal tiene el

desarrollo corto (alta potencia – baja velocidad) para arrancar por ejemplo y desarrollo largo (alta velocidad – baja potencia), para avanzar a una velocidad normal.

A medida que se va aumentando la velocidad el generador eléctrico va oponiendo menos resistencia y su giro aumenta, a causa de esto, la desmultiplicación de giro se hace más larga, es decir aumenta la velocidad. Toda la fuerza que se dispone en el vehículo proviene del motor térmico y llega a las ruedas motrices ya sea a través del motor eléctrico alimentado por el generador o directamente por el motor térmico si el generador no actúa, esquemáticamente se vería así:

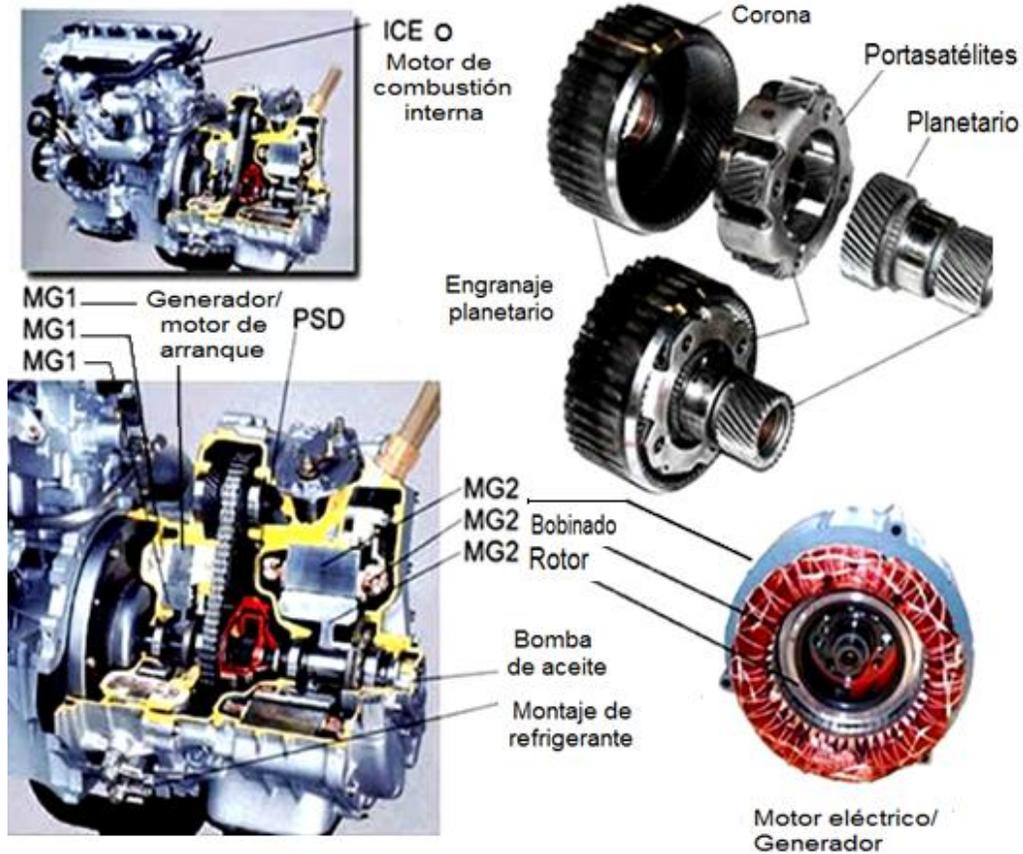


Esquema de componentes del sistema de transmisión

Figura 20: Componentes del sistema de transmisión.

Fuente: Fuente: www.gnceros.com.ar/bib/tecnologia/vehiculos_hibridos.php

Siempre que el vehículo esté en movimiento la corona del engranaje planetario también se mueve. La fuerza para mover el vehículo cuando está estático o a bajas revoluciones proviene del motor eléctrico, cuanto más lenta es la velocidad del vehículo mayor fuerza proviene del motor eléctrico; al estar cerca de la velocidad máxima más fuerza proviene del motor térmico pero sumada a la del motor eléctrico, a continuación en la fotografía observamos la disposición de cada elemento.



- * El MG1 y el MG2 son motores generadores
- * ICE quiere decir Internal Combustion Engine o motor de combustión interna
- * PSD quiere decir Power Split Device o dispositivo separador de flujo y se refiere al tipo de transmisión del PRIUS

Figura 21: Transmisión del TOYOTA PRIUS.

Fuente: www.gnceros.com.ar/bib/tecnologia/vehiculos_hibridos.php

El paso de marchas se realizan automáticamente y con variación continua, dado que no hay el paso de un engranaje a otro, no hay saltos entre cambios de marcha, el desarrollo de cada cambio lo hacen dos poleas formadas por elementos cónicos conectados a través de una cadena para transmitir la potencia, a su vez puede cambiar su ancho a través de un circuito hidráulico. Este mecanismo cuenta con un cerebro electrónico que recibe datos como la velocidad a la que se está rodando y las revoluciones del motor, las procesa y escoge la marcha adecuada, dando un sinfín de posibilidades de desmultiplicación.

Las posiciones del comando de palanca son:

- Marcha atrás o reversa (R).
- Neutral o punto muerto (N).
- Marcha adelante o drive (D).
- Frenado de máquina o “braking” (B). Que da la sensación de freno motor o compresión de máquina en un vehículo convencional, es decir el cambio de una marcha débil a una más fuerte, y se la usa en bajadas empinadas largas o cortas, con esto no sufre desgaste prematuro las pastillas de freno.
- Parqueo (P), esta posición de estacionamiento tiene un botón aparte, junto al volante.



Figura 22: Mando “palanca” de transmisión del TOYOTA PRIUS.

Fuente: Guía de manejo del TOYOTA PRIUS.

1.6.- Batería.

La batería del PRIUS técnicamente presenta:	
Material:	Níquel e Hidruro metálico.
Fabricada por:	PANASONIC.
Voltaje aproximado:	202 voltios
Amperaje:	6,5 amperios/hora de capacidad (tres horas)
Peso:	42 kg

Tabla 2: Especificaciones de la batería del TOYOTA PRIUS.

Fuente: Manual del TOYOTA PRIUS.

La densidad de esta batería es de las más altas del mundo.

Esta batería únicamente se recarga con el generador del auto, al que impulsa el motor térmico, no se conecta a ninguna red eléctrica ni tampoco se recarga de otra forma.

A fines del 2012 saldrá la nueva versión del PRIUS, que permite un recargado rápido (una hora y media) de la batería a través de un tomacorriente convencional de casa, pero aún no está a la venta esta versión de TOYOTA.

Especificación de la batería HV (Hybrid Vehicle o vehículo híbrido) y su diferencia con modelos anteriores.

		Nuevo Prius	Modelo anterior
Módulo de la batería	Tipo	Batería Hidruro de Níquel-metal sellado	←
	Cantidad de celdas	168 celdas (6 celdas X 28 módulos)	←
	Voltaje nominal	201.6 V (1.2 V X 168 celdas)	←
Tapón de servicio	Fusible principal	125 A	←
	SW de interbloqueo	con	NA
Abanico de enfriamiento de la batería HV	Tipo de motor	Motor sin escobillas	Motor con escobillas
	Tipo de abanico	Abanico Sirocco	←
Sensor de temp. de la batería HV		Para aire de entrada x 1 Para módulos de batería x 3	←
Bloque de junta HV		SMRs (SMRB / SMRP / SMRG), Sensor de corriente de la batería HV, Resistor de precarga	←

Tabla 3: Especificación y comparación entre las baterías del PRIUS III generación y modelos anteriores.

Fuente: Manual de mantenimiento del TOYOTA PRIUS.



Figura 23: Batería seccionada del TOYOTA PRIUS.

Fuente: www.mecanicavirtual.org

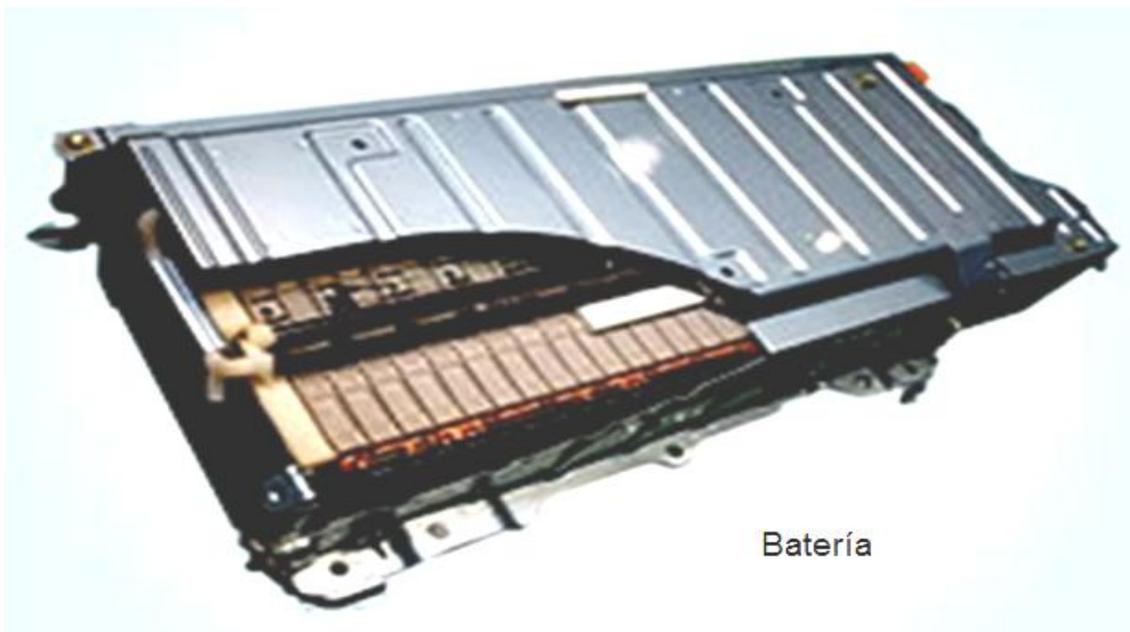


Figura 23.1: Batería seccionada del TOYOTA PRIUS.

Fuente: www.mecanicavirtual.org

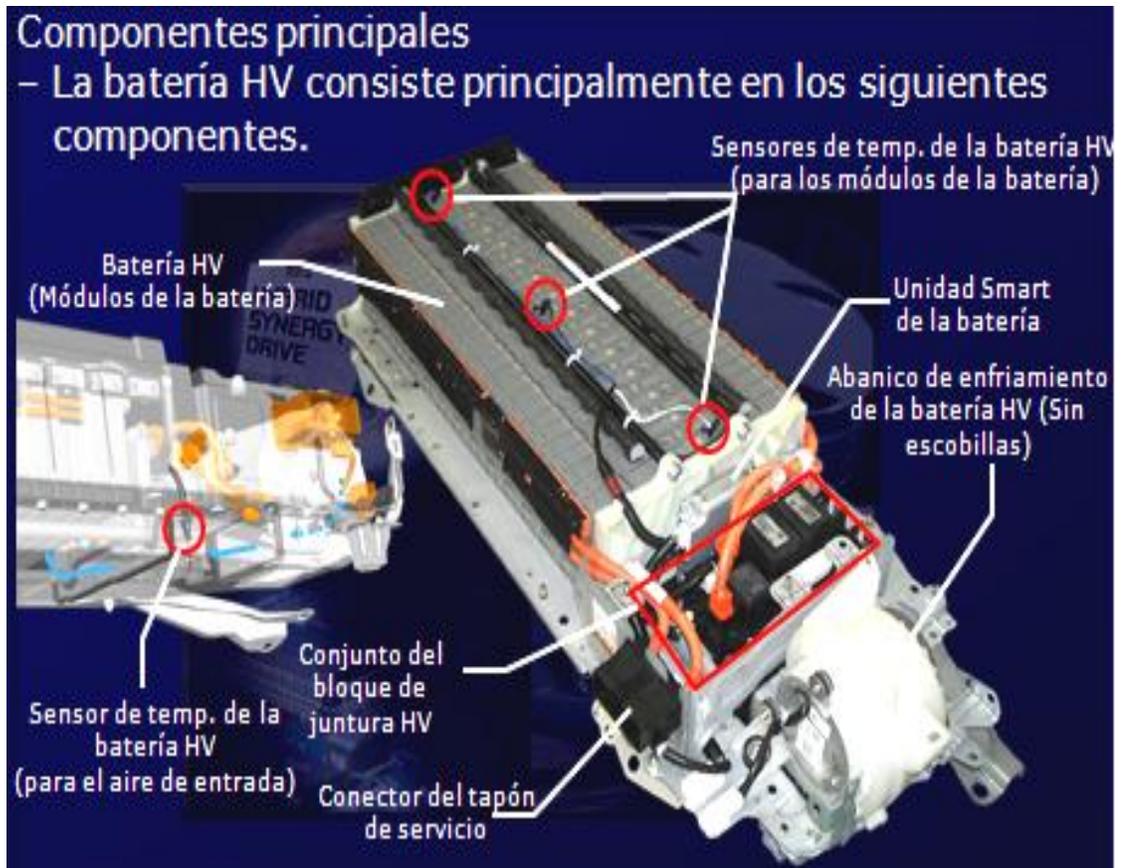


Figura 24: Componentes internos de la batería del TOYOTA PRIUS.

Fuente: Manual de mantenimiento del TOYOTA PRIUS.

La batería del sistema híbrido se encuentra ubicada en la parte posterior del vehículo, entre la cajuela y el asiento posterior, el diseño del circuito eléctrico no permite que la batería pierda su carga, en el momento que esta baja considerablemente se acciona el motor térmico automáticamente para devolver a un nivel óptimo, así se rueda a baja velocidad. La única forma de que la batería se descargue totalmente es que el vehículo permanezca mucho tiempo sin uso, a pesar de que la pérdida de energía de la batería es muy lento.

El sistema eléctrico de la parte híbrida tiene garantía de ocho años, esta garantía incluye a la batería, dentro de ese lapso de tiempo la batería no tiene programado ningún tipo de mantenimiento.



Figura 25: Ubicación de la batería en el TOYOTA PRIUS.

Fuente: www.km77.com/marcas/toyota/2004/prius/tecnica/t01.asp

1.7.- Motor eléctrico.

El motor eléctrico funciona con 500 voltios
Su potencia es de 50 kW a 1 200-1 540 rpm
Puede generar un Par de 400 N·m
Pesa 104 kg
Es una motor síncrono ⁵ de imanes permanentes de neodimio

Tabla 4: Especificaciones del motor eléctrico del TOYOTA PRIUS.

Fuente: Manual del TOYOTA PRIUS.

De la fabricación del motor eléctrico se encarga la misma marca TOYOTA la cual expresa que no hay ningún motor en el mundo del cual se obtenga esa potencia con ese tamaño, el único motor que llega hasta los 50 kW es fabricado por la NISSAN, pero su peso y dimensiones son mayores.

Dado el desarrollo de la transmisión que tiene el vehículo y sumando la potencia de ambos motores se puede lograr una velocidad máxima 170 km/h, el régimen máximo del motor eléctrico es de 6 150 rpm.

5) Síncrono.- es una máquina rotativa que transforma energía mecánica rotacional en energía eléctrica.

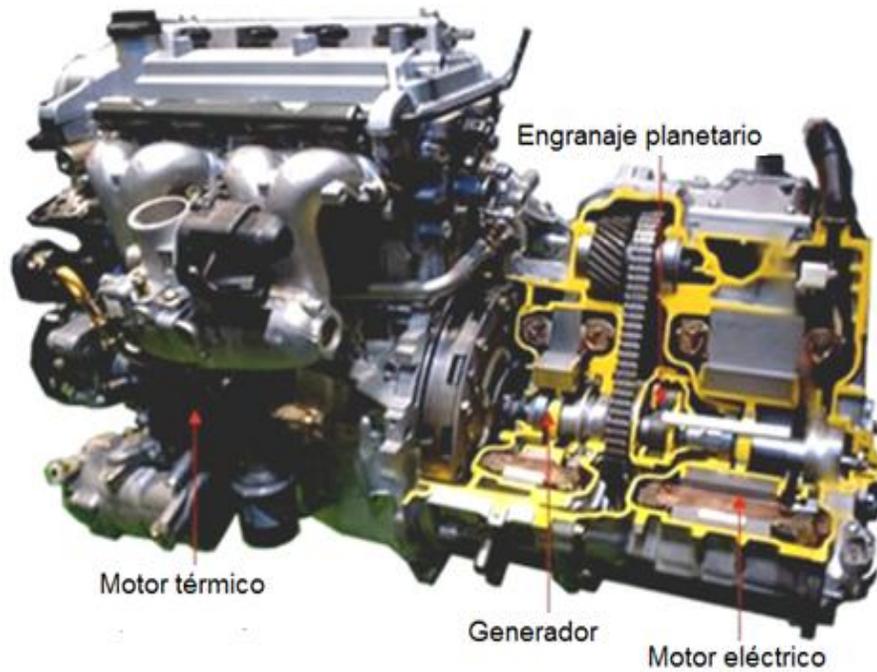


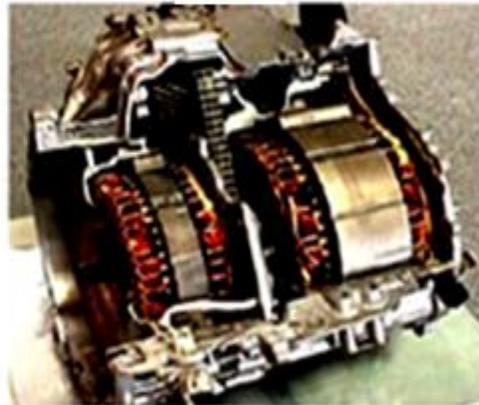
Figura 26: Motores del PRIUS, Izquierda térmico y derecha el eléctrico
 Fuente: www.traslapersiana.blogspot.com/2008/04/prius-sistema-de-transmision.html

THS (Toyota Hybrid Sistem)



1997
 Primer híbrido de
 producción en masa

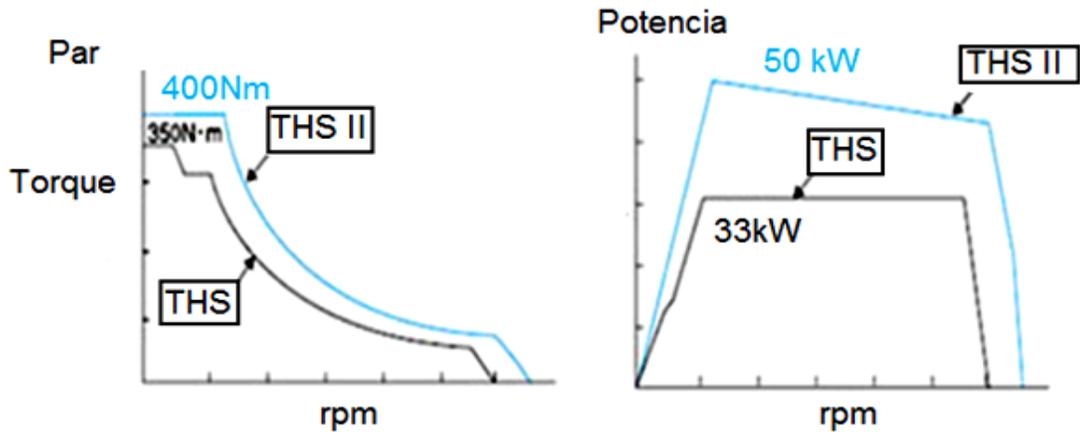
THS II



2003
 Resultado con 70%
 menos costo

Figura 27: Motores eléctricos del PRIUS I generación (Izquierda) y PRIUS II generación (derecha)

Fuente: mundoautomotor.com



THS.- quiere decir Toyota Hybrid System.

Figura 28: Comparación gráfica de par y potencia del motor eléctrico del TOYOTA PRIUS I y II generación.

Fuente: Fuente: www.gnceros.com.ar/bib/tecnologia/vehiculos_hibridos.php

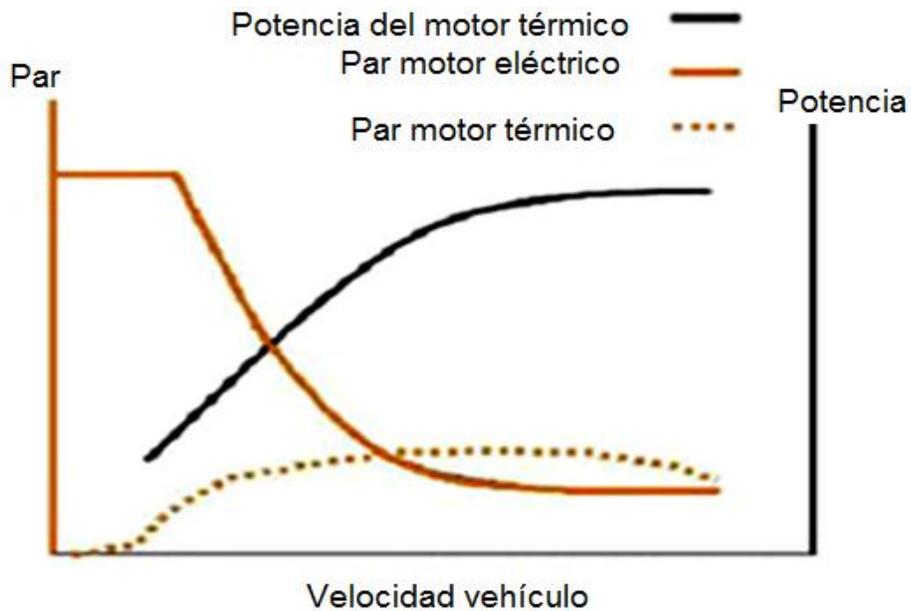


Figura 28.1: Comparación gráfica de par y potencia del motor térmico del TOYOTA PRIUS III generación.

Fuente: Fuente: www.gnceros.com.ar/bib/tecnologia/vehiculos_hibridos.php

En la figura 28 se observa las curvas PAR-POTENCIA del motor eléctrico, donde se nota en línea azul una mayor potencia y par a cierto número de revoluciones del

PRIUS II generación en comparación con su predecesor y en la siguiente figura 28.1 se observa el PAR-POTENCIA del motor térmico del PRIUS III generación.

1.8.-Inversor.

La función del inversor es administrar el flujo de electricidad entre la batería y el motor eléctrico, además posee un convertidor integrado que envía parte de la electricidad al sistema de batería convencional de 12 voltios, dado que el PRIUS no tiene alternador.

El inversor se encarga también de:

- Convertir los 201,6 voltios de corriente continua que entrega la batería en 201,6 voltios de corriente trifásica (corriente alterna). Luego multiplica los 201,6 voltios en 500 voltios de corriente alterna trifásica, para alimentar el motor eléctrico y el generador.
- Convertir los 201,6 voltios de corriente continua en 201,6 voltios de corriente alterna para el compresor eléctrico del aire acondicionado.
- Convertir los 201,6 voltios de corriente continua en 12 voltios de corriente continua y 100 amperios para recargar la batería normal de 12 voltios y alimentar al circuito normal del vehículo (luces, audio, ventiladores, etc.), el PRIUS no tiene alternador.



Figura 29: Fotografía externa del inversor del TOYOTA PRIUS.

Fuente: www.aficionadosalamecanica.com



Figura 29.1: Fotografía interna del inversor del TOYOTA PRIUS.

Fuente: www.traslapersiana.blogspot.com/2008/04/prius-sistema-de-transmision.html

Estos dos elementos, el inversor y el motor eléctrico son enfriados por un circuito de agua independiente al del motor térmico, con un sistema de bomba eléctrica, desde el año 2 004 se implemento en el diseño un radiador más sencillo y pequeño para este circuito.

1.9.-Freno regenerativo.

El diseño del PRIUS busca aprovechar toda la energía posible, es por eso que se implementó el freno regenerativo con el objeto de utilizar la energía cinética que se produce en las frenadas, funciona al pisar el pedal de freno o con dejar de acelerar, el motor eléctrico funciona como generador convirtiendo la energía cinética del vehículo en energía eléctrica, la cual se usa para cargar la batería.

TOYOTA ha implementado otros dispositivos en el frenado como lo son:

ECB.-control electrónico del frenado.

ABS.- sistema antibloqueo de frenos.

BA.- asistente de frenada.

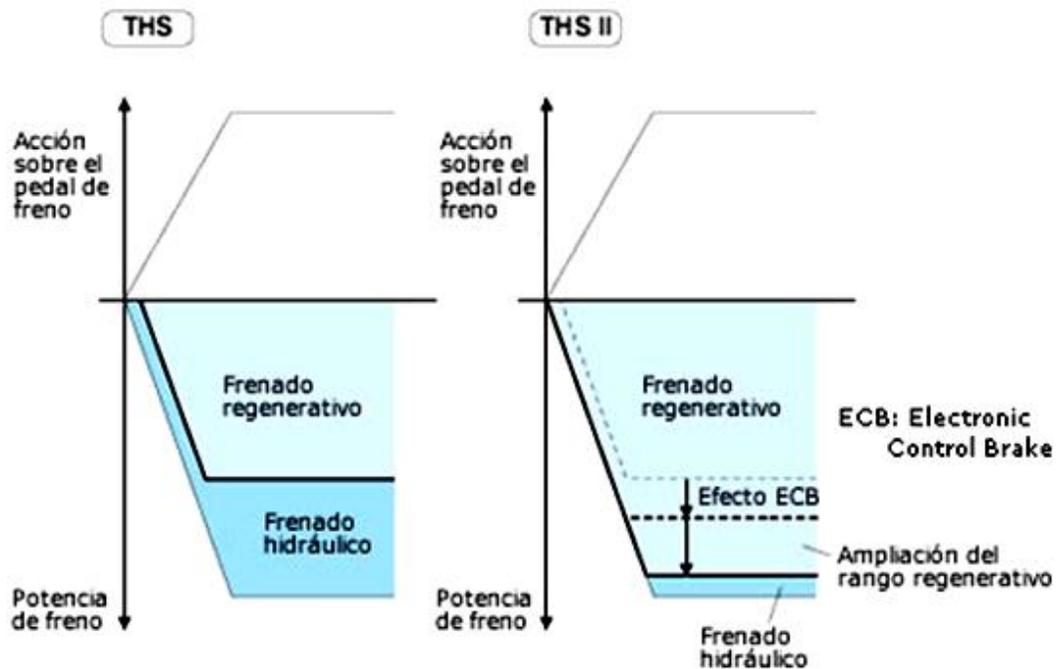
EBD.- distribución electrónica de frenado.

TRC.- control de tracción.

VSC.- control de estabilidad del vehículo.

Más adelante en el CAPÍTULO III se explicará en detalle cada uno de estos dispositivos.

Las pérdidas de energía por rozamiento en la transmisión son mínimas, ya que el movimiento de las ruedas motrices se transmite a través del diferencial y los engranajes intermedios al motor eléctrico convirtiéndolo en este caso en generador, logrando recuperar hasta un 65 % de energía (según TOYOTA), que luego se transforma en energía eléctrica que recarga la batería.

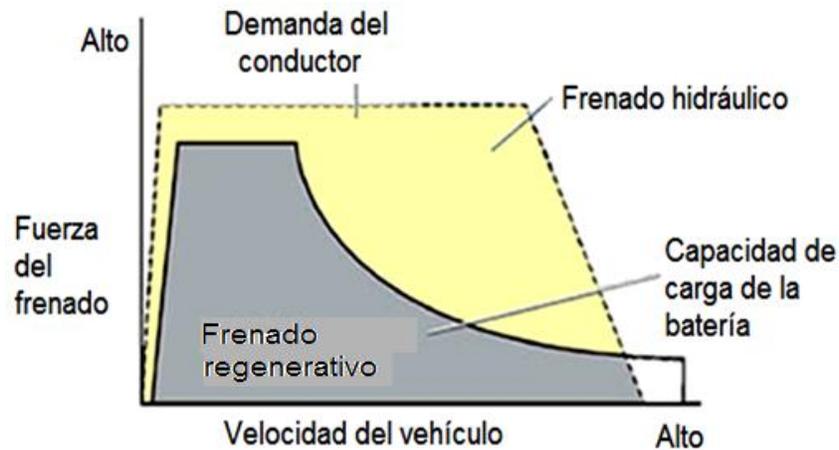


Gráficas comparativas del Frenado Regenerativo

Figura 30: Comparación del freno regenerativo entre el PRIUS I y el PRIUS II generación.

Fuente: Fuente: www.gnceros.com.ar/bib/tecnologia/vehiculos_hibridos.php

En la figura 30 se compara la frenada del PRIUS I y II Generación donde claramente hay una ampliación del rango y por ende de la eficiencia de la regeneración.

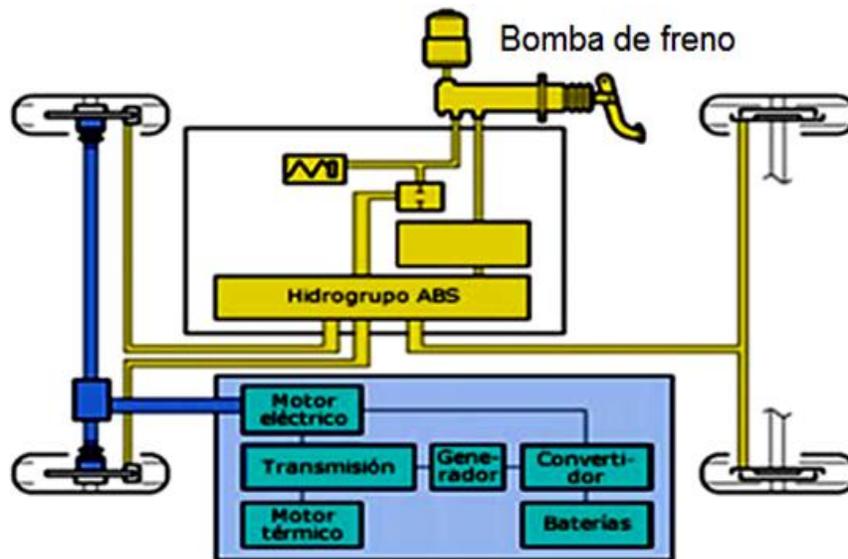


Gráfica comparativa del frenado regenerativo y el frenado hidráulico

Figura 31: Curvas comparativas del freno regenerativo y freno hidráulico.

Fuente: Fuente: www.gnceros.com.ar/bib/tecnologia/vehiculos_hibridos.php

Luego en la figura 31, se compara la fuerza del frenado hidráulico con el freno regenerativo donde en color gris se marca la zona donde funciona el freno regenerativo, notándose la mayor eficiencia de este último.



Esquema del frenado "regenerativo"

Figura 32: Circuito esquemático de freno regenerativo y freno hidráulico convencional.

Fuente: Fuente: www.gnceros.com.ar/bib/tecnologia/vehiculos_hibridos.php

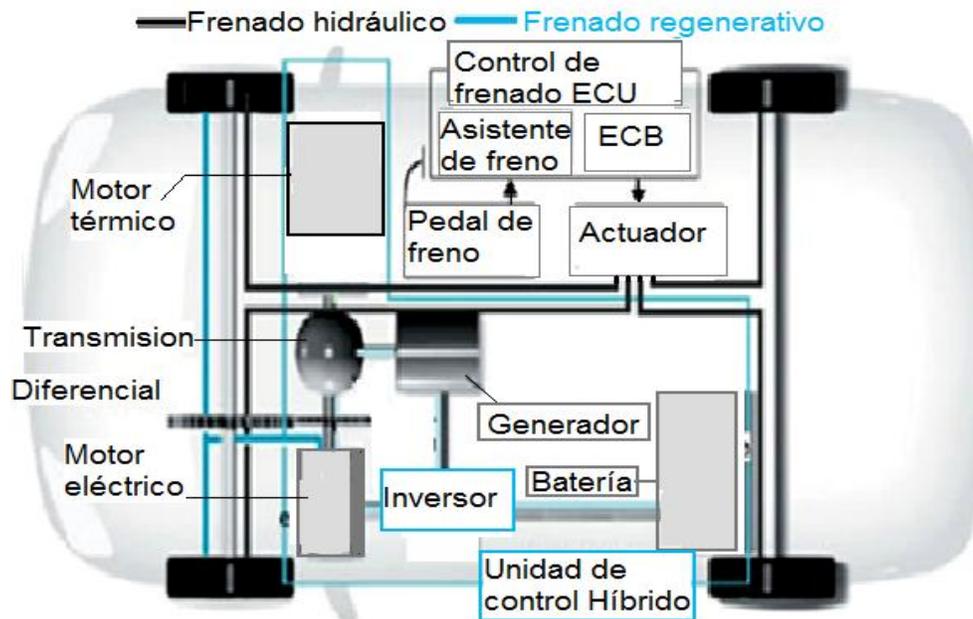


Figura 32.1: Circuito esquemático del freno regenerativo con los dispositivos de ayuda al frenado y el freno hidráulico convencional.

Fuente: Fuente: www.gnceros.com.ar/bib/tecnologia/vehiculos_hibridos.php

En la figura 32.1 se ve un circuito esquemático del freno regenerativo (en azul) y el circuito de freno hidráulico convencional (en negro), además de los dispositivos de ayuda al frenado.

1.10.-Conducción EV, ECO, POWER.

Para los vehículos TOYOTA modernos, incluyendo al PRIUS III generación se ideó tres tipos de conducción con el objeto de optimizar el consumo de combustible según la situación, con respecto a sus predecesores y ante otros híbridos hay una gran diferencia pues cada tipo de conducción se puede seleccionar con un simple botón incorporado en la parte derecha del volante, esto de ninguna manera complica la conducción, al contrario, pues con accionar un botón se puede escoger el mejor tipo de manejo

La selección del tipo de conducción dependería primordialmente del tráfico, además en las tres situaciones el cambio de marchas es automático.



Figura 33: Mandos del modo de conducción.

Fuente: www.16valvulas.com

1.10.1.- Conducción EV (Electric Vehicle) o Vehículo Eléctrico.-

Permite que el vehículo durante un bajo requerimiento de fuerza y potencia (hasta 50 km/h) que puede ser en un parqueadero o en un condominio cerrado se puede conducir el vehículo sin emitir ruido, tampoco gases o partículas contaminantes, únicamente con la tracción del motor eléctrico que usa la energía acumulada en la batería, esto lo puede realizar durante un trayecto máximo de 2 km a una velocidad menor a 50 km/h, dependiendo de las condiciones de uso, por ejemplo en una subida empinada, o usando el aire acondicionado el vehículo exige el uso del motor térmico. Explicando mejor esta situación, a pesar de tener activado la función de manejo EV, si las condiciones no son favorables para este tipo de conducción incluso puede ser perjudicial pues exigirían al motor térmico encenderse todo el tiempo.

Las condiciones para usar el manejo EV son:

- La temperatura del sistema híbrido como la del motor térmico es la ideal, es decir no es alta (después de un trayecto largo), o baja (si apenas se enciende el sistema después de haber estado apagado durante largo rato).
- La velocidad del vehículo es menor a 50km/h.
- La presión en el pedal no es excesiva.
- El control crucero no está activado.

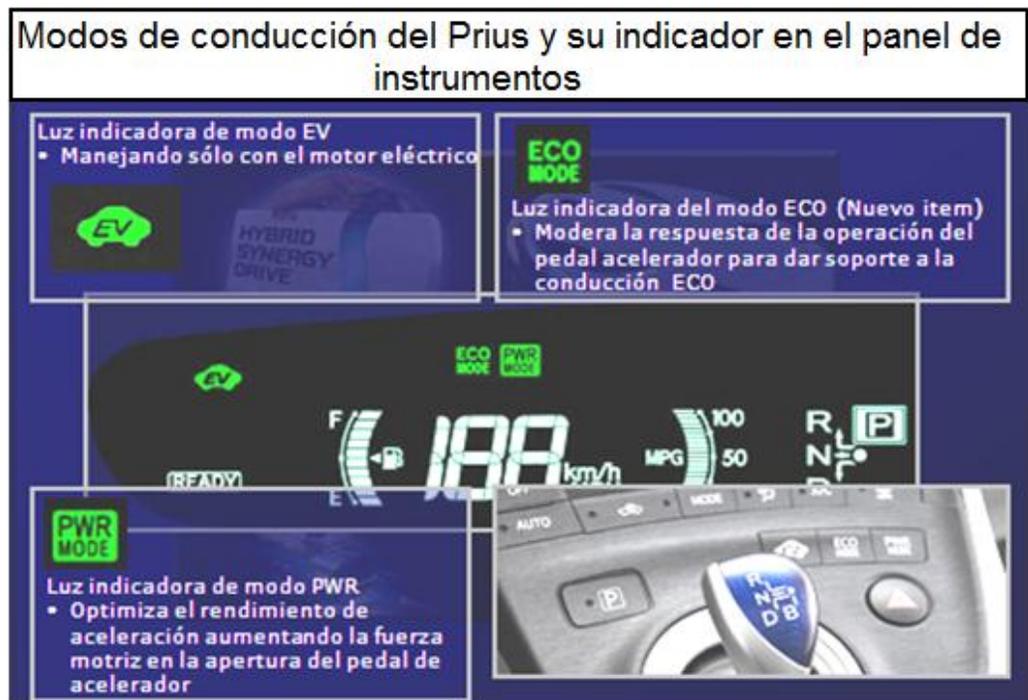


Figura 34: Panel de instrumentos indicando los modos de conducción del TOYOTA PRIUS.

Fuente: Manual de mantenimiento del TOYOTA PRIUS.

En la figura 34 se observa el panel de instrumentos indicando los tipos de conducción.

1.10.2.- Conducción ECO (Ecológico).-

El tipo de conducción ECO tiene el objetivo de reducir el consumo de combustible y obviamente reducir las emisiones de gases contaminantes, con este tipo de conducción se ahorra combustible, pero esto no sirve de nada si no se cambia la actitud y forma de manejo de cada conductor, no tendría sentido este tipo de ahorro si el conductor tiene una conducta irresponsable, violenta o simplemente maneja mal.

El modo de conducción ECO, se diseñó para maximizar la eficiencia del combustible y reduce la respuesta del acelerador a fuertes o inesperados accionamientos.

Con este modo de conducción según el fabricante se puede:

- Ahorrar combustible entre un 10 hasta un 20%.
- Disminución de la contaminación por gases.
- Disminución de la contaminación acústica.
- Disminución de riesgos de accidentes por reacciones bruscas del vehículo.
- Ahorro de costos en mantenimiento del vehículo, en frenos, motor, caja de cambios y embrague.

Se observaría en la pantalla del panel de instrumentos las siguientes graficas:

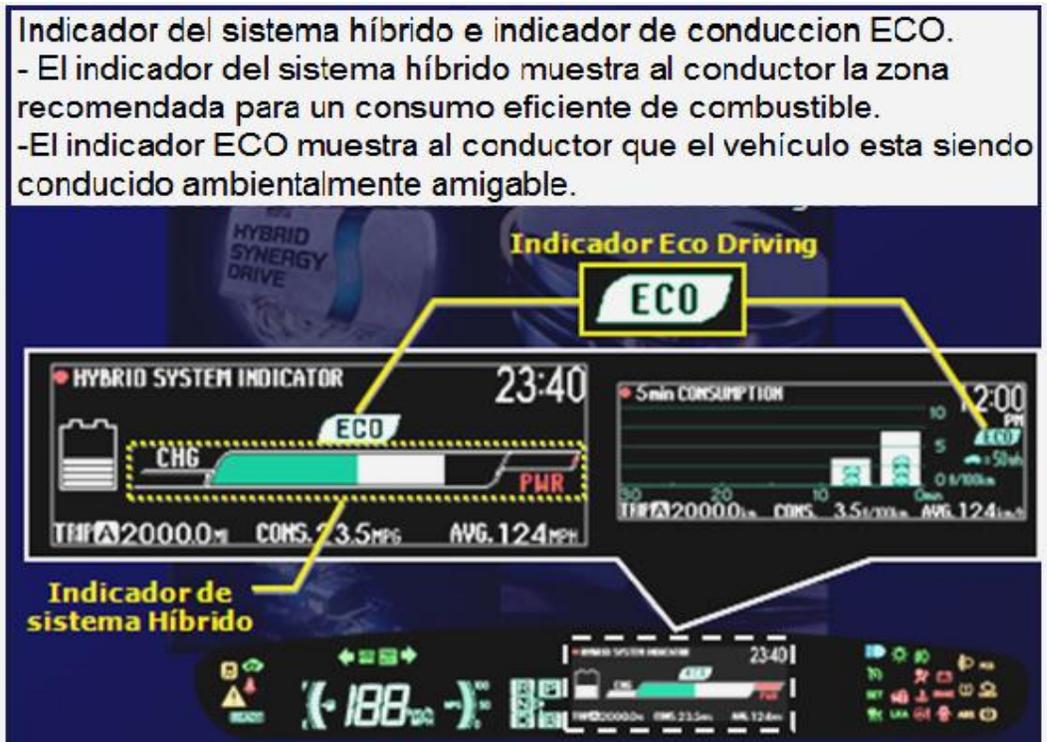


Figura 35: Indicador del sistema híbrido en la conducción ECO del TOYOTA PRIUS

Fuente: Manual de mantenimiento del TOYOTA PRIUS



Figura 35.1: Panel de indicadores y posición de ciertos comandos.

Fuente: Manual de mantenimiento del TOYOTA PRIUS

1.10.3.- Conducción POWER (deportiva).-

Si el conductor exige mayor potencia o velocidad puede seleccionar en el tablero o panel de instrumentos el botón de PWR, que es el modo de conducción “power” o deportivo, donde el vehículo a cualquier pulsación del acelerador reacciona de inmediato, aumentando la potencia y/o la aceleración, lo que se logra es optimizar el rendimiento de aceleración aumentando la fuerza motriz, pero eso implica un consumo mayor de gasolina.

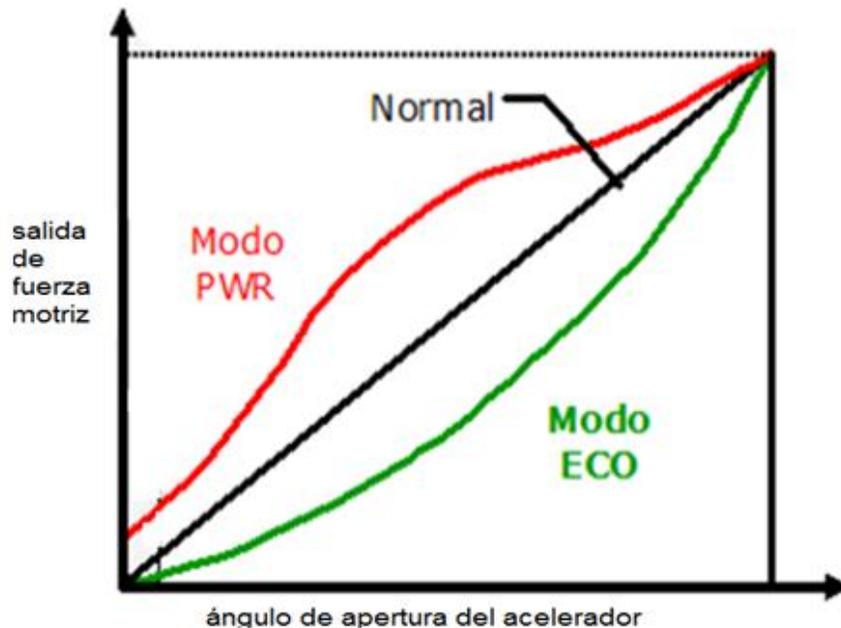


Figura 36: Comparación de las curvas de apertura del acelerador con la fuerza motriz.

Fuente: Guía de manejo del TOYOTA PRIUS.

En la figura 36 se observa las curvas de apertura del acelerador en dos de los tres tipos de conducción del PRIUS, comparándolo con la salida de la fuerza motriz, donde se nota al final el mismo desempeño pero con mayor consumo en el MODO PWR, y un menor consumo en el MODO ECO.

1.11.- Control inteligente.

El TOYOTA PRIUS, es un vehículo totalmente equipado incluso en sus modelos más básicos pues incorpora una serie de innovaciones o comodidades que se encontrarían solo en automotores de lujo, a esta serie de innovaciones se las denomina control inteligente.

1.11.1.- Control inteligente de entrada.

No es novedad la apertura remota de los seguros de las puertas, prácticamente lo tienen todos los automóviles en la actualidad, la diferencia está en el llavero TOYOTA,

ya que, si por el uso, la pila del remoto perdiera su carga, dentro del llavero lleva una llave que puede accionar manualmente los seguros de las puertas, aparte tiene un botón junto a la manija de la puerta que cierra automáticamente todo el vehículo sin el uso del telemando del llavero, además el vehículo detecta la proximidad del llavero y automáticamente abre los seguros sin necesidad de presionar ningún botón ni en el llavero ni en el carro para el acceso al habitáculo del conductor.

1.11.2.- Control inteligente de arranque.

Últimamente se ha implementando en vehículos especialmente de lujo el encendido por botón y no por la llave como usualmente se hace, es decir el conductor puede echar a andar el auto simplemente con presionar un botón "POWER" en el caso del PRIUS también es así, el mencionado botón "POWER" está en el tablero junto al volante, el vehículo se enciende si se presiona dicho botón y se acciona el pedal de freno a la vez, en ese instante una serie de antenas monitorean que el llavero (programado único para cada carro), este dentro de la cabina, de ser así puede funcionar o encenderse el motor, sin la necesidad de encajar una llave en el interruptor como se hace en los autos convencionales.

En el caso de que no se requiera avanzar en el vehículo, sino encender alguno de los accesorios, se presiona una vez el botón "power" (sin presionar el pedal de freno).

1.12.-Indicador de la zona de economía.

En el panel central se ubica una pantalla de indicadores, la misma que se encarga de mostrar al conductor las múltiples funciones del vehículo, algunas de estas son:

- Area de carga de la batería.
- Area ECO para indicar que el vehículo está siendo conducido con mejor aprovechamiento.
- Area de potencia para indicar que el rango ecológico fue sobrepasado.
- Area ECO-HIBRIDO para indicar que el motor térmico empezó a funcionar.



Figura 37: Panel de instrumentos, indicando área de carga, velocidad, posición de la palanca de mando de transmisión, nivel de combustible, modo de conducción.

Fuente: www.motorpasion.com



Figura 37.1: Panel de instrumentos indicando: consumos de combustible en lapsos de 10 minutos, comandos del volante y velocímetro.

Fuente: www.16valvulas.com



Figura 37.2: Panel de instrumentos indicando flujo de energía, comandos del volante, posición de la palanca de transmisión y velocímetro.

Fuente: www.16valvulas.com



Figura 37.3: Indicador de carga y nivel de carga de la batería, hora, odómetro en función "trip A".

Fuente: www.motorpasion.com

1.13.- Monitoreo de energía.

El monitoreo de energía mediante la pantalla central indica al conductor cual de los diferentes motores ya sea eléctrico, térmico o los dos a la vez funcionan, además muestra el nivel de carga de la batería con el objeto de aplicar el modo de conducción más adecuado, todo esto se divide en la pantalla central del tablero.



Figura 38: Indicador de que motor o motores están en uso y nivel de carga de la batería.

Fuente: www.motorpasion.com

1.14.-Indicadores.

En la misma pantalla se puede observar:

1. Nivel de carga de la batería.
2. Indicador de modo de conducción ECO, EV, POWER.
3. Indicador del sistema híbrido.
4. Promedio de velocidad a partir del último viaje programado.

Otra información que se detalla en la pantalla es la del consumo:

1. Consumo de combustible en los últimos 30 minutos, (se puede escoger los lapsos de tiempo, 5, 10, 15 minutos, etc).
2. Regeneración de energía en los últimos 30 minutos, (se puede escoger los lapsos de tiempo, 5, 10, 15 minutos, etc).
3. Indicador de modo de conducción.
4. Promedio de velocidad.
5. Promedio de consumo.



Figura 39: Panel de instrumentos indicando los promedios de consumo de combustible en lapsos de 10 minutos del TOYOTA PRIUS.

Fuente: www.motorpasion.com

El odómetro es importante para saber el kilometraje normal del vehículo con sus funciones de “TRIP A” y “TRIP B” que se usa como en los vehículos convencionales para saber las distancias en ciertos trayectos.

Los mandos del volante son:

- Control del radio.
- Control del aire acondicionado.
- Control de viaje.
- Display de funciones.



Figura 40: Mandos del volante y su ubicación en la pantalla del panel de instrumentos.

Fuente: Manual del PRIUS.

Los comandos ubicados en el volante manejan varias funciones, la forma de estos comandos se dibujan en la pantalla del panel de instrumentos al ser accionados, esto lo observamos en la figura 40.1.

El aire acondicionado es tipo climatizador. Como los vehículos convencionales se puede escoger si expulsa el aire a la parte superior del cuerpo, a los pies, a desempañar el parabrisas o combinados



Figura 40.1: Mandos del aire acondicionado, radio y panel central.

Fuente: www.16valvulas.com

CAPITULO II.

AGENTES CONTAMINANTES Y NORMAS ECUATORIANAS.

2.1.- Agentes nocivos.

Los agentes nocivos son aquellos materiales o gases presentes en la atmósfera y que representan un peligro o daño para los seres vivos siendo estos el Monóxido de Carbono (CO), Hidrocarburos (HC), Óxidos de Nitrógeno y de Plomo (NO y PbO), entre otros, principalmente se forman en los procesos donde existe combustión, ya sea en la industria, automóviles, calefactores, etc., donde también se generan gases y partículas inofensivas como el Nitrógeno (N), el Oxígeno (O), Dióxido de Carbono (CO₂), Hidrógeno (H) y vapor de agua.



Figura 41: Fotografía del tubo de escape de un vehículo, fuente de contaminación.

Fuente: www.accionecologica.org



Figura 42: Consecuencias de la contaminación.

Fuente: www.accionecologica.org

Entre los agentes contaminantes inofensivos que se expulsan por el tubo de escape de los automóviles están:

- El Nitrógeno (N) es un gas incoloro, inodoro e insípido y está presente en el aire que respiramos en un 97 %.
- El Oxígeno (O) es un gas necesario para la vida, además es imprescindible en la combustión, se encuentra presente en la atmósfera en un 21 %.
- El vapor de agua, se obtiene de la ebullición del agua y en los automóviles se libera a través del tubo de escape como consecuencia de la combustión.
- El Dióxido de Carbono es un gas formado por un átomo de Carbono y dos de Oxígeno, resulta de la combustión completa del Carbono, no es nocivo al ser inhalado por los seres vivos, pero, el incremento de este y otros gases en la atmósfera produce el denominado “efecto invernadero”, de graves consecuencias para los seres vivos por su acción sobre el clima.

2.1.1.-Gases y partículas contaminantes.

Actualmente existen millones de vehículos a nivel mundial, y se fabrican muchos más diariamente, cada uno de ellos es una fuente de contaminación, en nuestro país ya se están tomando las medidas pertinentes con el objeto de disminuir este problema, en Quito por ejemplo se ha restringido el tráfico con estrategias como el “pico y placa”, en Cuenca se ha implementado el Centro de Revisión Técnica Vehicular (CRTV) de la corporación Cuenca-aire, cuya finalidad es controlar las emanaciones que salen desde los tubos de escape de ciertos vehículos con el objeto de evitar la contaminación excesiva.

Entre los agentes contaminantes nocivos para la salud están:

- El Monóxido de Carbono es residuo de la combustión incompleta de ciertas sustancias entre estas la gasolina. Es altamente tóxico llegando a ser incluso fatal porque sustituye al oxígeno en la sangre.
- El Dióxido de Carbono no es nocivo para la salud, pero en grandes cantidades produce el “efecto invernadero” que constantemente va cambiando el clima a nivel mundial.
- Monóxido de Nitrógeno es un gas incoloro, se produce como consecuencia de la quema de combustibles fósiles especialmente en vehículos. Se oxida fácilmente convirtiéndose en Dióxido de Nitrógeno (NO₂), y posteriormente en Ácido Nítrico al mezclarse con agua (HNO₃) produciendo lluvia ácida.

- Dióxido de Azufre se produce de la combustión del carbón, se oxida y forma ácido sulfúrico (H_2SO_4) un componente de la lluvia ácida.

2.2.- Emisiones permitidas y no permitidas.

Las emisiones clasificadas como permitidas son aquellas que bajo un patrón de vigilancia en nuestro medio no ejercen acción comprobadamente nociva para el ambiente, se contemplan bajo la norma de la cantidad y proporción del lanzamiento a la atmósfera, sin límites legales establecidos.

En la ciudad de Cuenca rige la norma nacional 2 202 y 2 204 emitida por el organismo de control INEN para la emanación de este tipo de contaminantes y se miden en porcentaje al volumen emanado, siendo estos los rangos aceptables:

Monóxido de Carbono (CO) entre 0 y 10%.

Dióxido de Carbono (CO_2) entre 0 y 16 %.

Hidrocarburos no combustionados (HC) entre 0 y 5 000 partes por millón.

Las emisiones no permitidas son aquellas que directamente afectan a la salud.

- Los hidrocarburos presentan diferentes efectos nocivos, por ejemplo el benceno es venenoso y una exposición baja a este gas provoca irritaciones en la piel, en los ojos y en el aparato respiratorio, dolor de cabeza y náuseas, una exposición prolongada o en altas dosis puede producir cáncer e incluso puede ser fatal.
- La presencia combinada de los Hidrocarburos, Óxidos de Nitrógeno, rayos ultravioleta y la estratificación atmosférica conduce a la formación del “smog”, de consecuencias graves para la salud de los seres vivos.
- El Óxido de Nitrógeno irrita el aparato respiratorio y en combinación con los Hidrocarburos contenidos en el “smog” y con la humedad del aire producen Ácidos Nitrosos, que caen en la tierra en forma de lluvia ácida contaminando grandes áreas.
- El Plomo al entrar en el organismo puede provocar coágulos o trombos en la sangre, de gravísimas consecuencias patológicas, se encuentra presente en las gasolinas en forma de Tetraetileno de Plomo y se utiliza para elevar el octanaje.

2.2.1- Norma técnica del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) 2 202 y 2 204.

A nivel internacional existen normas que regulan la calidad de los combustibles y las emisiones contaminantes producidas por los vehículos, en el Ecuador el organismo encargado de estas regulaciones es el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).

La NTE INEN (Norma Técnica del Instituto Ecuatoriano de Normalización) 2 202, 2 204,^(ANEXO 1), establece límites en cuanto a la emanación de gases al ambiente por fuentes móviles y los procedimientos que se deben seguir para la realización obligatoria de la Revisión Técnica Vehicular (RTV) en los Centros de Revisión y Control Vehicular (CRCV) en todos los ámbitos mecánicos del vehículo.

2.2.2.- Norma de la Unidad Municipal de Transito (UMT).

La Unidad Municipal de Tránsito de Cuenca maneja las mismas ordenanzas que establece Cuenca-aire en cuanto a emanaciones, siendo la misma norma INEN 2 202 y 2 204 que se encuentran descritas en el ANEXO 1, además esta entidad se encarga de la señalización del tránsito vehicular en la ciudad.

Es claro que el transitar de vehículos y peatones por las mismas calles vuelve necesario que no solo en el Ecuador se establezcan normas de contaminación que no sobrepasen los límites establecidos internacionalmente, hay que tomar en cuenta que la situación empeora cada año por el aumento del parque automotor y aspectos climáticos como el calor y la falta de viento.

El ente regulador en cuanto a emanaciones vehiculares a nivel nacional es el INEN, no se puede tener otra norma únicamente para la ciudad de Cuenca y menos aun una norma emitida por cada institución.

2.2.3.- Norma de la Comisión de Gestión Ambiental (CGA).

El Ecuador es un país en vías de desarrollo y tomando en cuenta que la contaminación por monóxido de carbono, óxido de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles, micropartículas, etc., son en mayor parte responsables los países desarrollados, se debe tomar acciones inmediatas en nuestro país y ciudad, dado lo perjudicial de la contaminación, pero lastimosamente aún no se toman medidas en Cuenca con respecto a esta problemática mundial, la Comisión de Gestión Ambiental se encarga de emitir permisos para la explotación de minas, o la apertura de negocios como las canchas sintéticas, y el impacto ambiental que esto genera, pero en el ámbito de la contaminación que emite el tráfico vehicular no se establece ningún tipo

de norma más que la dada por otra entidad que es el INEN, que resulta muy blanda en comparación con normas internacionales.

Para hacer más estricta la norma vigente se puede calcular un límite para la contaminación vehicular de esta forma:

Según la Dirección Nacional de Hidrocarburos (DNH) un vehículo emite 2,4 kg de CO₂ por litro de gasolina consumido y si tomamos en cuenta que un PRIUS consume 4 litros por cada 100 km (según el fabricante) obtenemos 9,6 kg de CO₂ expulsados a través del escape de este auto, de esta forma establecemos límites más estrictos para la contaminación vehicular según el consumo de cada vehículo.

2.3.- Efectos y generalidades de la contaminación por ruido.

El ruido es un sonido que resulta perjudicial o molesto a quien lo escuche. Los principales efectos del ruido son: malestar, dificultad en la comunicación, perturbaciones en el sueño, estrés, y en exposiciones largas puede provocar estados crónicos de nerviosismo, disminución en el rendimiento, pérdida de la audición, sordera parcial o incluso total, ansiedad, manías, depresiones, irritabilidad, dolores en especial de cabeza, en personas demasiado sensibles incluso puede llegar a provocar enfermedades cardíacas, durante la conducción de un automóvil es un elemento de distracción, pudiendo llegar a cambiar el estado de alerta de la gente.

La norma INEN establece límites en cuanto a la emanación de ruido siendo el máximo permitido de 80 dB.

2.4.- Tipos y propiedades de la gasolina en Ecuador.

La gasolina es una mezcla de hidrocarburos derivadas del petróleo que se utiliza como combustible en motores de combustión interna con encendido de chispa.

Durante muchos años este combustible, es la base energética de la civilización actual, eso se debe a que es fácil de obtener, posee gran poder calorífico y se puede transformar en otro tipo de energía, se produce de la mezcla de varias fracciones básicas como: butano, naftas ligeras y pesadas, además de productos obtenidos en procesos de destilación atmosférica.

2.4.1.- TIPOS DE GASOLINAS.

Desde hace mucho tiempo se escucha de la gasolina con y sin plomo, y los inconvenientes que eso provoca al medio ambiente.

En nuestro país se comercializan:

- gasolina de 87 octanos o extra.
- gasolina de 92 octanos o súper.

En las tablas 9 y 10 del ANEXO 2, se observa los contenidos de las gasolinas que se comercializan en el Ecuador, según la norma INEN.

En la década de los veintes y como consecuencia del aumento de compresión y mejoramiento de rendimiento en los motores se inicia el uso de compuestos antidetonantes en base a Plomo (Pb) y Manganeso (Mn) en la gasolina.

La gasolina extra es la mezcla compleja de 200 a 300 hidrocarburos diferentes, formada por fracciones combustibles provenientes de distintos procesos de refinación del petróleo.

El uso de antidetonantes en base a Plomo y Manganeso obedece a que no hay forma más barata de elevar el octanaje de la gasolina.

El octanaje se define como la principal propiedad de la gasolina ya que se relaciona al rendimiento del motor del vehículo, los tamaños de las moléculas ya dentro de la mezcla de hidrocarburos son de Heptanos (7 carbonos), octanos (8 carbonos), nonanos (9 carbonos), etc.

La gasolina se forma básicamente de octanos porque pueden soportar grandes compresiones sin encenderse espontáneamente y por heptanos que no resisten la alta compresión fácilmente, por eso al nombrar una gasolina de 87 octanos quiere decir que tiene un 87% de octanos y un 13% de heptanos, soporta un cierto nivel de compresión, y si se usa en motores de combustión interna dicho nivel de compresión no debe ser sobrepasado, por lo tanto el octano es un nivel que nos indica hasta cuanto puede ser comprimida la gasolina.

2.4.2.- DETERMINACION DEL OCTANAJE.

Se puede determinar el octanaje de la gasolina mediante cuatro métodos de laboratorio, los dos primeros se usan para la gasolina de uso común en vehículos y los cuales se explican brevemente, los otros dos métodos se usa para la gasolina de uso en aeronaves.

- Método research o llamado con sus siglas CFR o F-1.
- Método motor o ASTM, CFR-M o F-2.
- Método de aviación o F3 (mezcla pobre).

- Método supercarga o F-4 (mezcla rica).

Las siglas CFR significan Coopertive Fuel Research, en español es Investigación Cooperativa del Combustible.

Método RESEARCH.- mediante una máquina de un cilindro, unido a un motor que gira a 600 rpm y por medio de una aguja unida a un diafragma de acero expuesto a la presión de la cámara de combustión se mide el brusco incremento de presión resultante del golpeteo que hace saltar la aguja que cierra un contacto eléctrico en un lapso mayor cuanto más haya saltado aquella aguja, dicho contacto eléctrico sirve para medir el golpeteo, determinando el octanaje.

Método motor.- Se emplea la misma máquina cambiando las condiciones del ensayo, esta vez se utiliza 900 rpm.

2.4.3.- VOLATILIDAD.

La volatilidad es una propiedad que mide cuan explosiva resulta la gasolina, la cual registra de manera indirecta los componentes volátiles que brindan la seguridad del producto durante su transporte y almacenamiento, esta característica esta en relación con el ambiente como altura, temperatura, humedad, etc.,

2.4.4.- CONTENIDO DE AZUFRE.

El contenido de Azufre (S) presente en la gasolina resulta corrosiva en ciertas partes del motor, en especial en los tubos de escape y luego al salir de dicho tubo resulta contaminante al ambiente a través de la lluvia ácida, por eso es importante la relación o cantidad de azufre que contienen ciertos combustibles, entre estos la gasolina.

2.4.5.- RELACION AIRE-COMBUSTIBLE.

Teóricamente la cantidad de aire requerida para la combustión ideal en el motor es de 14,7 partes por 1 de combustible, en base a esto y redondeando a 15 partes de aire por 1 de gasolina podemos calcular:

Un kilogramo de heptano requiere 15 kilogramos de aire para su combustión completa, los límites de inflamabilidad, refiriéndonos a peso son 7 kilogramos de aire (mezcla de máxima riqueza) a 20 kilogramos de aire (mezcla de mínima riqueza), por kilogramo de heptano, por lo que se deduce que una relación de mezcla rica es de 12,5 : 1 y en una mezcla pobre y más económica de 17 : 1 en velocidad crucero.

2.4.6.- PUESTA A PUNTO DEL ENCENDIDO.

El desarrollo de la potencia máxima depende de la relación de compresión y de la puesta a punto del encendido, es decir que estén sincronizados los chispazos de las bujías con respecto a los últimos instantes de la compresión.

2.4.7.- PODER CALORÍFICO Y DENSIDAD RELATIVA.

El poder calorífico se dice que es la cantidad de energía que la unidad de masa de materia puede desprender al producir una reacción química de oxidación, es decir, es la energía máxima que puede liberar la unión química entre combustible y comburente al inflamarse. La densidad es la cantidad o magnitud escalar referida a la cantidad de masa contenida en un determinado volumen, es decir es la relación entre la masa de un cuerpo y el volumen que ocupa; la densidad relativa es una comparación entre las densidades de dos sustancias bajo las mismas condiciones de temperatura y presión. Estas propiedades afectan al diseño del carburador y frecuentemente no se incluye en las especificaciones.

CAPITULO III.

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.

3.1.- Pruebas de conducción.

La conducción de un vehículo cambia según la forma de manejo de cada propietario, y quien mejor para detallar las pruebas de funcionamiento que cada uno de ellos, por lo que se hizo una encuesta tratando de abarcar varios tipos de conductores, con el objeto de responder todas las preguntas que pudieran tener en cuanto al manejo del PRIUS y de esta encuesta obtener mejores resultados en cuanto a pruebas de manejo; generando estas incógnitas:

1) ¿Los automóviles híbridos requieren algún tipo de enchufe o conexión eléctrica para recargarse?

Los híbridos no requieren conexión alguna a ninguna red eléctrica para recargarse, el momento de frenado a través del sistema de “freno regenerativo” o al encender el motor a gasolina se recarga las baterías el momento que lo requieran.

2) ¿Qué necesidades especiales de mantenimiento requiere un híbrido?

Los híbridos en general no requieren un mantenimiento especial, prácticamente es el mismo que se le da a un vehículo convencional, cambio de aceite, rotación de neumáticos, alineación, balanceo, etc., según la frecuencia que indique el fabricante, e incluso debido a la serie de sistemas de ayuda a la conducción como clima electrónico, dirección asistida electrónicamente (EPS), transmisión continuamente variable asistida electrónicamente (ECVT), freno regenerativo, etc., han disminuido la frecuencia de los mantenimientos o los han eliminado del todo.

3) ¿Se puede conducir un híbrido con el tanque de gasolina vacío?

Los vehículos híbridos, aunque pueden trabajar netamente con el motor eléctrico, necesitan obligatoriamente tener combustible en el tanque así sea un trayecto corto el que se vaya a rodar, porque de necesitar carga la batería del sistema híbrido se va a encender el motor de gasolina para recargarse, por lo tanto no puede funcionar el automóvil híbrido si es que el tanque de gasolina se encuentra vacío.

4) ¿Cuántas marchas tiene el PRIUS y porque no se siente el cambio de las mismas?

TOYOTA a desarrollado un sistema de transmisión continuamente variable controlada electrónicamente (ECVT), su funcionamiento se basa en un separador de energía con engranajes planetarios el cual puede ofrecer un rango de combinaciones infinitas para satisfacer las demandas de la conducción, en cambio, los vehículos convencionales tienen conjuntos de engranajes para primera marcha, segunda marcha, tercera marcha, etc., el comando palanca del PRIUS tiene las posiciones (D) drive o conducción, (R) reversa, (N) neutral y (B) “braking” que quiere decir frenando y se usa en una bajada como freno motor, la posición (P) parqueo, tiene un botón aparte del mando palanca.

5) ¿El vehículo híbrido ofrece la misma seguridad que un auto convencional?

De hecho actualmente todos los vehículos híbridos o convencionales cumplen altos estándares de seguridad, ahora se debe recalcar que el PRIUS tiene incluso varios dispositivos avanzados en cuanto a seguridad.

6) ¿Cómo funcionan las baterías del sistema híbrido y como se recargan?

Los híbridos de TOYOTA, tienen el sistema de freno regenerativo, cuando el vehículo está rodando sin fuerza del motor o cuando se aplican los frenos, el motor eléctrico se vuelve generador capturando la energía cinética que normalmente se perdería para transformarle en electricidad para recargar la batería, las cuales son de larga duración, manteniéndose el nivel de carga entre un 40 y un 60 % de su capacidad, su duración tiene garantía de ocho años, es decir no pierde su capacidad de almacenaje en varios años.

7) ¿Puede llegar a descargarse la batería del sistema híbrido y de suceder que se debe hacer?

El sistema híbrido no dejará que se descargue la batería siempre mantendrá un nivel óptimo de funcionamiento, pero si puede llegar a ocurrir una descarga de la batería, se puede deber a un largo tiempo sin uso del vehículo, en ese caso el propietario debe solicitar el servicio de una grúa plataforma y transportar el carro a la concesionaria más cercana, donde sabrán solucionar el inconveniente, pues la batería de alto voltaje (HSD o Hybrid Sinergy Drive) requiere un equipo especial y personal capacitado para su recarga, este trabajo también se lo realizaría si el vehículo ha sufrido algún tipo de siniestro. Antes de remover la batería hay que asegurarse que no haya ningún código de falla en el vehículo, los códigos de falla se visualizarán en la computadora de mantenimiento o “scanner” y desde la misma se les dará solución.

- Luego antes de dar servicio al sistema y con el vehículo apagado alejar la llave del área de detección del habitáculo.
- Se desconecta el terminal negativo de la batería de 12 V.
- Con guantes aislados se levanta el tapón de servicio.
- Medir el voltaje del terminal del inversor, debe marcar 0.
- Aislar los conectores de alto voltaje con cinta de vinilo.
- En el banco de recarga instalar la batería y dejarla hasta llegar al punto óptimo.
- Luego volver a instalar la batería en el vehículo.

8) ¿Porque no se han publicado datos relacionados al torque máximo de un vehículo híbrido?

En un vehículo híbrido trabajan individualmente cada uno de los motores o los dos a la vez para producir distintos niveles de torque, dependiendo del requerimiento del conductor, ahora debido a que cualquiera de las fuentes motrices pueden operar en cualquier momento y en cualquier numero de revoluciones, se puede decir que el torque máximo es de 207 N·m para el motor eléctrico y de 136 N·m para el motor térmico y se puede obtener del trabajo simultáneo de los dos motores a unas 4 000 rpm, estos datos son dados por el fabricante, las condiciones son distintas en nuestro medio y parte de este trabajo de graduación es medir el torque máximo del PRIUS en la ciudad de Cuenca.

9) ¿El vehículo híbrido requiere un combustible especial?

No, el vehículo híbrido utiliza gasolina sin plomo convencional, es decir la gasolina "súper" que comúnmente se comercializa en nuestro país.

10) ¿Se debe conducir el vehículo híbrido de una manera especial?

No, los vehículos híbridos se conducen normalmente como cualquier carro convencional, ahora claro que existen técnicas para optimizar el consumo de combustible del híbrido.

11) ¿Porque son más costosos los vehículos híbridos que sus similares convencionales?

Los vehículos híbridos incorporan tecnología de avanzada, lo que los hace más costosos que sus similares convencionales, sin embargo, este costo se puede compensar con menor consumo de combustible, menor mantenimiento preventivo,

incentivos en impuestos, un fuerte valor de reventa y un alto nivel de equipamiento en sus vehículos en serie.

3.2.- Prueba de rendimiento.

El secreto del éxito del TOYOTA PRIUS III generación se basa en el sistema Híbrido de última tecnología (Hybrid Synergy Drive), este sistema ha sido rediseñado (según TOYOTA) en un 90 % de sus versiones anteriores ofreciendo un mejor desempeño y rendimiento.



Figura 43: Logotipo Hybrid Synergy Drive "HSD".

Fuente: Manual del PRIUS

Al manejar un TOYOTA PRIUS III generación se puede notar que al encender el vehículo la única fuente de poder es la del motor eléctrico, luego al empezar a rodar, este motor eléctrico debido a su alto torque es el que exclusivamente da tracción al auto, al llegar a cierta velocidad la exigencia de fuerza y velocidad obliga a encender automáticamente el motor a gasolina, ahora el vehículo es impulsado principalmente por este motor, pero aún se encuentra en un rango de conducción normal según el monitoreo de energía.

El motor a gasolina está dando energía adicional que se utiliza para recargar la batería híbrida (de ser necesario), en este caso la fuerza de propulsión la dan los dos motores eléctrico y gasolina pero sin intervención de la batería, el momento de que la exigencia de aceleración es alta, ya sea para ganar mayor velocidad, o en una empujada subida, la batería híbrida entra en funcionamiento, alimentando el motor eléctrico sumando su fuerza a la del motor de combustión.

Luego decidimos dejar de acelerar, en este momento las ruedas a través del inversor generan electricidad en el motor eléctrico, la cual se almacena en la batería, en este instante se siente una baja de velocidad bastante notoria (similar a la que da el uso de compresión de máquina o freno motor en los vehículos convencionales), todo esto

antes de presionar el pedal de freno que, por su combinación de freno regenerativo (parte del sistema híbrido) y freno de fricción (freno convencional), ofrecen una frenada suave. Luego al accionar el pedal del freno, trabaja el freno de fricción, que funciona como en cualquier vehículo convencional, estos son de discos ventilados adelante y sólidos atrás, con ABS, con la diferencia de que los cilindros de freno son de aluminio, haciéndolos más livianos, estos obviamente actúan cuando se necesita frenar fuertemente, el uso de los sistemas de frenado es controlado automáticamente por la computadora de frenado y no directamente por el conductor, en este instante deja de funcionar el motor a gasolina y únicamente funciona el motor eléctrico, esto se muestra en la pantalla del panel de instrumentos.

En esta prueba de ruta se debe destacar que la dirección ofrece una excelente sensación de conducción, ya que utiliza el sistema EPS (dirección electrónica), más liviano y compacto que una dirección hidráulica y con menor consumo energético.

En la transmisión no se sienten “brusquedades” fuertes o cambio de marcha alguno, debido a su sistema ECVT o transmisión continuamente variable controlada electrónicamente.



El PRIUS y todos los modelos híbridos de TOYOTA utilizan la transmisión electrónica continuamente variable o ECVT

Figura 44: Mandos de la transmisión del TOYOTA PRIUS III generación.

Fuente: Manual de reparaciones del PRIUS.

En la figura 45 se interpreta con una flecha como la rueda delantera izquierda frena un poco más que las otras tres llantas, por medio de la computadora el vehículo detecta en que llanta se necesita mayor fuerza de frenado, con esto se evita la pérdida de estabilidad, mientras que en la figura 45.1 en la parte izquierda el vehículo tiende a girar y perder el control, en cambio en la figura de la derecha mediante la actuación de la distribución de fuerza de frenado (EBD) el auto se mantiene estable sobre la calzada.

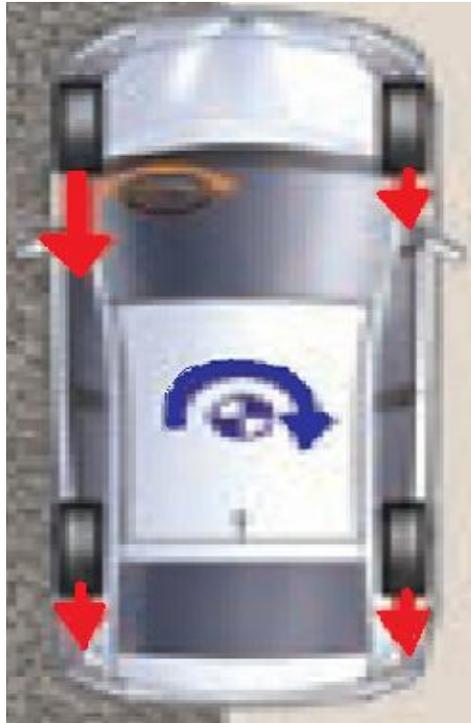


Figura 45: Dispositivos de asistencia de frenado y circunstancias de funcionamiento.

Fuente: Manual de reparaciones del PRIUS.



Figura 45.1: Dispositivos de asistencia de frenado y circunstancias de funcionamiento.

Fuente: Manual de reparaciones del PRIUS.

La suspensión es individual Mcpherson en la parte delantera y semi-rígida de barra de torsión atrás, dando comodidad y estabilidad tanto al conducir en curvas, como en línea recta.

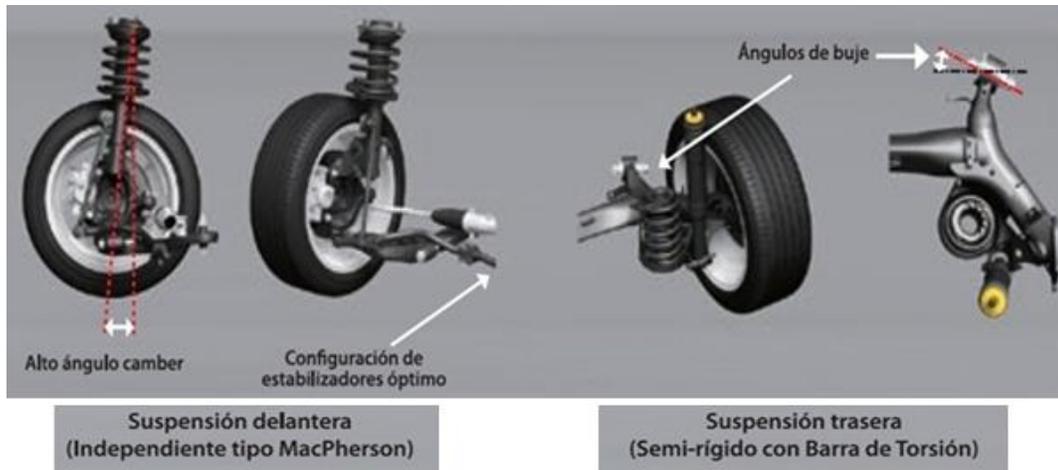


Figura 46: Suspensión delantera y posterior del TOYOTA PRIUS III generación.

Fuente: Manual de reparaciones del PRIUS.

En lo que se refiere a seguridad activa, el TOYOTA PRIUS incorpora una serie de dispositivos que previenen accidentes como:

ABS.- sistema antibloqueo de frenos.

Que previene el deslizamiento (patinadas) del vehículo independientemente en las cuatro ruedas, lo que evita la pérdida de control de la dirección al frenar en situaciones de una calzada resbalosa. El PRIUS añade a este sistema un Asistente de Frenada (BA o brake asistence) que reconoce un frenado brusco y lo interpreta como un frenado de emergencia, añadiéndole mayor fuerza al frenado para detener el vehículo más rápido pero de una manera controlada.

Además entre las ayudas electrónicas tiene el EBD (Electronic Brake Distribution) o la Distribución Electrónica de la Fuerza de Frenado, es un sistema que ajusta automáticamente la fuerza del frenado tanto entre las llantas delanteras y posteriores como entre las del lado izquierdo y derecho, es decir independientemente en cada rueda y su funcionamiento se siente claramente en virajes o frenadas de emergencia para mantener controlado el vehículo, mayormente depende de la carga en el vehículo o el estado de la calzada, siendo distinta la fuerza de frenado a cada uno de los neumáticos, siendo más fuerte el frenado en la que más lo requiera y menor la fuerza de frenado en la que menos lo requiera.

Otro Dispositivo es el TRC (Transmission Control) o Control de Tracción cuya función es detectar el patinado de los neumáticos al acelerar y controlarlo por computadora automáticamente reduciendo la fuerza motriz para recuperar tracción, esto mejora la transferencia de poder al camino, ahorrando combustible, aumentando la vida útil de los neumáticos y lo más importante manteniendo la seguridad de darse el patinaje de ruedas mayor que el nivel de fricción disponible entre el camino y el neumático, principalmente actúa en superficies resbaladizas, si la computadora detecta el patinaje de ruedas automáticamente reduce la aceleración del motor hasta 10 km/h así se accione el acelerador a fondo, con esto se recupera el control y la estabilidad, hasta que el nivel de fricción entre rueda y carretera sea ideal.

El dispositivo VSC (Vehicle Stability Control) o Control de Estabilidad del Vehículo es similar al TRC pero actúa al frenar o acelerar el vehículo en curvas evitando el sobreviraje o el viraje insuficiente, el sistema contrarresta el viraje no deseado aplicando los frenos individualmente en cada rueda en la cantidad y momento adecuado, con esto se evita derrapar el vehículo y por ende la pérdida de control

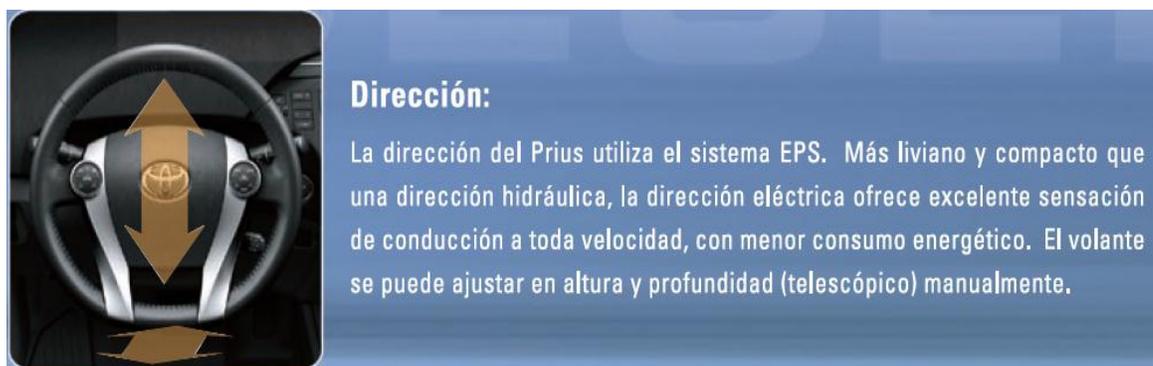


Figura 47: Dispositivos de posicionamiento del volante del TOYOTA PRIUS III generación.

Fuente: Manual de reparaciones del PRIUS.

Muchas veces al rodar un vehículo momentáneamente distraemos la mirada para observar el panel de instrumentos, por ejemplo la velocidad a la que vamos, o peor aun en viajes se puede tener la tendencia a acelerar demasiado perdiendo la perspectiva de la verdadera velocidad a la que vamos, y debido a la concentración en el camino no miramos el velocímetro, para cualquiera de los dos casos TOYOTA ha implementado el HUD (Heads Up Display) o pantalla de cabeza alta, que consiste en un holograma proyectado en el parabrisas delantero con información de velocidad,

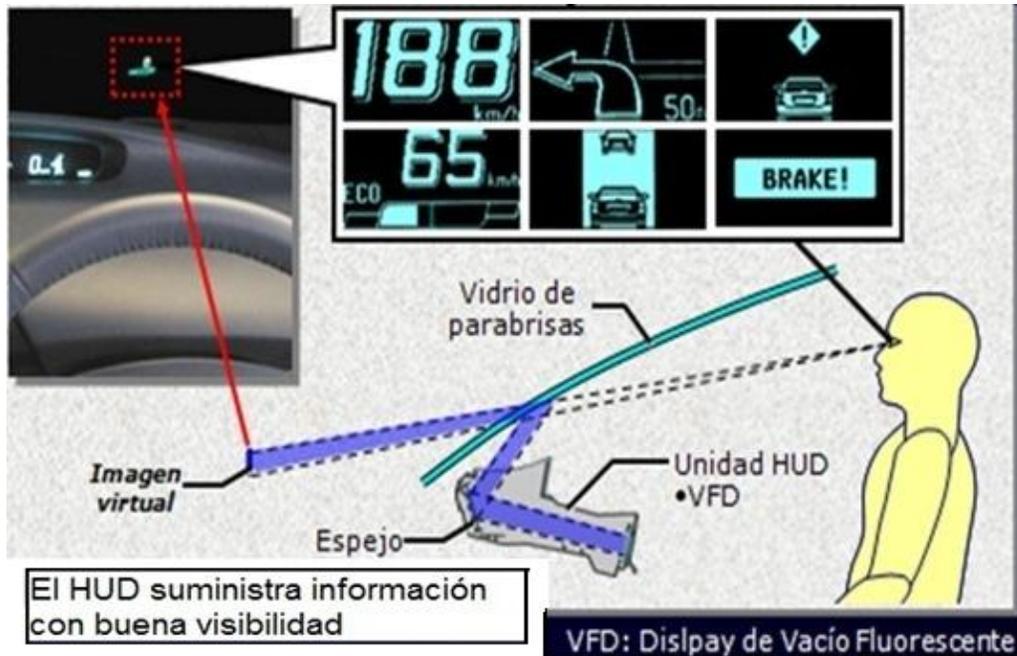
indicador del sistema híbrido y otros datos que necesita saber el conductor pero sin la necesidad de distraer la mirada continuamente al observar el panel de instrumentos.

Para explicar mejor este sistema si conducimos un vehículo que sobre el tablero tenga un papel, una carpeta, un periódico, etc., notamos que esa imagen se refleja en el parabrisas, resultando molesto y hasta peligroso, pero si en vez de ese papel, carpeta o periódico en el parabrisas se viese proyectado los datos de velocidad, modo de conducción, dirección y distancia para un giro, la proximidad de otro vehículo, la posibilidad alta de colisión, o la orden de aplicar el freno por riesgo a un accidente, toda esta información sería muy útil para el conductor sin la necesidad de distraer la mirada, y obviamente sin obstruir la visibilidad sobre el camino. El HUD logra proyectar toda esta información o parte de ella (si el conductor así lo requiere) en la esquina izquierda inferior del parabrisas, en una imagen holográfica.



Figura 48: HUD o Dispositivo holográfico proyectado en el parabrisas, fotografía real con ampliación de un sector.

Fuente: Manual de reparaciones del PRIUS

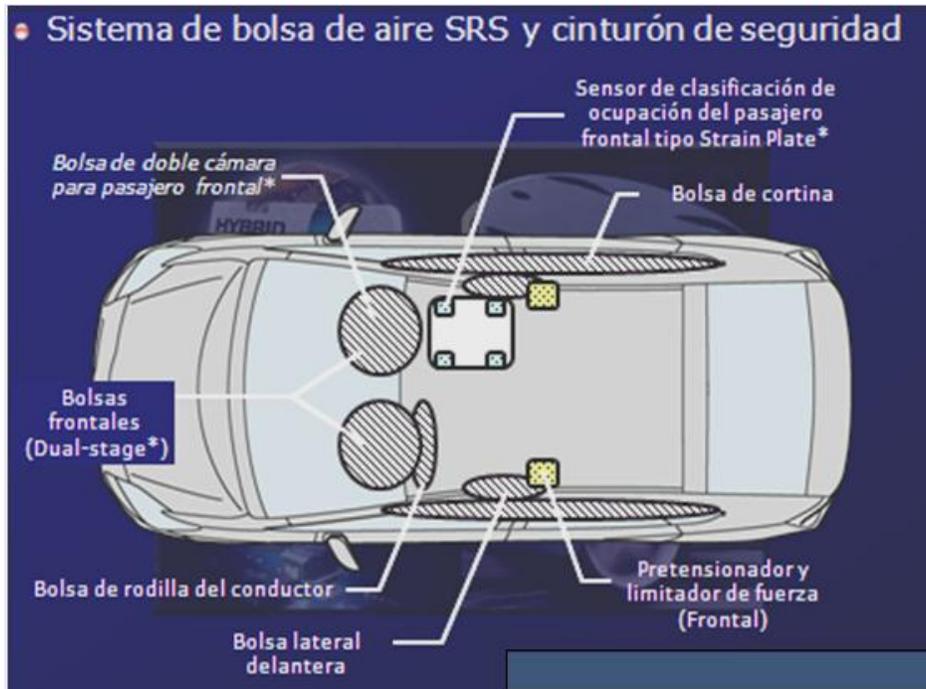


.Figura 48.1: HUD o Dispositivo holográfico proyectado en el parabrisas, gráfico esquemático.

Fuente: Manual de reparaciones del PRIUS.

Otro aspecto importante es la seguridad pasiva, en cuanto a este tema EL TOYOTA PRIUS III generación presenta:

BOLSAS DE AIRE o "Air Bags".- en todos los PRIUS vienen tres bolsas de aire en la parte delantera, una para el conductor, otro para el pasajero y otra para las rodillas del conductor, dos bolsas de aire laterales para los pasajeros delanteros y dos bolsas de aire mas tipo cortina para las dos filas de asientos, en total son siete bolsas de aire que abarcan todos las plazas para los ocupantes, al igual que en los vehículos convencionales, las bolsas de aire tienen la función de desplegarse (hincharse) para amortiguar los golpes que los ocupantes pudiesen sufrir el momento de una colisión, es diferente a otras bolsas de aire comunes porque la del PRIUS se divide en dos cámaras, donde la mayor parte del contacto en el caso de un accidente sería en los hombros del conductor y pasajero delantero, evitando lesiones en el rostro.



* DUAL STAGE.- de dos etapas.

SRS.- quiere decir Sistema de Retención Secundaria,

*STRAIN PLATE.- placa de tensión.

Figura 49: Bolsas de aire del TOYOTA PRIUS.

Fuente: Manual de reparaciones del PRIUS.

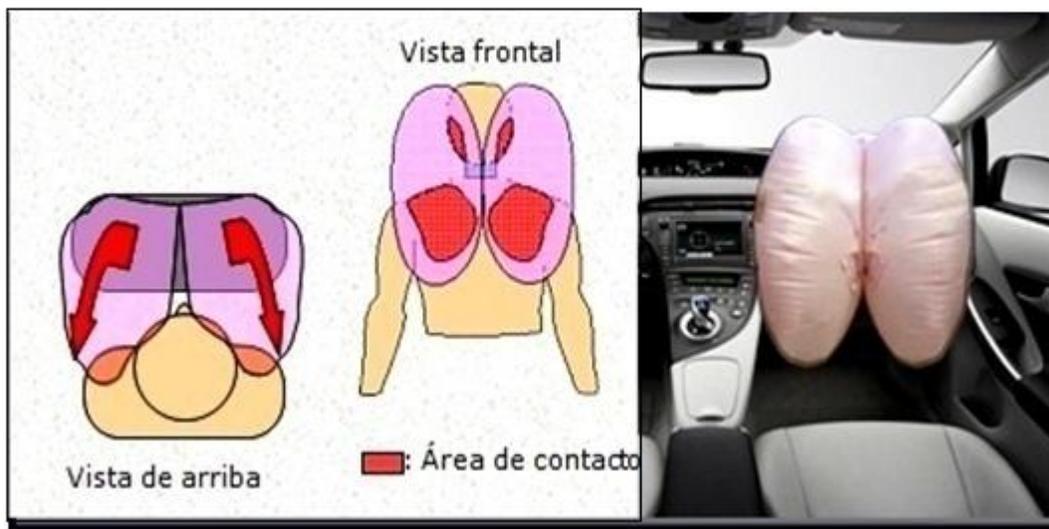


Figura 49.1: Bolsas de aire del TOYOTA PRIUS.

Fuente: Manual de reparaciones del PRIUS.

CINTURONES DE SEGURIDAD.- en la actualidad todos los vehículos de todas las marcas vienen con cinturones de seguridad, lo que diferencia al PRIUS es que dichos cinturones tienen el dispositivo ELR (Emergency Locking Retractor), o Retráctil con Bloqueo de Emergencia, que fijan el cinturón en situaciones de emergencia o colisión, donde unos pre-tensores bloquean el cinturón y unos limitadores reducen la fuerza aplicada por el cinturón para evitar o minimizar lesiones en el torso, los cinturones de la parte posterior del vehículo, tienen el mismo dispositivo y también permite la instalación de un asiento especial de niños sin necesidad de un broche diferente. Es decir que si el ocupante desea agacharse o moverse libremente en el habitáculo del vehículo lo puede hacer sin problema, pero en el instante de un “frenazo” de emergencia o una colisión un mecanismo trinquete fija el cinturón el momento del estirón hacia adelante, y libera la fuerza el momento de regresar el cuerpo contra el asiento, evitando o disminuyendo lesiones.



Figura 50: Cinturones de seguridad.

Fuente: Manual de reparaciones del PRIUS.

CHASIS ABSORBE-IMPACTOS.- el diseño del chasis brinda un excelente desempeño en impactos laterales, frontales y posteriores, incluso peatonales, en el habitáculo y en la parte de las rodillas, el techo y los marcos de las puertas en caso de accidente dispersan la energía y minimizan la deformación de la cabina, si el impacto es contra un peatón, el parachoques frontal cuenta con materiales absorbentes, el capot cuenta con una estructura que minimiza la severidad del golpe.

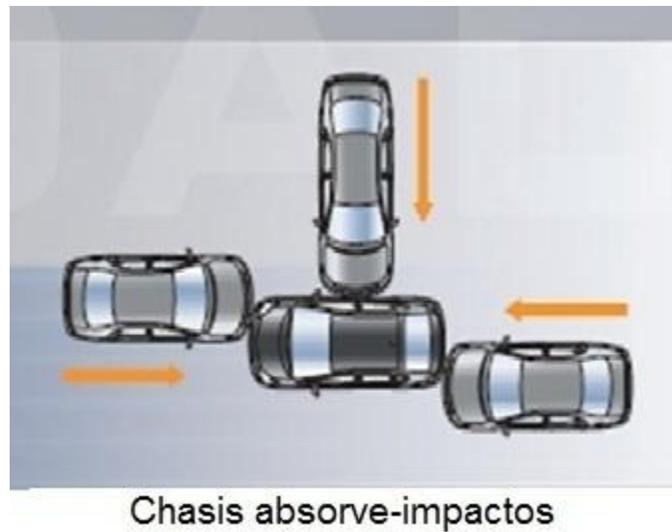


Figura 51: Chasis absorbe impactos TOYOTA PRIUS.

Fuente: Manual de reparaciones del PRIUS.



Figura 51.1: Chasis absorbe impactos TOYOTA PRIUS.

Fuente: Manual de reparaciones del PRIUS.

MEDIO AMBIENTE.- desde luego que el desempeño o rendimiento del PRIUS tiene como base reducir el impacto contaminante del uso de combustibles fósiles en los autos, TOYOTA estima que con la venta del primer millón de unidades híbridas se ha contribuido con la reducción de 4,5 millones de toneladas de Dióxido de Carbono (CO₂) comparándolo con vehículos convencionales de similares características. Pero no solo se quiere disminuir el impacto contaminante, sino que se pueda conducir un

vehículo verdaderamente ecológico durante toda la vida útil de este medio de transporte, es por eso que TOYOTA ha implementado en la fabricación del PRIUS y otros modelos polímeros (plásticos) especiales de fácil reciclado, es decir no solo se cumple con las normas AT-PZEZ (norma ambiental norteamericana), y la EURO 5 (norma europea) sino que se reduce el nivel de emisiones durante toda su vida e incluso al final de su vida útil (desgüese) muchos de sus componentes pueden ser reciclados.



Figura 52: Plásticos ecológicos y su ubicación.

Fuente: Manual de reparaciones del PRIUS.

Desde luego que esta propuesta ecológica se aplica también en la misma fábrica en Japón y según expresa la misma TOYOTA, se ha logrado producir cada uno de los vehículos con un 65% menos de emisiones desde 1990, esto se consigue con la energía de paneles solares, con co-generadores de gas, purificando el agua después de su proceso de manufactura (quedando más limpia que cuando ingresó), utilizando pintura fotocatalítica (que surte el mismo efecto que sembrar 2 000 árboles) y llevar a cabo campañas y actividades ecológicas con la comunidad como la siembra de 50 000 árboles llevada a cabo por 5 000 personas.

Las especificaciones técnicas del TOYOTA PRIUS III generación y que tienen que ver directamente con el rendimiento del vehículo se detallan en las tablas 11, 12, 13 y 14 del ANEXO 3.

3.3.- Prueba de potencia.

En un vehículo convencional, el momento de hacer los cambios de marcha, se debe dejar de acelerar, luego presionar el embrague, mediante la palanca hacer el cambio a otra marcha, soltar el embrague y volver a acelerar, lo que provoca el descenso de la potencia y las revoluciones del motor, incluso si el auto es automático se sienten estas disminuciones de potencia y revoluciones, en cambio en el TOYOTA PRIUS, es un acelerar constante, no hay pérdidas de tiempo al cambiar de marchas ni de potencia a partir de una posición estática. Esta explicación gráficamente se ve así:

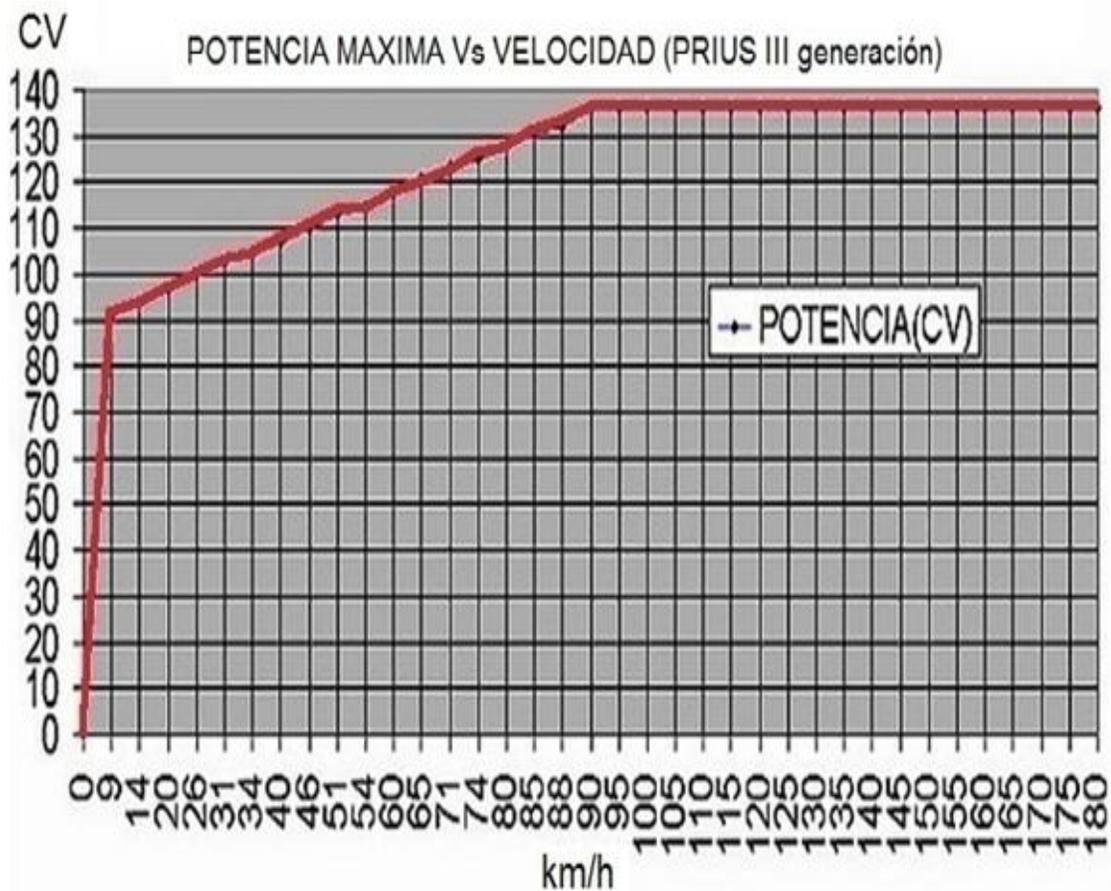


Figura 53: Potencia máxima vs velocidad del PRIUS.

Fuente: Toyota del Ecuador.

Mientras que en un vehículo convencional se ve así:

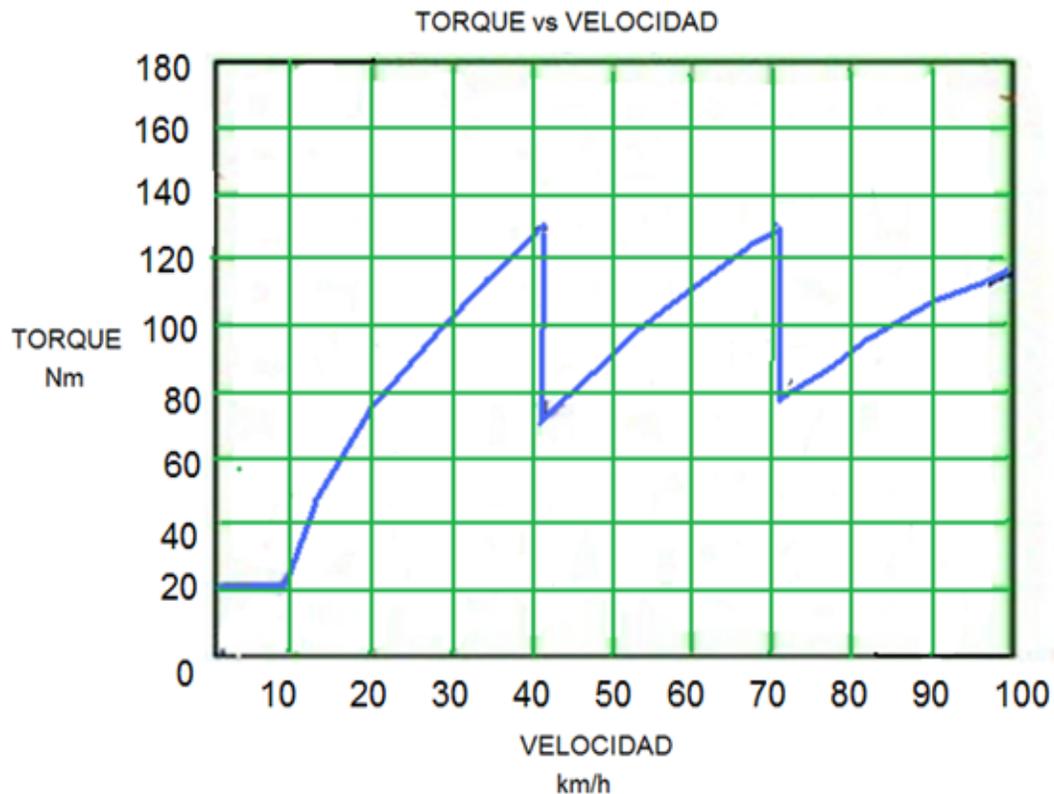


Figura 54: Potencia máxima vs velocidad vehículos convencionales.

Fuente: TOYOTA del Ecuador.

El banco dinamométrico propiedad de la Universidad Politécnica Salesiana, es de procedencia alemana, de la marca "MAHA"(Maschinenbaun Haldenwang) de tipo inercial, capaz de medir la potencia, el torque, la aceleración y la velocidad en el propio taller, sin la necesidad de una prueba de ruta.

Se compone de un cabezal de fijación para montar las ruedas motrices, en el caso del PRIUS son las delanteras, dos rodillos sobre los cuales se colocan dichas ruedas, un computador que recibe la información y una fosa de inspección.

En el siguiente gráfico se muestra las curvas con los valores obtenidos directamente en la ciudad de Cuenca según el ensayo realizado en el taller de la Universidad Politécnica Salesiana. Además de una tabla con las condiciones ambientales en el instante en que se realizó dicho ensayo.

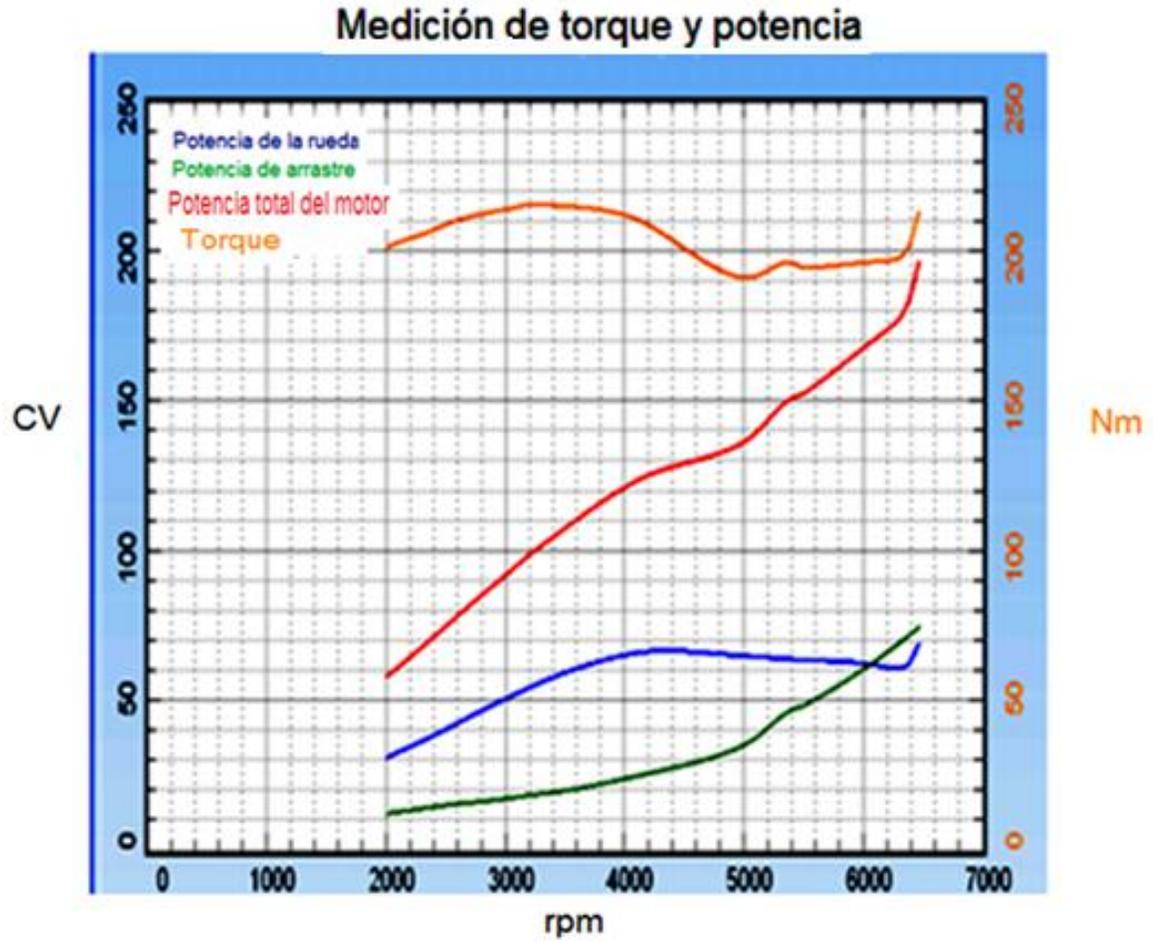


Figura 55: Ensayo de medición de torque y potencia, realizado en la Universidad Politécnica Salesiana.

VALORES AMBIENTALES DEL ENSAYO	
TEMPERATURA AMBIENTE	21,7 °C
TEMPERATURA DEL AIRE ASPIRADO	14,9°C
HUMEDAD DEL AIRE	60,6 %
PRESION ATMOSFÉRICA	761 hectoPa
PRESION DE VAPOR	15,7 hectoPa
DIÁMETRO DE RIN	15 pulgadas
FECHA	7 de febrero del 2012
HORA	9h53

Un Pa (Pascal) es la unidad de presión del Sistema Internacional y se define como la presión que ejerce 1 Newton (N) sobre una superficie de 1 metro cuadrado normal a la misma, es decir $1\text{kg/m}\cdot\text{s}^2$.

Tabla 5: .- Condiciones ambientales descritas para el ensayo.

Los valores máximos obtenidos son:

VALOR DE TORQUE MÁXIMO OBTENIDO	
<i>Torque</i>	214,6 Nm
<i>Rpm</i>	3 220
<i>Velocidad</i>	70,3 km/h

El Newton (N) en física es la unidad de fuerza en el Sistema Internacional y equivale a $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$ mientras que el Newton por metro (N·m) es la unidad de medida de esfuerzo de torsión o momento

VALORES DE POTENCIA MÁXIMOS OBTENIDOS	
<i>Potencia del motor</i>	142,4 CV
<i>Potencia de la rueda</i>	68,5 CV
<i>Potencia de arrastre</i>	73,9 CV
<i>Rpm</i>	6 475
<i>Velocidad</i>	141,2 km/h

Tabla 6: Valores obtenidos de la medición de torque y potencia realizada en la Universidad Politécnica Salesiana ensayo realizado el 7 de febrero del 2012.

El gráfico 55 muestra en línea naranja la curva de medición de torque, llegando a un máximo de 214,6 N·m, obtenidos a 70,3 Km/h y 3 220 rpm.

Luego la curva roja es la potencia total del motor y es el resultado de la suma de los datos de la potencia de la rueda (curva azul, valor 68,5CV), obtenido al acelerar al máximo el vehículo, más el valor de la potencia de arrastre (curva verde, valor 73,9 CV), obtenido al soltar el acelerador luego de la medición de potencia de la rueda, sumando un total de 142,4 CV, obtenidos a 6 475rpm y a 141,2 km/h.

Explicando mejor este procedimiento; se acelera los motores a fondo, la computadora del banco dinamométrico da una señal y se obtiene un primer valor que es la potencia de la rueda, luego de la señal de la computadora se deja de acelerar el vehículo y se lo coloca en neutro hasta que se detienen las ruedas, sin presionar el pedal de freno, se obtiene el segundo valor que es la potencia de arrastre, la potencia total del motor es la suma de los dos valores.

Claramente se ha mejorando los 136 CV y los 142 N·m que establece el fabricante en Japón, obtenidos a 5 200 rpm y a 90 km/h.

Cabe anotar que el control de estabilidad del vehículo no permitió en primera instancia la medición de torque y potencia, debido a que las dos ruedas delanteras estaban girando sobre los rodillos del banco dinamómetro, mientras que las dos ruedas

posteriores se encontraban quietas sobre el piso, la computadora interpreta como derrape de las dos llantas motrices del vehículo y no permite acelerar sino hasta los 10 km/h haciendo imposible la medición, se tuvo que anular momentáneamente al control de estabilidad para lograr el máximo de aceleración y por ende los datos de torque y potencia.

Hay dos procedimientos para anular el control de estabilidad, uno es a través de la computadora de chequeo o “scanner” y la segunda a través de un procedimiento secuencial siguiendo estos pasos:

- 1) Se presiona el interruptor de encendido (BOTÓN POWER).
- 2) Se presiona tres veces el acelerador a fondo.
- 3) Se presiona una vez el pedal de freno a fondo.
- 4) Se coloca la palanca en posición neutral (N).
- 5) Se presiona nuevamente tres veces el acelerador a fondo.
- 6) Se presiona el botón de parqueo o parking (P)
- 7) Se presiona tres veces más el acelerador a fondo.
- 8) Se presiona una vez más el pedal de freno a fondo.
- 9) Se presiona el botón de encendido (POWER), asomando en el panel de instrumentos el texto “READY” en letras rojas y las palabras “MODO DE INSPECCIÓN” en color amarillo.

El control de estabilidad se activará automáticamente al encender el vehículo.

3.4.- Evaluación de gases de escape.

Estos son los valores obtenidos de la evaluación de los gases de escape según las condiciones establecidas por Cuenca-aire, dichas condiciones se anotan en la tabla 2 y 2.1 del ANEXO 1 para nuestro medio.

MEDICION DE GASES DE ESCAPE DEL TOYOTA PRIUS III GENERACION					
Número de revoluciones	Lambda	Porcentaje de CO*	Porcentaje de CO ₂ *	Porcentaje de O*	ppm HC*
1 070	1.00	0.01	13.8	0.03	21
2 500	1.012	0.01	13.5	0.26	20

*Volumen.

Factor λ (lambda) es la proporción de aire-combustible en peso

Tabla 7: Ensayo de medición de los gases de escape del PRIUS. 16 de agosto del 2011.

3.4.1.- Análisis de monóxido de carbono, dióxido de carbono, hidrocarburos.

La norma ecuatoriana INEN 2 204 (tabla 3, ANEXO 1) que controla las emisiones de los vehículos únicamente evalúa las emanaciones de Monóxido de Carbono (CO) e Hidrocarburos (HC), dicha norma exige que la medición en ralentí se la haga a 750 rpm, pero el vehículo no permite un funcionamiento normal a ese número de revoluciones, por lo que se hizo la medición a 1 070 y 2 500 rpm.

3.5.- Análisis de consumo de combustible del TOYOTA PRIUS.

Para el análisis del consumo de combustible de cualquier vehículo se debe considerar algunas variables como:

- Tipo de combustible.
- Velocidad a la cual se analiza.
- Tipo de conducción.
- Mantenimiento que ha recibido el vehículo.
- Uso de accesorios como el aire acondicionado o desempañador.
- Carga o peso con la cual se viaja.
- Presión de los neumáticos.

En general el vehículo híbrido se conduce igual que un vehículo convencional, y desde luego que consume menos combustible, pero hay varias técnicas de manejo que pueden optimizar aun más dicho consumo.

- 1) Monitoree el flujo de tránsito, si se observa que el tránsito empieza a detenerse se debe dejar de acelerar y empezar a frenar, no es necesario esperar a último momento para detener la marcha.
- 2) En tránsito lento acelere poco hasta obtener la velocidad requerida y luego suelte el acelerador para avanzar únicamente con la propulsión del motor eléctrico, el sistema híbrido puede mantener una velocidad de entre 30 a 50 km/h dependiendo de las condiciones.
- 3) Si las condiciones son favorables, se puede presionar el botón del modo de conducción ECO o incluso la EV para propulsar el vehículo únicamente con su motor eléctrico.
- 4) Utilice el indicador de sistema híbrido para optimizar el consumo promedio en ciertos trayectos.
- 5) Cuando sea posible, combine viajes cortos para evitar los arranques en frío.

- 6) Si se tiene que hacer varias paradas, diríjase primero al lugar más distante, con eso logramos que se caliente el convertidor catalítico y evitamos demasiadas “encendidas” del motor a gasolina.
- 7) Evite velocidades muy altas (sobre los 100 km/h), el consumo aumenta notoriamente sobre los 110 km/h.
- 8) Mantenga la correcta presión en los neumáticos, se genera mayor resistencia si el neumático tiene la presión muy baja, derivando en un aumento en el consumo.
- 9) Utilice el aire acondicionado y el desempañador solo en casos necesarios.
- 10) Evite transportar objetos innecesariamente, el peso adicional provoca mayor consumo de combustible. (unos 45 kg de carga puede consumir un 2% más de gasolina)
- 11) Los rieles del techo del carro o parrillas pueden consumir hasta un 5% más combustible por su resistencia al aire.
- 12) El correcto y periódico mantenimiento del vehículo no solo que disminuye el consumo de combustible, sino que aumenta el precio de reventa del mismo, como referencia un filtro sucio o tapado puede aumentar en un 10 % el consumo de combustible y un sensor como el de oxígeno por ejemplo puede llegar a aumentar el consumo hasta en un 40 % según la misma TOYOTA.
- 13) Inspeccione las emanaciones de su vehículo con frecuencia, aunque en nuestra ciudad es obligatoria dicha revisión en el Centro de Revisión Técnica Vehicular (CRTV).
- 14) Utilice un lubricante adecuado y el combustible con el octanaje recomendado por el fabricante con eso se reduce entre 1 y 2 % el consumo de combustible.
- 15) Revise periódicamente la alineación del carro, no solo que optimizará el consumo de neumáticos sino que reduce también el consumo de combustible.
- 16) Abastezca de combustible del carro en la hora del día en que la temperatura sea más fresca, pues el calor evapora el combustible.
- 17) No llenar el tanque de combustible a tope, porque eso genera vapores de combustible que se liberan al aire, aumentando la polución y el riesgo de incendios, los surtidores tienen su propio tope automático anti-polución (brinca la palanca de despacho dejando de salir el combustible).
- 18) Las condiciones climáticas pueden producir un mayor consumo de combustible, por ejemplo un viento fuerte en contra de la marcha del vehículo, o subir una pendiente resbalosa o de lodo va a requerir un mayor acelerado del motor.

- 19) El tránsito trabado o de horas pico producen mayor consumo de combustible por lo que se recomienda utilizar vías alternas y/o acomodar mejor los horarios de utilizar el carro.
- 20) Y desde luego darle un descanso al vehículo nunca esta demás, se puede caminar, utilizar una bicicleta o el transporte público.

Para determinar el consumo del TOYOTA PRIUS y tomando en cuenta todos estos consejos al transitar en carretera, se escogió como ruta la autopista Cuenca-Azogues (82 km ida y vuelta aproximadamente).

Para un recorrido mixto de ciudad y carretera se escogió la misma ruta pero esta vez utilizando la Panamericana Norte como regreso y un recorrido en el centro de la ciudad de Cuenca (65 km aproximadamente).

Y por último para un uso neto de ciudad se hizo un recorrido exclusivamente en el centro histórico de Cuenca (35 km aproximadamente).

Para realizar esta prueba se procedió a llenar el tanque de combustible con gasolina súper y se hizo el recorrido en las rutas establecidas, en carretera según la ley a 90 km/h (promedio) en el recorrido mixto a 70 km/h y de 35 km/h en la ciudad, luego se hizo la comparación entre el consumo que indica el fabricante y los resultados obtenidos en cada una de las rutas escogidas, a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo} = \frac{\text{carga de combustible (litros)}}{\text{recorrido (km)}} \times 100$$

El resultado es en litros/100km de recorrido.

CONSUMO DE COMBUSTIBLE DEL TOYOTA PRIUS		
	Según el fabricante	Prueba de ruta
Consumo neto en carretera (1litro/100 km)	4	3,8
Consumo combinado entre ciudad – carretera (1litro/100 km)	3,9	3,7
Consumo neto de ciudad (1litro/100 km)	3,9	3,6

Tabla 8: Consumo de combustible del PRIUS.

Fuente: dato obtenido en la prueba de ruta (11 de noviembre del 2011).

Claramente los resultados muestran un mejor desempeño, es decir, un menor consumo en la ruta neta de ciudad, donde generalmente en Cuenca con el tráfico trabado en un vehículo convencional presentaría un mayor consumo, debido a los “acelerones” y “frenazos” que continuamente se dan, por lo que, un automóvil híbrido sería el carro ideal para nuestra ciudad, evitando el consumo excesivo de combustible y la contaminación que eso implica, ya que la mayor parte del tiempo el vehículo funcionaría con el motor eléctrico, notándose incluso un menor consumo que el establecido por el fabricante.

3.6.- Análisis de emisión de ruido del TOYOTA PRIUS.

Los ruidos demasiado fuertes resultan dañinos para la salud porque pueden llegar a provocar lesiones físicas o emocionales, una exposición prolongada a un ruido puede causar la pérdida del oído, estrés, falta de sueño, dolor de cabeza, aparte de la obvia interferencia en las actividades humanas como la comunicación.

El nivel máximo de presión sonora es de 80 dB para vehículos de hasta nueve pasajeros, (categoría a la que pertenece el PRIUS), según la norma INEN y se observa en el ANEXO 1, tabla 8.

Ahora los datos obtenidos en pruebas de campo con respecto a contaminación acústica del PRIUS son:

Categoría	Descripción	NPS Máximo (dB)
Vehículos de Transporte de personas hasta 9 pasajeros incluido el conductor	Toyota PRIUS III generación	69

NPS. Niveles de presión sonora.

dB. Decibeles.- es una unidad logarítmica adimensional y matemáticamente escalar, es la décima parte de un belio, se usa para relacionar magnitudes acústicas y se denomina así en honor a Alexander Graham Bell.

Tabla 9: Ensayo de medición de ruido 16 de agosto del 2011.

La medición de ruido se la realizo a 2 500 rpm, bajo las condiciones que establece Cuenca-aire que son las que se anotan en la tabla 2 y 2.1 del ANEXO 1, para nuestro medio y como se puede observar se encuentra dentro del rango establecido por la norma vigente, claro que si tomamos en cuenta que al funcionar la parte eléctrica del PRIUS, estos niveles de ruido disminuyen aún más, siendo casi imperceptible.

CAPITULO IV.

ANALISIS DE RESULTADOS.

4.1.- COMPARACION DE DATOS OBTENIDOS CON LOS DATOS DEL FABRICANTE.

Las siguientes tablas se extrajeron de la norma INEN establecida en el ANEXO 1 de este estudio, donde se observa las condiciones ambientales y mecánicas usadas en la medición real del vehículo y que son las mismas que estipula Cuenca-aire para la evaluación de los gases de escape y ruido, estando vigentes hasta la fecha actual 20 de agosto del 2012; siendo estas:

Condiciones ambientales de funcionamiento	Factor Lambda λ	Entre 0 y 2
	Temperatura	Entre 5 y 40 °C
	Humedad relativa	Entre 0 y 90%
	Altitud	Hasta 3000msnm
	Presión	Entre 500 y 760 mm Hg

Tabla 10: Condiciones ambientales de funcionamiento para la evaluación de los gases y ruido de escape.

Fuente: Norma de Cuenca-aire vigente al 16 de agosto del 2011.

Condiciones mecánicas de funcionamiento	Velocidad de giro del motor	Entre 0 y 10 000 rpm
	Temperatura del aceite	Entre 0 y 150°C

Tabla 11: Condiciones mecánicas de funcionamiento para la evaluación de los gases y ruido de escape.

Fuente: Norma de Cuenca-aire vigente al 16 de agosto del 2011.

Dentro de estas condiciones de funcionamiento, la norma INEN 2204 establece:

Rangos de medición	Contaminante analizado	Rango de medición
	Monóxido de carbono (CO)	Entre 0 y 10%
	Dióxido de carbono (CO ₂)	Entre 0 y 16%
	Oxígeno	Entre 0 y 21%
	Hidrocarburos no combustiónados	Entre 0 y 5000 ppm

Tabla 12: Norma INEN 2204, límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres de gasolina.

Fuente: Norma de Cuenca-aire vigente al 16 de agosto del 2011.

Los valores reales obtenidos del TOYOTA PRIUS III generación son:

MEDICION DE GASES DE ESCAPE DEL TOYOTA PRIUS III GENERACION					
Numero de revoluciones	λ	Porcentaje de CO*	Porcentaje de CO ₂ *	Porcentaje de O*	ppm HC*
Ralentí	1.00	0.01	13.8	0.03	21
2500	1.012	0.01	13.5	0.26	19

*Volumen.

Tabla 13: Medición de los gases de escape del Toyota PRIUS.

Estos resultados se obtienen tomando en cuenta que el vehículo analizado es el TOYOTA PRIUS III generación de prueba de Importadora Tomebamba o "TEST DRIVE" usado para exhibiciones o por los potenciales clientes antes de adquirir un modelo PRIUS, al momento de la prueba tiene aproximadamente 11 600km de recorrido.

Explicando brevemente el factor LAMBDA cuyo símbolo es la letra griega " λ ", es la proporción de aire/combustible (en peso) en forma de mezcla que entra al cilindro del motor, comparada con la relación estequiométrica ideal de 14,7 partes de aire por 1 de gasolina; por ejemplo, si la proporción es de 15,5 partes de aire por 1 de gasolina el factor lambda es de 1,05 siendo una mezcla pobre lo que repercute en bajas emisiones de CO y HC pero no en un par motor o torque ideal; y en el caso contrario

una relación de $13,5/14,7=0,92$ en este caso es una mezcla rica, el torque o par motor es mayor pero a costa de un alto consumo de combustible y excesivas emisiones.

En la tabla 12 el factor lambda es de 1.00 en ralentí siendo la relación ideal de 14,7 a 1, y a 2 500rpm la relación es de 1,012 por lo que la relación es de 14,87 a 1.

Las condiciones para medir los gases de escape son las mismas que establece Cuenca-aire y que ya fueron detalladas en las tablas 9 y 10.

Comparando los datos reales obtenidos del vehículo con la Norma INEN y los límites de Cuenca-aire con los datos reales del vehículo:

Contaminante analizado	Norma INEN	Cuenca-aire	Ralentí	A 2500 rpm
Monóxido de carbono (CO)	1 %	1,5 %	0,01 %	0,01 %

Tabla 14: Medición de CO en los gases de escape del Toyota PRIUS.

Claramente la medición real de CO del vehículo TOYOTA PRIUS en Cuenca supera las normas establecidas tanto por la Norma INEN como por la Norma de Cuenca-aire.

En cuanto a los límites con respecto a CO₂ la Norma Ecuatoriana INEN aun no establece límites, por lo que se hace una comparación con la Norma Europea:

Contaminante analizado	Norma Europea	Medición real en Ralentí	Medición real a 2500 rpm
Dióxido de carbono (CO₂)	160 gr/km	90 gr/km	131,05 gr/km

Tabla 15: Medición de CO₂ en los gases de escape del Toyota PRIUS.

Al ser el TOYOTA PRIUS un vehículo comercializado a nivel mundial debe cumplir con las normas más estrictas de todos los continentes, una de estas es la Norma Europea, donde supera por mucho lo establecido tanto en ralentí como a 2 500 rpm.

En la evaluación de los hidrocarburos no combustionados se determinó que:

Contaminante analizado	Norma INEN	Cuenca- aire	Ralentí	A 2500 rpm
HC	200 ppm	400 ppm	21 ppm	19 ppm

Tabla 16: Medición de HC en los gases de escape del Toyota PRIUS.

En cuanto a la emisión de HC el TOYOTA PRIUS demostró ser un vehículo “ecológico” al lanzar al medio ambiente un mínimo de 19 partes por millón (ppm) cuando la exigencia de Cuenca-aire es de 400 ppm, superando ampliamente el límite establecido para Cuenca.

En la siguiente tabla se muestra el consumo de combustible donde se compara los datos obtenidos en una prueba de ruta con los datos del fabricante, para esta prueba se estableció las condiciones, recomendaciones y la ruta ya determinadas, además de los cálculos de obtención de los resultados, y que han sido anotadas en las página 79 de este estudio.

CONSUMO DE COMBUSTIBLE DEL TOYOTA PRIUS		
	Según el fabricante	Prueba de ruta
Consumo neto en carretera (1 litro/100 km). Ruta Cuenca-Azogues	4	3,8
Consumo combinado entre ciudad – carretera (1 litro/100 km) Ruta Azogues-Cuenca y centro histórico de Cuenca	3,9	3,7
Consumo neto de ciudad. (1 litro /100 km) Ruta exclusivamente en el centro histórico de Cuenca	3,9	3,6

Tabla 17: Ensayo realizado en una prueba de ruta con fecha 11 de noviembre del 2011. Comparación del consumo de gasolina entre el dato del fabricante y el valor real obtenido en nuestro medio.

El consumo de combustible en nuestro medio y en los tres tipos de rutas establecidas fue mejor que el establecido por el fabricante, la diferencia es mínima pero se puede determinar que el TOYOTA PRIUS tiene mejor rendimiento en cuanto a consumo de gasolina en la ciudad de Cuenca que lo establecido en su lugar de fabricación.

En la prueba de contaminación acústica el reglamento para este tipo de vehículos según Cuenca-aire es:

Categoría	Descripción	NPS Máximo (dB)
Vehículos	Transporte de personas hasta 9 pasajeros	80

NPS. Niveles de presión sonora.

dB. Decibeles

Tabla 18: Nivel máximo de ruido para fuentes móviles.

Fuente: Norma de Cuenca-aire vigente al 16 de agosto del 2011.

Mientras que el dato real obtenido de la prueba es:

Vehículo	NPS Máximo (dB)
TOYOTA PRIUS III generación	69

NPS. Niveles de presión sonora.

dB. Decibeles

Tabla 19: Nivel máximo de ruido obtenido del PRIUS.

Y el dato dado por el fabricante es:

Vehículo	NPS Máximo (dB)
TOYOTA PRIUS III generación	69

NPS. Niveles de presión sonora.

dB. Decibeles

Tabla 20: Nivel máximo de ruido para fuentes móviles.

Fuente: Toyota del Ecuador.

Cabe recalcar que esta medición se hizo a 2 500 rpm con el motor térmico en funcionamiento, pues la emisión de ruido únicamente con el motor eléctrico en funcionamiento es de 20 dB que equivale al ruido por ejemplo de una biblioteca y se puede decir que es prácticamente imperceptible, las condiciones de funcionamiento siguen siendo las mismas que establece Cuenca-aire, anotadas en las tablas 10 y 11 de este estudio.

El valor real obtenido de contaminación acústica del TOYOTA PRIUS como en todos los aspectos medidos son indiscutiblemente mejorados en comparación con las normas establecidas por INEN y por Cuenca-aire e incluso son mejores que los datos dados por el fabricante.

Únicamente en el valor de contaminación acústica coinciden el número obtenido de la medición real en Cuenca y el valor dado por el fabricante.

4.2.- Ventajas y desventajas que presenta el TOYOTA PRIUS en Cuenca.

El TOYOTA PRIUS III generación presenta las siguientes ventajas:

- Permite aprovechar al máximo la energía cinética obtenida de los frenos regenerativos (TOYOTA estima en un 30 %), esta energía en los vehículos convencionales simplemente se desperdicia.
- La disminución de la contaminación por ruido, llegando a ser prácticamente nula cuando funciona el motor eléctrico.
- El uso combinado de un motor térmico y un motor eléctrico provoca un menor consumo de combustible y una disminución de la contaminación, en especial en el centro histórico donde se concentra la mayor parte del tráfico vehicular.
- Según TOYOTA, el vehículo puede ser reciclado en un 85%, luego de su vida útil.
- El plástico utilizado en su fabricación es ecológico, dado que en parte es obtenido de plantas.
- El fabricante manifiesta que el PRIUS en su producción utiliza 5,7 kg de material reciclado para la isonorización del vehículo.
- TOYOTA logró reducir en un 65% la contaminación durante el proceso de fabricación del PRIUS.
- El costo de uso (por el ahorro de gasolina) y mantenimiento del PRIUS se reduce considerablemente, dado que la parte híbrida no necesita ningún mantenimiento a lo largo de su vida útil, y ciertas partes mecánicas como frenos ven reducido su desgaste gracias al freno regenerativo.
- Mejor autonomía y desempeño que un auto eléctrico.
- Largo tiempo de almacenaje de energía en su batería.
- Dado que no todo el tiempo funciona el motor térmico se puede alargar el tiempo de cada cambio de aceite evitando la contaminación que dicho cambio genera.
- Su diseño permite un motor térmico más pequeño, dado que el motor eléctrico suma potencia.

- Una conducción confortable y suave, sin aceleraciones repentinas como las que se sienten en los vehículos convencionales en el momento de hacer el cambio de una marcha a otra.
- Vehículo cómodo en cuanto a tamaño y velocidad, la tendencia de la gente es pensar que los vehículos “ecológicos” son pequeños y lentos, en el caso del PRIUS no es así, es un auto familiar cómodo tanto en viajes como en ciudad y su velocidad llega a 100 km/h en solo 10,4 segundos por lo que tampoco es lento.

En contraparte el TOYOTA PRIUS III generación presenta las siguientes desventajas:

- El uso de un refrigerante especial (sin silicio, amina, nitrato, borato) en base a etilenglicol, este refrigerante no es el mismo que usa el motor térmico y va en otro circuito independiente para la Unidad de Control del Sistema Híbrido.
- Toxicidad en la batería de la parte híbrida debido al ION-LITIO que usan en su interior, no se pueden reciclar como las baterías comunes de plomo, aunque en teoría no necesita ser reemplazada, su vida útil esta prevista hasta el desgüese del carro.
- Únicamente un técnico calificado puede dar mantenimiento (solo en caso de ser necesario) a la batería de la parte híbrida, aunque no está previsto en el plan de mantenimiento su revisión.
- El uso de metales como Neodimio, lantano, que lastimosamente no se pueden conseguir fácilmente, y la producción no abastece la demanda.
- Aún en Cuenca no hay mecánicos capacitados para reparar un vehículo híbrido.

CAPITULO V.

MANTENIMIENTO, REPUESTOS, SATISFACCIÓN DEL CLIENTE.

5.1.- MANTENIMIENTO RECOMENDADO POR EL FABRICANTE Y COSTOS.-

Todas las máquinas necesitan de mantenimiento ya sea preventivo o correctivo a lo largo de su vida útil, los automóviles no son la excepción, desde luego que esto implica costos de mano de obra y repuestos, pero se puede optimizar dicho mantenimiento para obtener buenos resultados con menores gastos.

Durante los chequeos de rutina lo que busca el propietario es la puesta a punto de su vehículo, este es un proceso técnico–mecánico cuyo objetivo es recuperar o mantener la eficiencia del auto, obviamente esto implica el reemplazo de piezas que durante su uso perdieron sus características ideales.

En los vehículos convencionales se recomienda el cambio por ejemplo del filtro de combustible y las bujías cada 20 000 km de uso, en el PRIUS, TOYOTA ha optimizado estas partes con el objeto de que su cambio no sea tan frecuente (cada 80 000 km), esto repercute en un ahorro en el costo de mantenimiento.

Existen otras partes a las que no se les puede alargar la vida útil pues de ello depende el correcto funcionamiento del motor, como por ejemplo el filtro de aire, su función es retener el polvo y en general la suciedad presente en el aire para no permitir su ingreso a los cilindros del motor; sea o no el vehículo un híbrido se debe cambiar cada 20 000 km., y una limpieza cada 5 000 km., pues su vida útil depende directamente del ambiente donde se rueda (ya sean caminos polvorientos o autopistas).

El filtro de aceite tiene que ser reemplazado cada 5 000 km máximo de uso en vehículos convencionales, el filtro original TOYOTA puede ser reemplazado cada 10 000 km.

En la siguiente tabla se detalla el mantenimiento que exige TOYOTA específicamente para su modelo PRIUS:

5.1.- Mantenimiento recomendado por el fabricante y costos.

TABLA DE MANTENIMIENTO DEL TOYOTA PRIUS																					
Mantenimiento en km X 1000	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Chequeo luces, plumas, accesorios.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Inspección de daños	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Chequeo de frenos, regulación, cambio			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X
Inspección visual de frenos	X	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Chequeo presión, desgaste de ruedas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cambio de filtro de aceite		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cambio de arandela de aceite	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cambio de aceite de motor	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cambio aceite WS (WorldSpec o mundial especificado) caja CVT																	X				
Cambio de refrigerante de motor																	X				
Cambio de refrigerante de convertidor																	X				
Cambio de líquido de frenos								X									X				
Cambio de filtro sumergible																	X				
Cambio de bujías (platino o iridio)																	X				
Engrasar cojinetes de punta de eje								X									X				
Inspección de filtro de aire	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X		X	X	X		X	X	X	
Cambio de filtro de aire					X				X				X				X				X
Inspección de filtro del Aire Acondici.			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X
Limpieza del cuerpo de admisión			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X
Insumos		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Chequeo de niveles.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PRECIOS+IVA+REPUESTOS+INSUMOS (usd)	33,75	72,95	93,11	72,95	120,5	72,95	93,11	72,95	142,5	72,95	93,11	72,95	120,5	72,95	93,11	72,95	490,87	72,95	93,11	72,95	120,5

TOTAL COSTO DE MANTENIMIENTO: 2 223,63usd

El valor total del mantenimiento entre los 1 000 y 100 000km es de 2 223,63 usd se obtiene de la suma de los costos de cada chequeo, detallados en esta tabla en color morado.

Tabla 21: Mantenimiento y costos del TOYOTA PRIUS.

Fuente: Toyota del Ecuador.

MANTENIMIENTO EN km X 1000	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
Limpieza de inyectores						X				X				X				X				
Rotación y balanceo			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Alineación			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Cambio de filtro de calefacción o Aire Acondicionado									X								X					

LOS VALORES DE MANTENIMIENTO SON IGUALES EN TODOS LOS PUNTOS DE SERVICIO TOYOTA AUTORIZADOS DEL ECUADOR.

PRECIOS INCLUYEN IVA, MANO DE OBRA, INSUMOS Y REPUESTOS PREVISTOS EN EL MANTENIMIENTO NORMAL, PERO NO INCLUYEN EL COSTO DE REPUESTOS ADICIONALES COMO EMBRAGUES, SUSPENSIONES NI FRENOS.

Tabla 21.1: Mantenimiento opcional del TOYOTA PRIUS.

Fuente: Toyota del Ecuador.

Luego de analizar una muestra de aceite extraído del motor (1/8 de galón aproximadamente) del TOYOTA PRIUS, objeto de este estudio, se pudo determinar que luego de 7 000km de uso el aceite aún mantenía sus características, por lo que podríamos hacer el cambio de aceite cada 7 000km sin riesgo de dañar el motor, con esto abarataríamos costos.

Además TOYOTA especifica que el filtro de aceite puede ser reemplazado cada dos cambios (10 000 km), cuando en nuestro medio lo que se hace es con cada cambio de aceite el cambio del filtro (5 000km)

Tomando en cuenta estas recomendaciones la tabla de mantenimiento recomendada por el fabricante la podemos variar para un mantenimiento sugerido para nuestro medio, donde varía primordialmente el kilometraje de cada cambio de aceite, además de ciertas partes, piezas y fluidos que dicho cambio implica, por lo tanto la tabla quedaría así:

5.2.- Mantenimiento sugerido para nuestro medio y costos.

TABLA DE MATENIMIENTO SUGERIDO PARA EL TOYOTA PRIUS															
Mantenimiento en km X 1000	1	8	15	22	29	36	43	50	57	64	71	78	85	92	99
Chequeo luces, plumas, accesorios, estándar	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Inspección de daños	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Chequeo de frenos, regulación, cambio		X		X		X		X		X		X		X	
Inspección visual de frenos	X		X		X		X		X		X		X		X
Chequeo de presión y desgaste de neumáticos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cambio de filtro de aceite		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cambio de arandela de aceite		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cambio de aceite de motor	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cambio de aceite WS caja CVT															
Cambio de refrigerante de motor															
Cambio de refrigerante de convertidor															
Cambio de líquido de frenos							X					X			
Cambio de filtro sumergible												X			
Cambio de bujías (platino o iridio)												X			
Engrasar cojinetes de punta de eje							X					X			
Inspección de filtro de aire	X	X	X		X	X		X		X	X		X	X	
Cambio de filtro de aire				X			X		X			X			
Inspección de filtro de la calefacción o AC		X		X	X		X	X	X		X	X		X	X
Limpieza del cuerpo de admisión		X		X	X		X	X	X		X	X		X	X
Insumos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Chequeo de niveles, líquido de freno, dirección, suspensión, refrigerante, limpiaparabrisas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PRECIOS+IVA+REPUESTOS+INSUMOS (usd)	33,75	72,95	72,95	120,5	93,11	72,95	142,5	93,11	120,5	72,95	93,11	429,1	72,95	93,11	120,5

Tabla 22: Mantenimiento y costo sugerido para TOYOTA PRIUS.

Costo total para mantenimiento sugerido: 1 703,74usd

Dado que muchas fallas en vehículos y maquinaria en general es debido a problemas con la lubricación, se debe seguir ciertas técnicas predictivas para controlar dichas fallas, lográndose mayor productividad, menores costos de mantenimiento y evitando daños. El análisis espectroquímico o análisis de la composición del aceite es un excelente método para determinar el correcto funcionamiento de las máquinas.

Este tipo de análisis resulta conveniente para flotas de vehículos de trabajo, ya sean camiones, buses o taxis, ya que, un solo ensayo no deja ver resultados, es la secuencia de análisis lo que genera un dictamen para uso y mantenimiento de los vehículos. En el caso del ensayo del TOYOTA PRIUS, se tomaron los valores originales del aceite nuevo y se comparó con los valores del aceite usado determinándose que luego de 5 000 km aún mantenía sus características, en el segundo ensayo a los 7 000 km se determinó que había perdido varias de sus características hasta casi llegar al límite de la viscosidad permitida, por lo que se podría decir que si se puede extender el cambio de aceite hasta 7 000 km, claro que hay que tomar en cuenta si otros elementos como el filtro soporte tal kilometraje sin saturarse, en el caso del filtro original TOYOTA soporta hasta dos cambios de aceite, por lo que no tendría problema en soportar los 7 000 km de recorrido con un solo filtro.

Los resultados del aceite usado en el PRIUS luego de 5 000km se observan en la siguiente tabla:

ANALISIS ESPECTROQUIMICO DEL ACEITE		
Uso: NORMAL	Fecha: 1 de agosto 2011	Cantidad: 1/8 de galón
Hierro		7 ppm
Cromo		0 ppm
Plomo		3 ppm
Cobre		0 ppm
Estaño		0 ppm
Aluminio		1 ppm
Plata		0 ppm
Níquel		0 ppm
Silicio		2 ppm
Boro (aditivo)		1 ppm
Sodio		0 ppm
Magnesio (aditivo)		14 ppm
Cadmio		3 283 ppm
Berilio		0 ppm
Fosforo (aditivo)		1 276 ppm

Zinc (aditivo)	1 391 ppm	
Molibdeno (aditivo)	1 ppm	
Titanio	0 ppm	
Vanadio	0 ppm	
Potasio	0 ppm	
Viscosidad	frio cSt	caliente cSt
Aceite 15 w 40 API SL	15,42	13,27

cSt o centistoke.- es la unidad de medida de la viscosidad y equivale a la densidad del agua a 20°C exactamente 1,0038cSt

Tabla 23: Metales presentes e índice de viscosidad en el ensayo de aceite de 5 000 km.

Fuente: Ensayo realizado en el laboratorio AZENDE CORPORACIÓN distribuidor de lubricantes Shell para en Ecuador con fecha 1 de agosto del 2011.

La presencia de cada uno de estos metales significa:

Hierro.- producto de la fricción, desgaste o herrumbre entre: anillos, árbol de levas, engranajes, cadena de la distribución, guías de válvulas, y bielas.

Cobre.- El cobre proviene de cojinetes, bujes, guías de válvulas y bujes de bielas.

Plomo: El plomo proviene de cojinetes, bujes de bielas. También puede llegar en la gasolina.

Aluminio: Las partículas de desgaste de aluminio provienen de los cojinetes, bujes y pistones o sus faldas.

Cromo: El cromo proviene de la camisa, las válvulas de escape, los anillos, y algunos cojinetes. El desgaste de cromo normalmente se origina con la contaminación del aceite.

Estaño: El estaño viene de las aleaciones de metales en los cojinetes y bujes. Estos dependen 100% de la lubricación hidrodinámica.

Plata: el uso de lubricantes con Zinc causará corrosión de plata.

Molibdeno: El molibdeno puede ser un aditivo anti-desgaste y anti-oxidante, pero puede ser producto del desgaste de anillos en ciertos motores.

Los niveles normales de desgaste presentan los valores marcados en la siguiente tabla, valores más altos indicarían un desgaste prematuro en las partes mencionadas con cada metal.

LIMITES DE DESGASTE NORMAL.		
Elemento	Valor normal en ppm	Comentario
Silicio	2 a 10 ppm	Valores mayores a 10 ppm significa desgaste prematuro
Hierro	2 a 50 ppm	Motores pequeños de 2 a 15 ppm, motores grandes de

		10 a 50 ppm
Cromo	1 a 8 ppm	Depende de la cantidad de cromo presente en las piezas del motor
Aluminio	2 a 15 ppm	Si el motor tiene el bloque de aluminio mostrará más partículas de aluminio que de hierro y viceversa
Cobre	2 a 5 ppm	La mayoría de motores suele llegar a casi el límite de 5 ppm
Sodio	0 a 10 ppm	Depende del combustible y el medio ambiente, valores mayores indican presencia de agua
Plomo	2 a 10 ppm	Falta viscosidad o el motor no se ha usado en un largo tiempo.

Viscosidad	Normal frío cSt	Normal caliente cSt
Aceite 15 w 40 API SL	14,02 a 16,29	12,49 a 13,98

Tabla 24: Límites de desgaste e índice de viscosidad normal.

Fuente: AZENDE CORPORACIÓN distribuidor de lubricantes Shell para en Ecuador.

La siguiente tabla muestra los resultados del análisis luego de los 7 000 km.

ANALISIS ESPECTROQUIMICO DEL ACEITE		
Uso: NORMAL	Fecha:26 de diciembre 2011	Cantidad: 1/8 de galón
Hierro		8 ppm
Cromo		0 ppm
Plomo		4 ppm
Cobre		1 ppm
Estaño		0 ppm
Aluminio		2 ppm
Plata		0 ppm
Níquel		0 ppm
Silicio		4 ppm
Boro		2 ppm
Sodio		0 ppm
Manganeso		20 ppm
Cadmio		2 028ppm
Berilio		0 ppm
Fosforo		896ppm

Zinc	859 ppm
Molibdeno	3 ppm
Titanio	0 ppm
Vanadio	0 ppm
Potasio	0 ppm

Viscosidad	Normal frio cSt	Normal caliente cSt
Aceite 15 w 40 API SL	14,38	12,52

Tabla 25: Metales presentes e índice de viscosidad en el ensayo de aceite de 7 000 km.

Fuente: Ensayo realizado en el laboratorio AZENDE CORPORACIÓN distribuidor de lubricantes Shell para en Ecuador con fecha 26 de diciembre del 2011.

5.3.- Repuestos.

Durante su vida útil todas las máquinas requieren cada cierto tiempo de uso, el cambio de piezas por desgaste o simplemente por precaución, los automóviles sean o no híbridos requieren también de este cambio de piezas.

Específicamente en el caso del TOYOTA PRIUS III generación y de acuerdo a la tabla 21, el mantenimiento necesario y el costo de reemplazar repuestos y/o fluidos es:

KILOMETRAJE x 1000	REPUESTOS	COSTO	INSUMOS, MANO DE OBRA, COSTO DE CADA CHEQUEO	SUMA DE LOS COSTOS DE LOS CHEQUEOS
1	Arandela, tapón del carter.	0,97	33,75	33,75
	Un galón de aceite 15w40	24,36		
5,15,25,35,45,	Filtro de aceite del motor.	9	72,95	729,5
	Arandela, tapón del carter.	0,97		
	Un galón de aceite	24,36		
10,30,50,70,90	Filtro de aceite del motor.	9	93,11	465,55
	Arandela, tapón del carter.	0,97		
	Un galón de aceite	24,36		
20,60,100	Filtro de aceite del motor.	9	120,5	361,5
	Arandela, tapón del carter.	0,97		

	Un galón de aceite	24,36		
40000	Filtro de aceite del motor.	9	142,46	142,46
	Arandela, tapón del carter.	0,97		
	Un galón de aceite	24,36		
	Cambio de líquido de frenos.	59		
80000	Filtro de aceite del motor.	9	490,87	490,87
	Arandela, tapón del carter.	0,97		
	Un galón de aceite.	24,36		
	Cambio de aceite de la caja 6,5 l	44,71		
	Cambio de refrigerante de convertidor 2,1 litros	17,06		
	Cambio de refrigerante del motor 6,5 litros.	44,71		
	Cambio de líquido de freno.	59		
	Cambio de bujías de iridio.	81,16		
	Cambio de filtro de aire.	19,66		
	COSTO TOTAL	2 223,63		

Tabla 26: Piezas de recambio del TOYOTA PRIUS y mano de obra con costos.

Fuente: Toyota del Ecuador.

5.4.- OPINION Y SATISFACION DEL CLIENTE.

Las opiniones generadas por los poseedores o conductores de un PRIUS III generación son:

POSITIVO

- Yo soy bastante ecologista y me gusta pensar siempre en el medio ambiente pero mi vida cotidiana me obliga a usar un vehículo, si hubiese un auto netamente eléctrico lo usaría pero lastimosamente eso es un paso que está aún lejos de darse, al menos en nuestro medio. De momento creo que la mejor opción para no sentir cargo de conciencia al conducir un carro es el TOYOTA PRIUS.

- Al principio fue raro, en general el PRIUS es muy diferente a los vehículos convencionales; por ejemplo, al encender el carro no se escuchaba ningún ruido, parecía que no estaba encendido, entre otras diferencias muy notables que simplemente informándose de las propiedades del vehículo uno llega a disfrutar y luego ya te acostumbras a un carro de excelentes características.
- Parece muy complejo con muchos botones, pero cuando me explicaron me di cuenta de que el conductor no tiene que hacer nada más que acelerar, girar el volante y seleccionar el modo de conducción "Power", "Eco" o "EV".
- Es genial al acelerar no sentir enviones que en otros vehículos así sean automáticos se sienten.
- El hecho de que tenga en la pantalla estadísticas del consumo de combustible me gusta porque siempre me impongo el reto de consumir menos, es un incentivo al ahorro y a no contaminar.
- Es muy confortable, la suspensión es muy suave, dentro de la cabina no hay ruidos de otros vehículos ni del propio motor.
- Uno necesita adaptarse al frenado regenerativo que es distinto al freno de vehículos convencionales.
- No me interesa el consumo, la contaminación, los problemas que haya tenido la fábrica o la marca TOYOTA, siempre tuve un TOYOTA y son de excelente calidad, no molestan en nada.

NEGATIVO

- No me gusta esa especie de puente en la consola central donde va la palanca de cambios, ocupa mucho espacio, y debajo simplemente tiene un hueco, no le veo muy funcional.
- No es buena la visibilidad posterior a través del retrovisor interno, esa forma del parabrisas posterior muy inclinado no me permite ver bien.
- La inclinación del parabrisas posterior no permite llevar muchas cosas en el maletero, porque el espacio se ve reducido por la batería híbrida.
- No me gusta los tapacubos en un aro de aleación.
- El costo es alto, a pesar de que no paga impuestos, pero es el más barato de los híbridos.

5.5.- Problemas generados a nivel mundial en torno a TOYOTA y su efecto en nuestro medio.

Hace poco tiempo se generó una serie de noticias con respecto a fallas que se presentaron en ciertos modelos TOYOTA, de los cuales algunos los ha aceptado la fábrica como errores propios y ha llamado a revisión a miles de vehículos para la corrección respectiva sin ningún costo, en otros casos se retiró de circulación los modelos involucrados y en otros casos se trata de mala publicidad

generada por otras marcas en desleal competencia, a pesar de estos inconvenientes TOYOTA apenas descendió a un tercer puesto en ventas a nivel mundial después de haber liderado ya varios años, y no es debido a las fallas presentadas en los vehículos sino a la reducción en su producción por el desastre natural del tsunami y terremoto dado en el Asia, que afectó a gran parte de la fábrica, lo que también es un problema grave que presentó la marca, lo que haría pensar que, de no haberse dado estos desastres naturales, TOYOTA mantendría su primer lugar en cuanto a ventas a nivel mundial.

Los problemas presentados en los vehículos fueron:

- Acelerador defectuoso.- en vehículos fabricados y vendidos en Estados Unidos se presentaron quejas sobre el acelerador electrónico, siendo la responsable la compañía estadounidense “autopartes CTS” encargada de fabricar dicha pieza no solo para TOYOTA sino para CITROEN y PEUGEOT, viéndose afectados los tres fabricantes, y sus modelos TOYOTA AYGO, CITROEN C1, PEUGEOT 107.



Figura 56: Vehículos afectados por fallas en el acelerador electrónico.

Fuente: diario El País - AGENCIAS - Madrid / Washington - 01/02/2010.

La falla que presentaba dicho acelerador era que se volvía duro al presionarlo y al dejar de accionarlo sufría trabas en su retorno manteniendo la aceleración en ciertos instantes luego de que el conductor dejaba de accionar el pedal, este defecto se presentaba por un desgaste prematuro. TOYOTA reemplazó en una de las campañas más grandes a nivel mundial este defecto por otro acelerador rediseñado, este inconveniente se presentó en modelos ensamblados únicamente en Estados Unidos.

Cabe recalcar que aunque TOYOTA asumió este error nunca se demostró en todas las investigaciones hechas, que el acelerador electrónico “disfuncional” representara un riesgo

fehaciente, la campaña de cambio de acelerador se la realizó por precautelar la seguridad de los propietarios de los modelos involucrados, es por eso que las otras dos compañías afectadas CITROEN y PEUGEOT, nunca hicieron ningún tipo de chequeo a sus modelos, entre los modelos llamados a revisión por TOYOTA no se encontraba el PRIUS.

- Acelerador trabado con la moqueta.- en vehículos ensamblados en Estados Unidos se presentó otra falla donde el pedal del acelerador se atascaba con la alfombra del vehículo, este defecto no tiene nada que ver con el anterior, sin embargo TOYOTA hizo una campaña de cambio de alfombra en los modelos involucrados. Cabe recalcar que por este defecto tampoco se presentó ningún tipo de accidente ni tampoco estaba incluido el PRIUS.
- Defecto en los frenos.- TOYOTA reconoció que varios de sus modelos híbridos presentaban fallas en los frenos, entre los cuales se cuenta al PRIUS, la falla era que el vehículo reaccionaba con lentitud cuando hacía frío extremo (invierno en Estados Unidos), se retiró del mercado cerca de 400 000 vehículos, 147 000 en Estados Unidos, y 223 000 en Japón.
- Otro defecto en los frenos es que el PRIUS utiliza dos sistemas de freno para detenerse (regenerativo y convencional), el software encargado de controlar su activación presenta cierta “descalibración” el momento que se acciona el pedal del freno y el vehículo cae en un hueco o socavón, en ese instante el carro durante fracciones de segundo da una sensación de acelerarse en vez de frenar. La Agencia Nacional para la Seguridad en la Carretera de Estados Unidos (NHTSA, por su siglas en inglés) dijo que ha recibido 124 quejas de consumidores relacionadas con la pérdida temporal de frenada sobre carreteras irregulares y que en cuatro casos el problema pareció causar accidentes.
- Problema de dirección asistida.- TOYOTA retiró 7 300 sedanes Camry en Estados Unidos debido a un conducto del sistema de dirección asistida que puede entrar en contacto con un conducto del sistema de frenos delantero y causar un agujero en éstos, dando lugar a posibles fugas del circuito. Este defecto no afectó al PRIUS.
- El mayor problema para TOYOTA fue la caída de su imagen, claro que hay que tomar en cuenta que no hay fabricante de automóviles que se salve de las llamadas a revisión o campañas de chequeo, el problema radica en que a TOYOTA se le ha hecho una campaña de publicidad negativa con el objeto de desmejorar su liderazgo a nivel mundial en cuanto a ventas, el fabricante japonés ha hecho de la calidad y la seguridad su bandera, y ahora se encuentra con la difícil imagen de haber hecho frente a dos masivas campañas de servicio que ya sumaron 8,1 millones de unidades revisadas en todo el mundo, llevando a que la fiabilidad de sus modelos se encuentre en tela de juicio.

CONCLUSION.-

Después de realizada la evaluación técnica del desempeño y prestaciones del vehículo TOYOTA PRIUS III generación en la ciudad de Cuenca se obtuvo como conclusión que:

- Los datos de medición de gases de escape, pruebas de ruido y maniobrabilidad, consumo de combustible, torque y potencia hechos en Cuenca, superan en todos los aspectos a los datos dados por el fabricante.
- El mantenimiento de los autos híbridos dentro de los primeros 100 000 km es más económico que en un auto convencional, pero una vez hecho este estudio se determinó que se puede optimizar más aun el mantenimiento abaratando así los costos.
- Dentro de la evaluación de emisiones de gases de escape y ruido del TOYOTA PRIUS III GENERACIÓN en la ciudad de Cuenca se determinó que el vehículo superó los valores de las normas establecidas en el Ecuador por el INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION (INEN).

RECOMENDACIONES.-

El uso de vehículos menos contaminantes evita el deterioro de la calidad del aire y por ende la calidad de vida de los cuencanos, por este motivo me permito recomendar:

- A los organismos e instituciones estatales motivar la adquisición de vehículos híbridos mediante la disminución de aranceles o estableciendo planes de renovación vehicular.
- A los concesionarios mejorar los planes de financiamiento o cualquier tipo de estrategia con el fin de facilitar la adquisición de este tipo de vehículos.
- La capacitación de los mecánicos automotrices en el arreglo de autos híbridos con el objeto de generar una competencia sana entre talleres autorizados y no autorizados con el fin de abaratar costos en cuanto a mano de obra.
- En cuanto a las normas con las cuales ya se trabaja en Cuenca-aire, que son la 2204 y 2202 del INEN se deben revisar y exigir parámetros más estrictos, porque según el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC) en promedio hay un automóvil por cada 3 habitantes en el cantón Cuenca, y año a año aumenta el parque automotor, de seguir creciendo estas estadísticas continuará el deterioro de la calidad del aire, afectando a toda la población.

- Dado que el tema ambiental nos afecta a todos se debe promover medios alternativos de transporte entre los cuencanos.
- Proporcionar a través de los concesionarios y talleres autorizados información a sus clientes con el objeto de que cada vehículo en Cuenca sea o no híbrido se conduzca con el menor consumo y el mejor mantenimiento, evitándose la contaminación excesiva.

BIBLIOGRAFIA:

-**HAY Edward.** Justo a tiempo/ Editorial Norma. Barcelona. 2008.

-**HERNÁNDEZ Roberto, FERNÁNDEZ Carlos, BAPTISTA Pilar.** Metodología de la investigación/ McGraw-Hill/ cuarta edición. 2002

-**JÉRVES COBOS, Rubén Fernando.** Contaminación atmosférica y control de emisiones al aire/ Universidad Politécnica. Modulo IV. 2006

-**OROZCO, Carmen; PÉREZ, Antonio; GONZALES, María.** Contaminación ambiental: Una visión desde la química /International Thomson Editores Spain. 2003.

-**PETROECUADOR.** Informe de la calidad del aire en la ciudad de Quito/ Quito. 2003.

-**ROBERTS Alley.** Manual de control de calidad del aire/Mcgraw-Hill. 2001.

-**STRAUSS, W.** Contaminación del aire, efectos y soluciones. Editorial Trillas. México. 2001.

-**TOYOTA 2010.** Manual de reparación del TOYOTA PRIUS.2010

-**TOYOTA 2010.** Guía del propietario TOYOTA PRIUS.2010

-**UNIVERSIDAD DE CUENCA.** Contaminación ambiental/ Cuenca. 2006.

REFERENCIAS ELECTRONICAS.-

-**Gases y partículas contaminantes.**

<http://www.accionecologica.org>.

Con acceso 8 de octubre 2011

-**Combustión ideal de la mezcla estequiometrica.**

-**Tipos de gases.**

<http://www.as-sl.com/pdf/combustión.pdf.html>.

Con acceso 4 de febrero 2012

-**Evolución y composición de los carburantes.**

-**Catalizadores.**

<http://www.bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/059/htm>.

Con acceso 15 de octubre del 2011

-Medio ambiente y sociedad.

<http://www.bp.com/genericarticle.do?categoryId=450540&contentId=7025995>.

Con acceso 19 de noviembre del 2011

-Combustibles.

<http://www.comunidad.patituerca.com/profiles/blogs/pruebas-recientes-consumo>

Con acceso 14 de diciembre del 2011

-Características de la gasolina y octanaje.

<http://www.diariomotor.com/2008/08/18/las-caracteristicas-de-la-gasolina-según-su-octanaje-definicion-y-tipos>

Con acceso 3 de diciembre del 2011

-Energía alternativa.

<http://www.ethanolrfa.org/objects/pdf/spanishmanual.pdf>

Con acceso 17 de septiembre del 2011

-Vehículos híbridos.

-Eficiencia energética.

-Energía alternativa.

-Vehículos híbridos.

<http://www.femete.es/WebFiles/file&Evolution%20de%20vehiculos%20con%20tecnologia%20hibrida%20y%20ZEV.pdf>

Con acceso 24 de septiembre del 2011

<http://www.traslapersiana.blogspot.com/2008/04/prius-sistema-de-transmision.html>

Con acceso 24 de septiembre del 2011

http://www.gnceros.com.ar/bib/tecnologia/vehiculos_hibridos.php

Con acceso 24 de septiembre del 2011

-Salud humana.

-Propiedades de la gasolina.

-Normas ISO.

-Leyes ambientales.

<http://www.ingenieroambiental.com/?pagina=1124>

Con acceso 5 de octubre del 2011

-Energía alternativa.

<http://www.madrimasd.org/cienciaysociedad/debatesactualidad>

Con acceso 24 de septiembre del 2011

-Ficha técnica PRIUS.

-Mecánica general.

<http://www.moronisport.com/con21.php>

Con acceso 5 de noviembre del 2011

-Generalidades sobre el TOYOTA PRIUS.

<http://www.motorpasion.com/pruebas/Toyota-prius-iii-prueba-de-consumo-parte-1>

Con acceso 14 de diciembre del 2011

-Autos y combustibles.

<http://www.oica.net/wp-content/uploads/2007/06/wwfc-fourth-edition.sep-2006.pdf>

Con acceso 22 de octubre del 2011

-Armonización con el medio ambiente.

<http://www.redtecnicautomotriz.com>.

Con acceso 26 de diciembre del 2011

- Conceptos automotrices.

<http://www.techmez.com>.

Con acceso 11 de enero del 2012

-Actualidad de los autos.

<http://www.todomecanica.com/sensores/html>.

Con acceso 27 de enero del 2012

-Historia y generalidades de los vehículos híbridos.

http://www.toyota.com.ec/hibridos/prius_hibrido/home

Con acceso 5 de febrero del 2012

-Motores de combustión interna.

<http://www.wikipedia.org/wiki/combustión.htm>.

Con acceso 23 de noviembre del 2011

ANEXO 1.-**NORMA INEN PARA EQUIPAMIENTO DE CRTV (Centro de Revisión Técnica Vehicular)**

Los Centros de Revisión y Control Vehicular deben contar con el siguiente equipamiento para la medición de gases y ruido.

Analizador de gases: Analizador de 4 gases, con capacidad de actualización a cinco gases mediante la habilitación del canal de NOx, con las siguientes características técnicas:

PARAMETROS	REQUERIMIENTOS	
Características Generales	Capacidad de medición y reporte automático de la concentración en volumen de CO, CO ₂ , HC ₂ y O ₂ , en los gases emitidos por el tubo de escape de vehículos equipados con motores ciclo Otto de 4 tiempos alimentados por gasolina, GLP o GNC. Cumplirán con lo indicado en la Recomendación Internacional OIML R 99 (clase 1) / ISO 3930 y la NTE INEN 2 203, lo que será demostrado mediante certificación del fabricante.	
Especificaciones adicionales	Capacidad de medición y reporte automático de la velocidad de giro del motor en rpm, factor lambda (calculado mediante la fórmula de BretShneider) y temperatura de aceite. La captación de rpm no tendrá limitaciones respecto del sistema de encendido del motor, sea este convencional (ruptor y condensador), electrónico, DIS, EDIS; bobina independiente, descarga capacitiva u otro.	
Rangos de medición	Variable	Rango de medición
	Monóxido de carbono (CO)	0-10%
	Dióxido de carbono (CO ₂)	0-16%
	Oxígeno	0-21%
	Hidrocarburos no combustionados	0-5000 ppm
	Velocidad de giro del motor	0-10000 rpm

	Temperatura de aceite	0-150 °C
Condiciones ambientales de funcionamiento	Factor Lambda	0-2
	Temperatura	5-40 °C
	Humedad relativa	0-90%
	Altitud	Hasta 3000msnm
	Presión	500-760 mm Hg
Ajuste	Automático, mediante una mezcla certificada de gases.	
Sistema de toma de muestra	La toma de muestra se realizará mediante una sonda flexible a ser insertada en la parte final del tubo de escape.	

Tabla 1 ANEXOS: Especificaciones para el analizador de gases.

Fuente: Cuenca-aire

Opacímetro de flujo parcial, con las siguientes características técnicas:

PARAMETROS	REQUERIMIENTOS	
Características Generales	Capacidad de medición y reporte automático de la opacidad del humo emitido por el tubo de escape de vehículos equipados con motores de ciclo Diesel. Cumplirán con la Norma Técnica ISO 11614, lo que será demostrado mediante certificación del fabricante.	
Especificaciones adicionales	Capacidad de medición de la velocidad de giro del motor en rpm y temperatura de aceite, para cualquier tipo de configuración del motor, sistema de alimentación de combustible y diámetro de cañería.	
Mediciones y resolución	0-100% de opacidad y Factor K de $-9999 (\infty) \text{ m}^{-1}$	
Condiciones ambientales de funcionamiento	Temperatura	5-40 °C
	Humedad relativa	0-90%
	Altitud	Hasta 3000 msnm
	Presión	500-760 mm Hg

Ajuste	Automático, mediante una mezcla certificada de gases.
Sistema de toma de muestra	La toma de muestra se realizará mediante una sonda flexible a ser insertada en la parte final del tubo de escape.

Tabla 2 ANEXOS: Características y condiciones técnicas del opacímetro.

Fuente: Cuenca-aire

Condiciones mecánicas de funcionamiento	Velocidad de giro del motor	0-10000 rpm
	Temperatura del aceite	0-150°C

Tabla 2.1 ANEXOS Condiciones mecánicas de funcionamiento para la evaluación de los gases y ruido de escape.

Fuente: Cuenca-aire.

EMISIONES SEGÚN LA NORMA INEN 2204		
Numero de revoluciones	Porcentaje de CO*	ppm HC*
1070	0.01	21
2500	0.01	19

*Volumen.

Tabla 3 ANEXOS: Emisiones según la norma INEN.

Fuente: Cuenca-aire

Sonómetro integral ponderado, con las siguientes características técnicas:

PARAMETROS	REQUERIMIENTOS
Características Generales	Filtros de ponderación requeridos Tipo "A" que cumpla con la recomendación Internacional de la OIML R 88. Lo que será demostrado mediante certificación del fabricante
Rango de frecuencia	20-10000 Hz

Rango de medición	35-130 dB
Valor de una división de escala (resolución)	0,1 dB

Tabla 4 ANEXOS: Características para el sonómetro.

Fuente: Cuenca-aire.

Todos los equipos deben estar instalados en línea, de manera que los vehículos puedan ser revisados en forma secuencial y continua.

Los equipos deben tener protección contra la alteración voluntaria o involuntaria de resultados.

AJUSTE DEL EQUIPO.-

El ajuste del equipo se debe realizar siguiendo estrictamente los procedimientos y frecuencias especificada por Cuenca-aire que son las normas que establece el fabricante siguiendo estos pasos:

- Los equipos deben ser ajustados al menos luego de cada mantenimiento correctivo.
- La revisión técnica vehicular debe ser completamente documentada, mediante el formato de Certificado de Revisión definido por la autoridad competente, en función de los siguientes aspectos: Para los vehículos equipados con sistemas de combustibles GLP, se debe verificar el cumplimiento de las NTE INEN 2310 y 2311 y las que correspondan para el caso de vehículos equipados con sistemas de combustible GNC.
- Para los vehículos propulsados por motores Ciclo Otto de 4 tiempos, el método de ensayo debe ser el descrito en la NTE INEN 2203.
- Para los vehículos propulsados por motores de Ciclo Diesel, el método de ensayo debe ser el descrito en la NTE INEN 2202.
- Esta norma se aplica a las fuentes móviles terrestres de más de tres ruedas.
- Esta norma no se aplica a las fuentes móviles que utilicen combustibles diferentes a gasolina.
- Esta norma no se aplica a motores de pistón libre, motores fijos, motores náuticos, motores para tracción sobre rieles, motores para aeronaves, motores para tractores agrícolas, maquinarias y equipos para uso en construcciones y aplicaciones industriales.
- Para los propósitos de esta norma, se establece la siguiente clasificación de los vehículos automotores:

Según la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos (EPA), la siguiente clasificación se aplica únicamente para:

- Vehículo liviano. Es aquel vehículo automotor tipo automóvil, diseñado para transportar hasta 12 pasajeros.
- Vehículo mediano. Es aquel vehículo automotor cuyo peso bruto vehicular es menor o igual a 3 860 kg, cuyo peso neto vehicular es menor o igual a 2724 kg y cuya área frontal no exceda de 4.18 m². Este vehículo debe estar diseñado para:
 - Transportar carga.
 - Transportar más de 12 pasajeros.
 - Ser utilizado u operado fuera de carreteras o autopistas y contar para ello con características especiales.
- Vehículo pesado. Es aquel vehículo automotor cuyo peso bruto del vehículo sea superior a 3 860 kg, o cuyo peso neto del vehículo sea superior a 2 724 kg, o cuya área frontal excede de 4.18 m².

Según la Unión Europea se clasifican:

- Categoría M. Vehículos automotores destinados al transporte de personas y que tengan por lo menos cuatro ruedas.
- Categoría M1. Vehículos automotores destinados al transporte de hasta 8 personas más el conductor.
- Categoría N. Vehículos automotores destinados al transporte de carga, que tengan por lo menos cuatro ruedas.
- Categoría N1. Vehículos automotores destinados al transporte de carga con una masa máxima no superior a 3,5 toneladas.

LÍMITES MÁXIMOS DE EMISIONES PERMITIDOS PARA FUENTES MÓVILES CON MOTORES DE GASOLINA. MARCHA MÍNIMA O RALENTÍ (PRUEBA ESTÁTICA).

Toda fuente móvil con motor de gasolina durante su funcionamiento en condición de marcha mínima o ralentí y temperatura normal de operación, no debe emitir al aire monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC) en cantidades superiores a las señaladas en la siguiente tabla.

Año modelo	% CO		ppm HC	
	0 -1500	1500 – 3000	0 – 1500	1500 – 3000
2000 y posteriores	1.0	1.0	200	200
1990 a 1999	3.5	4.5	650	750
1989 y anteriores	5.5	6.5	1000	1200

ppm= partes por millón

HC= hidrocarburos

Tabla 5 ANEXOS: Límites máximos de emisiones permitidas para fuentes móviles con motores de gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática).

Fuente: Norma INEN 2204.

LÍMITES MÁXIMOS DE EMISIONES PERMITIDOS PARA FUENTES MÓVILES CON MOTOR DE GASOLINA (PRUEBA DINÁMICA) A PARTIR DEL AÑO 2000. (americano)

Categoría	Peso bruto del vehículo kg	Peso del vehículo cargado Kg	CO g/km	HC g/km	NOx g/km	CICLOS DE PRUEBA	Evaporativas G/ensayo SHED
Vehículos livianos			2.10	0.25	0.62	FTP – 75	2
Vehículos medianos	=< 3 860	=< 1 700	6.2	0.5	0.75		2
		1 700 -3 860	6.2	0.5	1.1		2
Vehículos pesados**	> 3 860 =		14.4	1.1	5.0	Pesado	3
	< 6 350 > 6 350		37.1	1.9	5.0		4

Tabla 6ANEXOS: Límites máximos de emisiones permitidas para fuentes móviles con motor de gasolina (prueba dinámica)

Fuente: Norma INEN 2204.

LÍMITES MÁXIMOS DE EMISIONES PARA FUENTES MÓVILES CON MOTOR DE GASOLINA (PRUEBA DINÁMICA) A PARTIR DEL AÑO MODELO 2000 (europeo)

Categoría	Peso bruto del vehículo kg	Peso del vehículo cargado Kg	CO g/km	HC + NOx g/km	CICLOS DE PRUEBA	Evaporativas g/ensayo SHED
M1 ⁽¹⁾	=< 3 500		2.72	0.97	ECE 15 +	2
M1 ⁽²⁾ , N1		< 1 250	2.72	0.97	EUCD	2
		>1250<1700	5.17	1.4		2
		> 1 700	6.9	1.7		2

* Prueba realizada a nivel del mar

(1) Vehículos que transportan hasta 5 pasajeros más el conductor y con un peso bruto del vehículo menor o igual a 2.5 toneladas.

Vehículos que transportan más de 5 pasajeros más el conductor o cuyo peso bruto del vehículo exceda de 2.5 toneladas.

Tabla 7 ANEXOS: Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina (prueba dinámica) a partir del año 2000 (europeo).

Fuente: Norma INEN 2204.

NORMAS NACIONALES PARA METODOS DE PRUEBAS

Para ésta norma se adoptan las definiciones contempladas en la NTE INEN 2204, mediante el principio de operación de absorción de luz infrarroja no dispersa de gases, para la determinación de hidrocarburos, monóxido y dióxido de carbono.

El oxígeno se mide utilizando una celda de combustible (fuel cell). Esto no excluye el uso de equipos con otro principio de operación, siempre y cuando sean homologados, a continuación se detalla el procedimiento:

CALIBRACIÓN SEGÚN CUENCA-AIRE.

- La calibración del equipo se debe realizar siguiendo estrictamente las especificaciones de frecuencia del fabricante del equipo. En caso que éstas no estén disponibles, la calibración se debe realizar, como máximo, cada tres meses.
- El equipo se debe calibrar luego de cada mantenimiento correctivo.
- La calibración anterior es independiente de la autocalibración automática que realiza el equipo cada vez que es encendido.
- El gas de calibración debe cumplir con los requisitos establecidos en la norma ISO 6145. Este gas debe contar con una certificación emitida por el fabricante, de acuerdo con lo establecido en la norma anteriormente indicada.

VERIFICACIÓN ANTES DE LA MEDICIÓN SEGÚN CUENCA-AIRE.

Antes de la prueba, realizar las verificaciones siguientes:

- Someter al equipo a un período de calentamiento y estabilización, según las especificaciones del fabricante.
- Retirar todo material en forma de partículas y eliminar toda sustancia extraña o agua, que se hayan acumulado en la sonda de prueba y que puedan alterar las lecturas de la muestra.
- Revisar que la transmisión del vehículo esté en neutro (transmisión manual) o parqueo (transmisión automática).
- Revisar que el control manual del ahogador (choque), no se encuentre en operación, y que los accesorios del vehículo (luces, aire acondicionado, etc.), estén apagados.
- Revisar en el vehículo que el sistema de escape se encuentre en perfectas condiciones de funcionamiento y sin ninguna salida adicional a las del diseño que provoque dilución de los gases de escape o fugas de los mismos. Las salidas adicionales a las contempladas en el diseño original no deben ser aceptadas, aunque éstas se encuentren bloqueadas al momento de la prueba.
- Si el vehículo no cumple con las condiciones mecánicas establecidas, la prueba no se debe realizar hasta que se corrijan aquellas.
- Revisar que el nivel de aceite en el cárter esté entre el mínimo y máximo recomendado por el fabricante, con el motor apagado y el vehículo en posición horizontal.
- Encender el motor del vehículo y verificar que se encuentre a la temperatura normal de operación.

PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICIÓN.

- Conectar el tacómetro del equipo de medición al sistema de encendido del motor y verificar las condiciones de marcha mínima o “ralentí”.
- Con el motor a temperatura normal de operación y en condición de marcha mínima o “ralentí” introducir la sonda de prueba en el punto de salida del sistema de escape del vehículo. Tener la seguridad de que la sonda permanezca fija dentro del sistema de escape mientras dure la prueba.
- Esperar el tiempo de respuesta del equipo de medición dado por cada fabricante.
- Imprimir las lecturas estabilizadas de las emisiones medidas.
- Si, por diseño, el vehículo tiene doble sistema de escape, medir por separado cada salida. El valor del resultado final será la mayor lectura registrada.

INFORME DE RESULTADOS.

- El resultado final será la mayor lectura registrada de los valores de las lecturas dadas por la norma INEN.
- La institución que realiza la prueba debe emitir un informe técnico con los resultados de la misma, adjuntando el documento de impresión directa del equipo de medición.

LÍMITES MÁXIMOS DE EMISIONES DE RUIDO.

CATEGORÍA	DESCRIPCION	NPS MAXIMO (dB)
Motocicletas	De hasta 200cm ³	80
	Entre 200 y 500 cm ³	85
	Mayores a 500 cm ³	86

Vehículos	Transporte personal. hasta 9 asientos incluido el chofer	80
	Transporte de personal. Hasta 9 asientos incluido el chofer y peso no mayor a 3,5 toneladas	81
	Transporte de personal. Hasta 9 asientos incluido el chofer y peso mayor a 3,5 toneladas	82
	Transporte de personal. Hasta 9 asientos incluido el chofer y peso mayor a 3,5 toneladas y potencia de motor mayor a 200 HP	85

- NPS= Niveles de presión sonora.

dB= Decibeles

Tabla 8 ANEXOS: Límites máximos de emisiones de ruido.

Fuente: Norma INEN.

ANEXO 2.-**CONTENIDOS DE LA GASOLINA EXTRA (norma INEN).**

GASOLINA EXTRA		
Parámetros	Método	Especificación
Número Octano Research (RON)	NTE INEN 2102	Min 85
Contenido de plomo organico (g/1)	NTE INEN 931	Max.+0,013
Presión de vapor Reid (KPa)	NTE INEN 928	Max. 56
Ensayo de destilación		
10% (°C)	NTE INEN 926	Max. 70
50% (°C)	NTE INEN 926	77-121
90% (°C)	NTE INEN 926	Max.189
P.F.E. (°C)	NTE INEN 926	Max. 215
Residuo(%vol)	NTE INEN 926	Max 2
Cont. Azufre	NTE INEN 929	Max. 0,2
Corrosión lam. Cobre	NTE INEN 927	Max. No. 1
Cont. Gomas (mg/100cm ³)	NTE INEN 933	Max. 4
Cont. Aromáticos (% vol)	NTE INEN 2220	Max. 20
Cont. Benceno (% vol)	ASTM 3606	Max. 1
Cont olefinas (% vol)	NTE INEN 2220	Max. 20
Estabilidad de la oxidación. (min)	NTE INEN 934	Min 240
Relación vapor / líquido a 60°C	NTE INEN 932	Max. 20

Tabla 9 ANEXOS: Contenidos de la gasolina extra.

Fuente: Norma INEN.

GASOLINA SUPER		
Parámetros	Método	Especificación
Número Octano Research (RON)	NTE INEN 2102	Min 90
Contenido de plomo organico (g/1)	NTE INEN 931	Max.+0,013
Presión de vapor Reid (KPa)	NTE INEN 928	Max. 56
Ensayo de destilación		
10% (°C)	NTE INEN 926	Max. 70
50% (°C)	NTE INEN 926	77-121
90% (°C)	NTE INEN 926	Max.190
P.F.E. (°C)	NTE INEN 926	Max. 220
Residuo(%vol)	NTE INEN 926	Max 2
Cont. Azufre	NTE INEN 929	Max. 0,2

Corrosión lam. Cobre	NTE INEN 927	Max. No. 1
Cont. Gomas (mg/100cm ³)	NTE INEN 933	Max. 5
Cont. Aromáticos (% vol)	NTE INEN 2220	Max. 30
Cont. Benceno (% vol)	ASTM 3606	Max. 2
Cont. olefinas (% vol)	NTE INEN 2220	Max. 25
Estabilidad de la oxidación. (min)	NTE INEN 934	Min 240
Relación vapor / líquido a 60°C	NTE INEN 932	Max. 20

Tabla 10 ANEXOS: Contenidos de la gasolina súper.

Fuente: Norma INEN.

ANEXO 3.-

TABLA DE ESPECIFICACIONES DEL TOYOTA PRIUS III GENERACIÓN.-

INFORMACION GENERAL			
Marca	TOYOTA		
Modelo	Prius		
Tipo de Vehículo	Sedan (Liftback)		
País de Procedencia	Japón		
Número de Pasajeros	5		
Configuración de los Asientos	2:3		
Dimensiones y Pesos			
General	Largo	mm	4460
	Ancho	mm	1745
	Alto	mm	1490 / 1510*1
Distancia Entre Ejes		mm	2700
Vía	Frontal	mm	1525
	Trasero	mm	1520
Interior	Largo	mm	1905
	Ancho	mm	1470
	Alto	mm	1225
Sobresaliente	Frontal	mm	905
	Trasero	mm	855
Distancia Mínima al Suelo		mm	140
Angulo de Entrada		grados	-
Angulo de Salida		grados	-
Peso Neto	Frontal	kg	830 - 845/835*1
	Trasero	kg	540 - 575/555*1
	Total	kg	1370 - 1420/1390*1
Peso Bruto	Frontal	kg	960/945*1
	Trasero	kg	845/860*1
	Total	kg	1805
Capacidad de Carga	Capacidad	m ³	0.445
	Suelo de Baúl al Suelo	mm	658
	Altura Baúl	mm	645
	Largo Baúl	mm	880/1830*2
	Ancho Baúl	mm	1555
Capacidad de Combustible		L	45

Tabla 11 ANEXOS: Especificaciones técnicas del PRIUS.

Fuente: Manual del PRIUS.

MOTOR Y DESEMPEÑO			
MOTOR DE GASOLINA			
Tipo de Motor de Combustión	2ZR-FXE		
Número de Cilindros y Configuración	4 Cilindros en línea, Ciclo Atkinson		
Mecanismo de Válvulas	16 válvulas DOHC con VVT-i		
Diámetro y Carrera de Pistones	mm	80.5 x 88.33	
Cilindrada	cm ³	1798	
Relación de Compresión	13.0 : 1		
Sistema de Combustible	EFI		
Nivel de Octanaje	95 o más		
Potencia Máxima (2ZR-FXE)	kW/rpm	73/5200	
Torque Máximo (2ZR-FXE)	Nm/rpm	142/4000	
GENERADOR ELÉCTRICO			
Tipo de Motor	3JM		
Voltaje Máximo	v	650	
Potencia Máxima (3JM)	kW	60	
Torque Máximo (3JM)	Nm	207	
BATERÍA HÍBRIDA			
Tipo de Batería	Níquel e Hidruro Metálico (Ni/MH)		
Voltaje Nominal	v	201.6	
Número de Módulos	28		
Capacidad de Baterías (3HR)	Amp. Hr.	6.5	
Potencia Máxima	kW	27	
DESEMPEÑO TOTAL			
Velocidad Máxima	km/h	180	
Potencia Máxima *3	kW	100	
Aceleración Máxima	0 a 100 km/h	seg.	10.4
	80/120 km/h	seg.	-
	0 a 400 mts.	seg.	-
Consumo de Combustible	Combinado	L/100 km	3.9
	Carretera	L/100 km	3.7
	Urbano	L/100 km	3.9
Emisiones de CO ₂	Combinado	g/km	89
	Carretera	g/km	86
	Urbano	g/km	90
Radio Mínimo de Viraje	Neumático	m	5.2
	Carrocería	m	5.6
*3: Potencia total combinada de un sistema híbrido, usando motor de gasolina y motor eléctrico (con las baterías)			

Tabla 12 ANEXOS: Motor y desempeño del PRIUS.

Fuente: Manual del PRIUS.

CHASIS		
Tipo de Transmisión		P410 (CVT)
Relaciones de Transmisión	Delantera	2,683
	Reversa	2,683
Relación de Piñón	Delantera	3,267
FRENOS Y SUSPENSION		
Tipo de Frenos	Delantera	Disco Ventilado de 15"
	Trasero	Disco Sólido de 15"
Tipo de Suspensión	Delantera	Tipo MacPherson
	Trasero	Barra de Torsión
Barra Estabilizadora	Del/Tras	Estándar/No Aplica
DIRECCION		
Tipo de Dirección		Cremallera y Piñón
Relación de Dirección (General)		17,6
Viraje completo de timón		3,7
Tipo de Asistencia de Dirección		EPS
Tipo de Volante		Cuero (Piel) con controles de audio y Touch Tracer
Volante Telescópico y Ajustable en Altura		Manual
EXTERIOR		
Tamaño de Neumáticos		195/65 R15
Rines de 15 pulgadas de aluminio		Estándar
Parabrisas delantero laminado (verde)		Estándar
Vidrios Delanteros Laterales Laminados		Estándar
Vidrios Traseros Laterales Laminados		Estándar
Vidrio Trasero Laminado		Estándar
Desempañador Trasero		Estándar con Cronómetro
Parachoques del Color de la Carrocería		Estándar
Filo (Spoiler) Delantero		Estándar
Cola (Spoiler) Trasera		Estándar
Loderas		-
Sunroof y Moonroof (deslizable y retractible)		-
Manijas del Color de la Carrocería		Estándar
Limpiavidrios Delantero		Opcional con Sensor de Lluvia
Limpiavidrios Trasero		Con Intermitente
Faros Delanteros		4 Faros, Opcional con sistema LED
Nivelación de Faros		Manual
Direccionamiento de Faros		-
Limpiador de Faros		Opcional
Halógenos y Luces de Neblina		Estándar
Luz de Neblina Trasera		Estándar
Sistema de Luces de Día		Opcional
3ra Luz de Freno		Tipo LED
Espejos Exteriores		Eléctricos/Color Con Calefacción

Tabla 13 ANEXOS: Chasis, frenos, dirección y exterior del PRIUS.

Fuente: Manual del PRIUS.

INTERIOR	
Cierre Centralizado	Estándar
Sistema de Arranque y Entrada Inteligente	Estándar (Puertas delanteras y Compuerta Trasera)
Vidrios Eléctricos	4 Vidrios con sistema de un solo toque para subida y bajada
Panel de Instrumentos	LCD
Apertura de Baúl	-
Apertura de Tapa de Combustible	Mecánica
Lámpara Interior	Estandar
Luz Personal	Personal y Espejo Vanidoso
Luz en Area de Carga	Estandar
Sistema Iluminado de Ingreso	Opcional
Espejo Retrovisor Interno	Día / Noche (Manual), Opcional Dicromático
Asideras	2 Delanteras / 2 Traseras
Espejo de Visera	Conductor y Pasajero con lámpara
Acabados en las Puertas	Tela (opcional Cuero)
Posavasos Delanteros	Conductor y Pasajero
Compartimento en las Puertas	Puertas delanteras y traseras
Consola Central	Estándar
Consola Superior	Estándar
Aire Acondicionado	Automático de 1 zona, compresor eléctrico
Asiento Trasero	Retractable 60/40
Cobertor de Equipaje (Tonneau)	Estándar
Material de Asientos	Tela
Tapicería de Cuero (Piel)	Opcional
Ajuste de Asientos Delanteros	Manual
Soporte Lumbar Ajustable	Estándar en el Asiento del Conductor
Calentador de Asientos Delanteros	Opcional
Descansabrazos Trasero	Estándar con 2 posavasos
Equipo de Sonido	AM/FM CD con MP3 y WMA
Número de Bocinas	8 Bocinas
Entrada Auxiliar de Audio	Estándar
Control Crucero	Estándar
SEGURIDAD	
Cinturones de Seguridad	5 de 3 Puntos con ELR
Bolsa de Aire Frontal	Estándar (conductor y pasajero)
Sistema para deshabilitar bolsa de aire de pasajero	Estándar
Bolsa de Aire de Cortina Lateral	Estándar
Bolsa de Aire Laterales en los Asientos Frontales	Estándar
Bolsas de Aire para Rodilla del Conductor	Estándar
Frenos EBC (Control Electrónico de Frenado)	Estándar
Frenos ABS	Estándar con Asistencia de Frenado
EBD (Distribución electrónica del Frenado)	Estándar
VSC (Control de Estabilidad Vehicular)	Estándar
Head Up Display (HUD)	Estándar
TRC (Control de Tracción)	Estándar
Inmovilizador de Motor	Estándar
Alarma Antirrobo	Opcional
Sonar de Retroceso	-

Tabla 14 ANEXOS: Interior y seguridad del PRIUS.

Fuente: Manual del PRIUS.