



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**TEMA:**

**ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN DEL VEHÍCULO  
HIBRIDO TOYOTA PRIUS**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**AUTOR:**

**SATÁN CUMBE BYRON NAHIM**

**GUAYAQUIL, AGOSTO 2015**



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ.**

**CERTIFICADO**

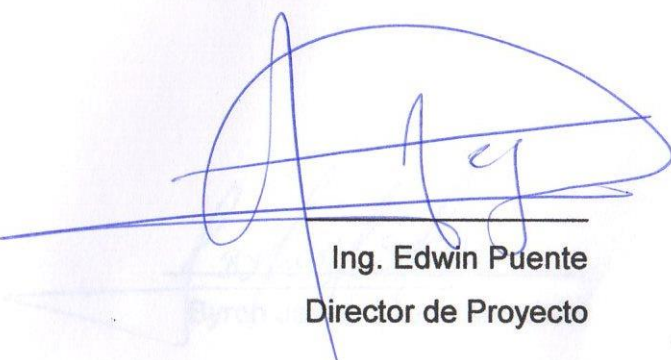
Ing. Edwin Puente.

**CERTIFICA:**

Que el trabajo titulado **“ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN DEL VEHÍCULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS”** realizado por el estudiante: **BYRON NAHÍM SATÁN CUMBE**, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple las normas estatutarias establecidas por la Universidad Internacional del Ecuador, en el Reglamento de Estudiantes.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyudará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, Si recomiendo su publicación. El mencionado trabajo consta de Un empastado y Un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat. Autoriza al señor: Byron Satán Cumbe que lo entregue a biblioteca de la Facultad, en su calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, Agosto del 2015.

  
Ing. Edwin Puente  
Director de Proyecto

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**  
**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.**

**Yo, Byron Nahím Satán Cumbe**

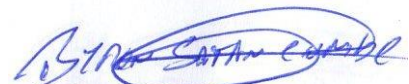
**DECLARO QUE:**

La investigación de cátedra denominada: **“ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN DEL VEHÍCULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS”** ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría, apoyados en la guía constante de mi docente.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico para la Facultad de Ingeniería en Mecánica Automotriz.

Guayaquil, Agosto del 2015



Byron Satán Cumbe.

C.I. 0927857813

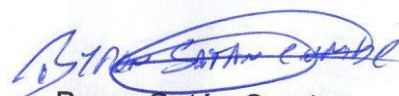
**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**AUTORIZACIÓN**

**Yo, Byron Nahim Satán Cumbe.**

Autorizo a la Universidad Internacional del Ecuador, la publicación en la biblioteca virtual de la Institución, de la investigación de cátedra: **“ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN DEL VEHÍCULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, Agosto del 2015

  
Byron Satán Cumbe.  
C.I. 0927857813

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios primeramente por haberme permitido alcanzar esta meta, como también agradezco a la guía, formación y apoyo de mis padres que han sido un pilar fundamental en mi vida.

A esta prestigiosa institución Universidad Internacional del Ecuador, Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz sede Guayaquil por los conocimientos impartidos.

Al Ing. Edwin Puente Director Académico de la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz sede Guayaquil por la colaboración, apoyo, consejos y conocimientos transmitidos durante mi formación universitaria.

## DEDICATORIA

Este proyecto se lo dedico a Dios primeramente por haberme prestado salud y vida, a mi madre Narcisa de Jesús Cumbe quien con su constante apoyo, motivación y sacrificio siempre estuvo hay en las buenas y las malas, a mi padre Juan Carlos Satán por su apoyo y consejos.

A mis hermanos, Juan Carlos Satán, Bryan Satán y Slender Satán quienes con su afecto y ayuda me motivan a seguir adelante, pues de misma manera espero que esta meta los inspire en su formación.

A mi tía Beatriz Cumbe quien con su apoyo contribuyo a que llegue a esta meta, a mis familiares, amigos y en especial a mi novia, Stefani Cordovez, quien con su amor y cariño me ha inspirado a seguir alcanzando metas.

## ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO.....	iii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	iv
AUTORIZACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
DEDICATORIA .....	vii
RESUMEN .....	xviii
ABSTRACT.....	xix
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I.....	2
1. Problema de la investigación y marco referencial.....	2
1.1. Definición del problema.....	2
1.2. Ubicación del problema.....	2
1.3. Formulación del problema.....	3
1.4. Sistematización del problema.....	3
1.5. Objetivos de la investigación.....	3
1.5.1. Objetivo general.....	3
1.5.2. Objetivos específicos.....	4
1.6. Alcance.....	4
1.7. Justificación e importancia de la investigación.....	4
1.8. Hipótesis.....	5
1.8.1. Variables de Hipótesis.....	6
1.8.2. Operacionalización de variables.....	6
CAPITULO II.....	7
2. Marco Teórico.....	7
2.1. Vehículo Toyota Prius Híbrido.....	7
2.1.1. Características de funcionamiento.....	8
2.1.2. Características de la tercera generación del Toyota Prius.....	9



2.2. Estudio y análisis del sistema de suspensión.....	10
2.2.1 Misión del sistema de suspensión.....	12
2.2.3. Componentes.....	13
2.2.3.1. Ballestas. ....	13
2.2.3.2. Muelles. ....	14
2.2.3.3. Barras de torsión. ....	15
2.2.4. Elementos de amortiguación de la suspensión. ....	17
2.2.4.1. Amortiguadores. ....	17
2.2.5. Otros elementos de la suspensión. ....	19
2.2.5.1. Barra estabilizadora. ....	20
2.2.5.2. Brazos articulados. ....	22
2.2.5.3. Silent blocks o topes de goma. ....	23
2.2.5.4. Mangueta.....	24
2.2.5.5. Rótulas de suspensión.....	25
2.3. Clasificación de los sistemas de suspensión.....	25
2.3.1 Suspensiones rígidas.....	26
2.3.1.1. Tipo “Hotchkiss”.....	27
2.3.1.2 Eje rígido con resorte helicoidal. ....	28
2.3.1.3. Tipo “Cuatro barras”.....	28
2.3.2. Suspensión semirrígida.....	29
2.3.2.1 Puente trasero “De Dion”. ....	29
2.3.2.2 Suspensión eje Torsional.....	31
2.3.3 Suspensión Independiente.....	31
2.3.3.1 Suspensión McPherson. ....	32
2.4. Tipos de sistema de suspensión. ....	33
2.4.1. Suspensión pasiva.....	33
2.4.2. Suspensión semi activa. ....	34
2.4.2.1. Suspensión neumática.....	36
2.4.4. Suspensión activa. ....	36
2.5. Suspensión del Toyota Prius.....	37

2.5.1. Suspensión delantera. ....	38
2.5.2. Suspensión posterior. ....	38
2.5.3. Sistema de control de presión de los neumáticos (TPMS). ....	39
2.5.3.1. Método directo. ....	39
2.5.3.2. Método indirecto. ....	39
2.6. Aplicaciones varias de la suspensión McPherson y de eje torsional.....	40
2.7. Geometría de la suspensión.....	42
2.7.1. Ángulo de convergencia y ángulo de divergencia. ....	42
2.7.2. Ángulo de avance. ....	42
2.7.3. Ángulo de caída. ....	43
2.7.3.1. Descentrado de las ruedas o radio de pivota miento. ....	44
CAPITULO III.....	45
3. Estudio del sistema de suspensión del vehículo híbrido Toyota Prius. ....	45
3.1. Sistema de suspensión del vehículo híbrido Toyota Prius. ....	45
3.1.1. Suspensión delantera. ....	46
3.1.1.1. Brazo Link.....	46
3.1.1.2. Amortiguador con resorte.....	47
3.1.1.3. Brazo inferior de la suspensión delantera. ....	48
3.1.1.4. Mangueta.....	48
3.1.1.5. Junta esférica “rotula”. ....	49
3.1.1.6. Barra estabilizadora. ....	50
3.1.2. Suspensión posterior. ....	50
3.1.2.1. Amortiguador posterior. ....	51
3.1.2.2. Muelle posterior. ....	51
3.1.2.3. Eje torsional. ....	52
3.1.3. Neumáticos. ....	52
3.1.3.1. Advertencia de presión de neumáticos. ....	53
3.2. Comprobaciones del sistema de suspensión del vehículo híbrido Toyota Prius. ....	56
3.2.1. Tipos de comprobación.....	56
3.2.1.1. Suspensión delantera. ....	57

3.2.1.2. Suspensión Posterior.....	60
3.2.2. Procedimientos de comprobación o sustitución. ....	63
3.2.2.1 Suspensión delantera. ....	63
3.2.2.2. Suspensión posterior. ....	83
3.2.2.3. Advertencia de presión de neumáticos. ....	91
3.3 Parámetros del fabricante. ....	93
3.3.1. Neumáticos.....	93
3.3.1.1 Presión de neumáticos. ....	93
3.3.2 Alineación de neumáticos. ....	94
3.3.2.1 Medida de altura del vehículo. ....	94
3.3.2.2 Angulo de caída.....	94
3.3.2.3 Avance del pivote. ....	94
3.3.2.4. Inclinación del eje de la dirección.....	95
3.3.2.5 Holgura del cojinete y descentramiento del eje del cubo delantero. ....	95
3.3.2.6 Junta esférica o Rotula. ....	95
3.3.2.7. Brazo de articulación. ....	96
CAPITULO IV.....	97
4. Análisis del sistema de suspensión del vehículo híbrido Toyota Prius.....	97
4.1. Elementos técnicos de prueba. ....	97
4.1.1. Herramientas. ....	97
4.1.2. Equipos de diagnóstico. ....	98
4.1.2.1. Equipo de diagnóstico Tchstream. ....	98
4.2 Factores de seguridad.....	98
4.3 Análisis de parámetros resultantes. ....	100
4.3.1 Pruebas del sistema de suspensión del vehículo híbrido Toyota Prius A del 2010. ....	100
4.3.1.1 Suspensión del Toyota Prius A del 2010. ....	100
CAPÍTULO V.....	105
5. Diseño de la propuesta. ....	105
5.1 Toyota Prius híbrido modelo A 2010 Uide Gye. ....	105

CAPÍTULO VI.....	108
Conclusiones y recomendaciones.....	108
6.1. Conclusiones. ....	108
6.2. Recomendaciones. ....	109
BIBLIOGRAFÍA.....	110
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	111
ANEXO. ....	112
Anexo 1.....	113
Plan de mantenimiento del sistema de suspensión del Toyota Prius a 2010 .....	113

## ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. 1 Ubicación geográfica de la Universidad Internacional del Ecuador Sede Guayaquil.....	3
Figura 2. 1 Tercera Generación del Toyota Prius.....	8
Figura 2. 2 Suspensión del automóvil.....	11
Figura 2. 3 Oscilaciones del cuerpo del automóvil.....	12
Figura 2. 4 Paquete de ballestas de la Blazer.....	13
Figura 2. 5 Suspensión con muelle.....	14
Figura 2. 6 Tipos de Muelles (1 Flexibilidad constante, 2,3 y 4 variable).....	15
Figura 2. 7 Barra de torsión.....	16
Figura 2. 8 Suspensión frontal con barra de torsión.....	16
Figura 2. 9 Amortiguador bitubo no presurizado (izquierda) y presurizado (derecha). .....	18
Figura 2. 10 Amortiguadores monotubo.....	19
Figura 2. 11 Barra estabilizadora.....	20
Figura 2. 12 Barra directamente al brazo de suspensión.....	21
Figura 2. 13 Barra unida al plato por interposición de una bieleta.....	22
Figura 2. 14 Plato articulado de la suspensión delantera.....	23
Figura 2. 15 Topes de goma.....	23
Figura 2. 16 Identificación de las partes del cojinete del brazo de suspensión.....	24
Figura 2. 17 Mangueta de la suspensión delantera.....	24
Figura 2. 18 Rótulas de suspensión.....	25
Figura 2. 19 Suspensión eje rígido.....	26
Figura 2. 20 Suspensión Tipo “Hotchkiss”.....	27
Figura 2. 21 Eje rígido con resorte helicoidal.....	28
Figura 2. 22 Tipo “Cuatro barras.....	29
Figura 2. 23 Puente trasero “De Dion.....	30
Figura 2. 24 Suspensión de eje Torsional.....	31

Figura 2. 25 Suspensión Independiente. ....	32
Figura 2. 26 Suspensión McPherson frontal de un Ford fiesta. ....	32
Figura 2. 27 Suspensión pasiva. ....	33
Figura 2. 28 Suspensión hidroneumática. ....	34
Figura 2. 29 Suspensión semi activa.....	35
Figura 2. 30 Suspensión neumática del Audi A6. ....	36
Figura 2. 31 Suspensión activa. ....	37
Figura 2. 32 Suspensión del Toyota Prius. ....	37
Figura 2. 33 Suspensión frontal Toyota Prius.....	38
Figura 2. 34 Suspensión posterior Toyota Prius.....	38
Figura 2. 35 Sensores directos. ....	39
Figura 2. 36 Sensores indirecto.....	40
Figura 2. 37 Suspensión del Skoda Fabia 2005. ....	40
Figura 2. 38 Suspensión del Ford Fiesta.....	41
Figura 2. 39 Suspensión del Opel corsa.....	41
Figura 2. 40 Ángulo de convergencia y ángulo de divergencia.....	42
Figura 2. 41 Ángulo de avance. ....	43
Figura 2. 42 Ángulo de caída. ....	43
Figura 2. 43 Angulo de pivota miento. ....	44
Figura 3. 1 Vehículo hibrido Toyota Prius.....	45
Figura 3. 2 Suspensión delantera del Toyota Prius A del 2010. ....	46
Figura 3. 3 Brazo Link. ....	46
Figura 3. 4 Componentes del Amortiguador frontal. ....	47
Figura 3. 5 Brazo inferior de la suspensión delantera.....	48
Figura 3. 6 Componentes de la mangueta frontal.....	49
Figura 3. 7 Junta esférica o Rotula.....	49
Figura 3. 8 Barra estabilizadora. ....	50
Figura 3. 9 Suspensión posterior.....	50
Figura 3. 10 Amortiguador posterior. ....	51
Figura 3. 11 Muelle posterior.....	51

Figura 3. 12 Eje torsional. ....	52
Figura 3. 13 Componentes del sistema advertencia de presión de neumáticos. ....	53
Figura 3. 14 Válvula y Transmisor de advertencia de presión de neumáticos. ....	54
Figura 3. 15 Ubicación del receptor y antena. ....	55
Figura 3. 16 Luz de advertencia de presión de los neumáticos. ....	55
Figura 3. 17 Interruptor de reinicio de advertencia de presión de neumáticos. ....	56
Figura 3. 18 Comprobación del descentramiento de los neumáticos. ....	63
Figura 3. 19 Rotación de los neumáticos. ....	64
Figura 3. 20 Comprobación del balanceo del neumático. ....	64
Figura 3. 21 Medida de la altura del vehículo. ....	66
Figura 3. 22 Inspección del ángulo de caída, avance del pivote y la inclinación del eje de dirección. ....	67
Figura 3. 23 Ubicación de pernos para el ajuste del Angulo de Caída. ....	67
Figura 3. 24 Ajuste del ángulo de caída. ....	68
Figura 3. 25 Inspección de la convergencia. ....	69
Figura 3. 26 Identificación de la dimensión A y B. ....	70
Figura 3. 27 Identificación de la regulación de la convergencia. ....	70
Figura 3. 28 Inspección del Angulo de la rueda. ....	71
Figura 3. 29 Comprobación del cojinete del cubo del eje delantero. ....	72
Figura 3. 30 Inspección del descentramiento del eje del cubo. ....	73
Figura 3. 31 Identificación de los componentes de la amortiguación delantera. ....	73
Figura 3. 32 Identificación del brazo link o bieleta delantero con su tuerca. ....	74
Figura 3. 33 Ubicación frontal del sensor de velocidad, Manguera flexible. ....	75
Figura 3. 34 Ubicación de cubierta de polvo de soporte de la suspensión delantera. ....	75
Figura 3. 35 Pernos que unen el amortiguador con la mangueta. ....	76
Figura 3. 36 Tuercas de la base superior del amortiguador. ....	76
Figura 3. 37 Recogimiento del muelle. ....	77
Figura 3. 38 Ubicación la tuerca superior del amortiguador. ....	77
Figura 3. 39 Inspección del amortiguador. ....	78
Figura 3. 40 Comprobación del brazo de suspensión. ....	79

Figura 3. 41 Ubicación de la junta esférica.....	79
Figura 3. 42 Distancia de tuerca aproximadamente 1mm. ....	80
Figura 3. 43 Herramienta de desmontaje de la junta esférica.....	80
Figura 3. 44 Ubicación de la barra estabilizadora.....	81
Figura 3. 45 Buje de la Barra estabilizadora.....	82
Figura 3. 46 Comprobación del brazo estabilizador o brazo link. ....	83
Figura 3. 47 Alineación de la rueda posterior. ....	84
Figura 3. 48 Identificación de la dimensión A y B. Rueda posterior. ....	85
Figura 3. 49 Comprobación del cojinete del cubo posterior. ....	86
Figura 3. 50 Inspección del descentramiento del eje del cubo posterior.....	86
Figura 3. 51 Comprobación del amortiguador posterior.....	87
Figura 3. 52 Ubicación del amortiguador posterior. ....	88
Figura 3. 53 Ubicación de cubierta del piso de la cajuela. ....	88
Figura 3. 54 Ubicación de cubierta del costado.....	89
Figura 3. 55 Soporte de la base del resorte posterior.....	89
Figura 3. 56 Ubicación de tuerca de seguridad del amortiguador posterior. ....	90
Figura 3. 57 Tope del amortiguador posterior. ....	91
Figura 3. 58 Patrón de parpadeo de la luz de la indicadora.....	96
Figura 4. 1 Panel de instrumentos.....	101
Figura 4. 2 Despresurización del neumático. ....	102
Figura 4. 3 Conexión de interfaz del Techstream al DLC3. ....	102
Figura 4. 4 Registro del modelo del vehículo y el año. ....	103
Figura 4. 5 Menú del sistema. ....	103
Figura 4. 6 Indicación de acceso negado al sistema de advertencia de presión de neumáticos. ....	104



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1 Operación de variables dependiente e independiente de la investigación. .6	
Tabla 3. 1 Vehículo jala a un lado mientras conduce. ....57	57
Tabla 3. 2 Vehículo está asentado. ....57	57
Tabla 3. 3 El vehículo balancea o cabecea. ....58	58
Tabla 3. 4 Vibración de ruedas. ....58	58
Tabla 3. 5 Desgaste anormal de los neumáticos. ....59	59
Tabla 3. 6 Advertencia de presión de neumáticos. ....60	60
Tabla 3. 7 Vehículo jala a un lado mientras conduce suspensión posterior. ....60	60
Tabla 3. 8 Vehículo asentado suspensión posterior. ....61	61
Tabla 3. 9 El Vehículo balancea o cabecea. ....61	61
Tabla 3. 10 Vibración de ruedas posteriores. ....62	62
Tabla 3. 11 Desgaste anormal de los neumáticos. ....62	62
Tabla 3. 12 Parámetros de fabricante para presión de neumáticos. ....93	93
Tabla 3. 13 Parámetros del fabricante para Alineación y desbalance del neumático.93	93
Tabla 3. 14 Parámetros del Fabricante Altura del vehículo (vehículo sin carga).....94	94
Tabla 3. 15 Parámetros del fabricante para ángulo de caída (vehículo sin carga)....94	94
Tabla 3. 16 Parámetros del fabricante para Avance del pivote (vehículo sin carga) .94	94
Tabla 3. 17 Parámetros del fabricante para inclinación del eje de la dirección (vehículo sin carga).....95	95
Tabla 3. 18 Parámetros de holgura del cojinete y descentramiento del eje del cubo delantero. ....95	95
Tabla 4. 1 Factores de seguridad.....98	98
Tabla 4. 2 Análisis de resultados de presión y descentramiento del neumático. .... 100	100
Tabla 4. 3 Análisis de resultados de alineación de las ruedas..... 100	100
Tabla 4. 4 Análisis de resultados holgura del cojinete de la mangueta..... 101	101
Tabla 5. 1 Especificaciones técnicas del Toyota Prius A del 2010. .... 106	106

## RESUMEN

La presente investigación que se plantea es realizar un estudio y análisis del sistema de suspensión del vehículo híbrido Toyota Prius 2010 Modela A

Permitiendo entender cómo trabaja, que elementos la componen, como también que tipos de pruebas y comprobaciones pueden existir para identificar su estado, con el fin de gestionar la información respectiva, en las cuales puedan hacer uso para identificar y comprender el sistema de suspensión en el vehículo Toyota Prius híbrido 2010 Modela A.

Contribuyendo al aprendizaje de los estudiantes de la Universidad Internacional del Ecuador de la facultad de ingeniería en mecánica automotriz logrando que los alumnos puedan realizar de manera técnica los respectivos diagnósticos y solución de problemas que se puedan encontrar en este sistema, cubriendo así la necesidad de información que fácilmente no se encuentra disponible.

El sistema de suspensión del vehículo híbrido Toyota Prius tiene como misión dar el confort de conducción al transitar por carretera con la absorción de inestabilidades del camino gracias a los componentes y elementos que conforman este sistema.

Concluidas las comprobaciones y pruebas que se realizaron al sistema de suspensión del vehículo híbrido Toyota Prius modelo A año 2010 se determinó que el sistema cumple con los parámetros del fabricante, también se determinó que el vehículo no viene equipado con el sistema de advertencia de presión de neumáticos.

## **ABSTRACT.**

This research proposed is to study and analysis of the suspension system of the hybrid vehicle Toyota Prius 2010 Model A.

Allowing understand how it works, what elements compose as well as what types of tests and checks may be to identify the condition, in order to manage the relevant information, which they can use to identify and understand the suspension system in the 2010 Toyota Prius hybrid vehicle Models A.

Contributing to the learning of students of the International University of Ecuador engineering faculty in auto mechanics achieving students can technically perform the respective diagnostic and troubleshooting can be found in this system, covering the need for information that is not readily available.

The suspension system of the hybrid vehicle Toyota Prius, mission to ride comfort when driving on road with the absorption of instabilities of the way thanks to the components and elements that make up this system.

On completion of the checks and tests to be carried to the suspension system of the hybrid vehicle Toyota Prius 2010 model it was determined that the system meets the parameters of the manufacturer, also determined that the vehicle is not equipped with the system pressure warning tires.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente nuestro país se encuentra incursionando en nuevas tecnologías, las cuales no contribuyan al deterioro ambiental, siendo estas amigables con el medio ambiente, nos enfocamos en nuevas tecnologías en el sector automotriz en donde se hace referencia a vehículos híbridos, ya que se menciona que estos tipos de vehículos trabajan alternando dos fuentes de energía, con motores eléctricos y motores de combustión interna, logrando así reducir la cantidad de gases nocivos en comparación con un vehículo convencional, al querer conocer más a fondo como operan y trabajan los sistemas en estos vehículos, se observa que no hay información fácilmente disponible a toda persona interesada en esta tecnología , es por la cual nos motiva a estudiar y analizar sus sistemas, permitiendo de esta manera realizar estudios, análisis y pruebas prácticas en un vehículo híbrido.

Es así que nos priorizaremos en el estudio de un sistema que en particular permite mantener el confort y suavidad al movimiento en carreteras logrando que las inestabilidades del terreno no sean tan notorias para el conductor y acompañantes en el interior del vehículo, ya que este es un factor importante en la estabilidad, es por eso que el sistema que es énfasis de nuestro estudio el del sistema de suspensión del Vehículo Toyota Prius.

De esta problemática parte el planteamiento de realizar el Estudio y Análisis del Sistema de Suspensión de un Toyota Prius Híbrido, la misma que se efectuará en las instalaciones de la Universidad Internacional del Ecuador campus centro, las cuales consta con las áreas respectivas para realización de las pruebas y análisis.

# **CAPÍTULO I**

## **1. Problema de la investigación y marco referencial.**

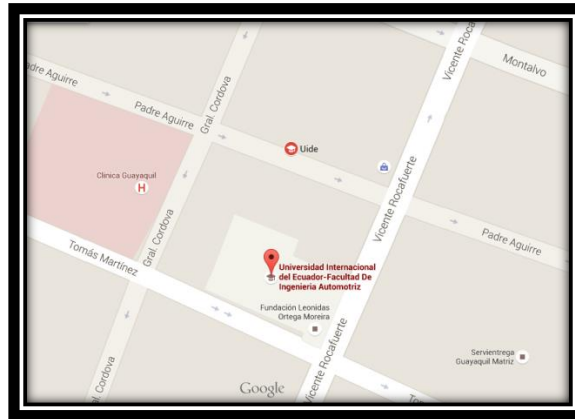
### **1.1. Definición del problema.**

El problema que se plantea es realizar un estudio y análisis del sistema de suspensión, como trabaja y que elementos la componen, como también que tipos de pruebas y comprobaciones pueden existir para identificar su estado, con el fin de gestionar la información respectiva, en las cuales puedan hacer uso para identificar y comprender como trabaja el sistema de suspensión en el vehículo Toyota Prius híbrido, logrando que los que tengan acceso puedan realizar de manera técnica los respectivos diagnósticos y solución de problemas que se puedan encontrar en este sistema, cubriendo así la necesidad de información que fácilmente no se encuentra disponible.

### **1.2. Ubicación del problema.**

La delimitación temporal se determinó durante los meses de junio del 2015 hasta agosto del 2015, lapso que permitió realizar la investigación, estudio y análisis del sistema de suspensión vehículo híbrido Toyota Prius A del 2010.

El trabajo se desarrolló en la ciudad de Guayaquil, en la Facultad de Ingeniería de Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil en la dirección Roca fuerte 310 y Tomás Martínez.



**Figura 1. 1** Ubicación geográfica de la Universidad Internacional del Ecuador Sede Guayaquil.

**Fuente:** <https://www.google.com.ec/maps/>

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### **1.3. Formulación del problema.**

¿Es posible realizar el Estudio y Análisis del Sistema de Suspensión de un Vehículo Híbrido Toyota Prius?

### **1.4. Sistematización del problema.**

¿Cuál es el funcionamiento del sistema de suspensión?

¿Cómo se desarrolló la comprobación de los componentes del sistema de suspensión del vehículo híbrido Toyota Prius A del 2010?

¿Qué instrumentos electrónicos y mecánicos se utilizaron para el desarrollo del estudio y análisis del sistema de suspensión del vehículo híbrido Toyota Prius A del 2010?

### **1.5. Objetivos de la investigación.**

#### **1.5.1. Objetivo general.**

Realizar un Estudio y Análisis del Sistema de Suspensión del Toyota Prius

Híbrido, la cual contara con la información técnica practica comparada con las gestionadas en el manual del fabricante, permitiendo de esta manera proporcionar la información respectiva que será de guía para los estudiantes o personas que tengan la necesidad de conocer cómo trabaja y que elementos la constituyen como también los métodos y procedimiento para su diagnóstico y evaluación, las que se procederán a ejecutar en el Toyota Prius Híbrido A del 2010 que la universidad proporcionara para el presente estudio.

### **1.5.2. Objetivos específicos.**

- Investigar todo lo referente al sistema de suspensión en automóviles
- Comparar la información investigada con la gestionada en el manual
- Analizar los datos proporcionados en el manual y obtenidos por las pruebas realizadas en el vehículo.
- Concluir los resultados obtenidos del análisis.
- Generar la información respectiva que pueda ser distribuidos para la población en general.

### **1.6. Alcance.**

El alcance de este proyecto es que el estudiante tenga la información necesaria para realizar comprobaciones, ajustes y reparaciones del sistema de suspensión del vehículo híbrido Toyota Prius A del 2010, con el fin de poder gestionar evoluciones y diagnóstico de este sistema.

### **1.7. Justificación e importancia de la investigación.**

La base teórica del trabajo se fundamenta en la investigación del sistema de suspensión que viene en el vehículo híbrido Toyota Prius A del 2010.

Para la realización de este estudio se analizará la operación de este sistema de suspensión en el vehículo Toyota Prius Híbrido A del 2010, como está constituida y la función de cada elemento.

Dentro de la metodología se definen las técnicas de investigación necesaria para este proyecto:

El tipo de metodología que se utilizó en esta investigación es de tipo científico, investigativo, descriptivo y de campo.

El proceso metodológico ayuda a que los lineamientos investigativos sean los adecuados para obtener la información esperada.

El estudio y análisis del sistema de suspensión del vehículo Toyota Prius Híbrido A del 2010, ayudará a evaluar el sistema, ya que es necesario conocer sobre el funcionamiento y las posibles fallas que se podrían presentar, tomando la medida correctiva oportuna.

### **1.8. Hipótesis.**

¿Se podrá realizar el Estudio y Análisis del Sistema de Suspensión del Vehículo Toyota Prius Híbrido A del 2010?



### 1.8.1. Variables de Hipótesis.

**Variable independiente:** Vehículo Toyota Prius Híbrido A del 2010.

**Variable dependiente:** Estudio y Análisis del Sistema de Suspensión.

### 1.8.2. Operacionalización de variables.

Tabla 1. 1 Operación de variables dependiente e independiente de la investigación.

Variable	Tipo de Variable	Dimensión	Indicadores
Vehículo Toyota Prius Híbrido	Independiente	Suspensión del Toyota Prius Híbrido	100%
Estudio y Análisis del Sistema de Suspensión	Dependiente	comprobación de parámetros del manual del fabricante con los obtenidos en prácticas.	100% Desarrollado las comprobaciones

Fuente: Byron Satán Cumbe.

## **CAPITULO II**

### **2. Marco Teórico.**

El presente capítulo hablaremos del vehículo Toyota Prius, el cual es motivo de nuestro estudio, trataremos la historia, suspensiones, componentes y elementos que conforman una suspensión en general, y la suspensión que lleva incorporada este vehículo.

#### **2.1. Vehículo Toyota Prius Híbrido.**

El Toyota Prius es un automóvil híbrido gasolina-eléctrico que se ha convertido en el más visible representante de los vehículos híbridos. El Prius fue lanzado en el mercado japonés en 1997 y fue el primer vehículo híbrido producido en serie. Es un híbrido puro, con una cantidad muy elevada de soluciones técnicas innovadoras e incluso un problema de patentes que los jueces fallaron en contra de Toyota. El primer año de ventas fue un éxito, 18.000 unidades. En 2001 fue lanzado en otros mercados a nivel mundial.

En 2011 el Toyota Prius se vende en más de 70 países, con Japón y Estados Unidos representando los mayores mercados. En mayo de 2008, las ventas acumuladas a nivel mundial alcanzaron el hito de 1 millón de Prius vendidos, y en septiembre de 2010, las ventas a nivel mundial alcanzaron los 2 millones de unidades. En los Estados Unidos, las ventas alcanzaron 1 millón de Prius vendidos en abril de 2011 y en Japón la marca de 1 millón se alcanzó en agosto de 2011. Desde su lanzamiento en 2009.

Prius de tercera generación ha vendido más de 1 millón de automóviles en el mundo entero hasta septiembre de 2011.

La tercera generación del Prius 2010, fue presentado en el Show Automovilístico Internacional de América del Norte de 2009, y las ventas del nuevo modelo iniciaron en Japón el 18 de mayo de 2009. En España la venta de la tercera generación empezó en junio de 2009. En Filipinas el Prius también fue lanzado en junio de 2009. El lanzamiento para América Latina se realizó el 3 de julio de 2009 en Costa Rica.



**Figura 2. 1** Tercera Generación del Toyota Prius.

**Fuente:** Byron Satán Cumbe.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### **2.1.1. Características de funcionamiento.**

Este vehículo es un híbrido que combina la potencia de un motor a gasolina con la eficiencia ecológica de una batería eléctrica.

El vehículo es arrancado por el motor eléctrico y funciona a baja velocidad cuando el vehículo requiere mayor velocidad el Prius selecciona automáticamente el motor a gasolina, en condiciones normales de conducción la última versión híbrida consume

5,3 litros por cada 100 km y emite 89 gramos de CO<sub>2</sub> por km. (Manual Toyota Prius)(2010).

Este vehículo se caracteriza por su bajo consumo con respecto a otros vehículos normales ya sean que incorporen motores a diesel o gasolina, se considera líder en su segmento por la economía de combustible y bajas emisiones (Manual Toyota Prius).

La alimentación del motor eléctrico del Toyota Prius es dada por una serie de baterías que se recargan con el movimiento del vehículo, este sistema fue nombrado por Toyota como HybridSynergy Drive. Puntualmente es la gran ventaja que presentan los Prius en comparación con los vehículos eléctricos que deben ser recargados periódicamente por una fuente de energía eléctrica (Manual Toyota Prius).

### **2.1.2. Características de la tercera generación del Toyota Prius.**

Este modelo cuenta con un motor de gasolina de 1.800cc. de cilindrada a diferencia de las versiones anteriores que era de 1.500cc, este vehículo trabaja coordinadamente con un motor eléctrico en una configuración denominada híbrida. El motor de combustión interna del vehículo Toyota Prius trabaja el ciclo Atkinson, el cual es más eficiente que el ciclo Otto, pues consigue relaciones más altas de compresión, en el caso del Prius 13:1, lo que repercute en mejor aprovechamiento de la energía liberada.

El Toyota Prius que actualmente circula en el Ecuador dispone del funcionamiento del motor eléctrico en momentos de bajos regímenes de fuerza o velocidad, menos

de 50 km/h, y en altos regímenes de fuerza o velocidad funciona el motor de combustión interna(Sociedad Tecnica de Automocion, 2010).

Otra estrategia de ahorro de combustible es que el motor de gasolina se apaga en las constantes detenciones que se sufren en el tránsito urbano. El Prius supera los problemas de poca autonomía, largo tiempo de recarga y escasas prestaciones de los vehículos eléctricos y se convierte en el automóvil con motor de combustión interna de más alto rendimiento y más bajas emisiones disponible en la actualidad, de acuerdo con la normativa de la Unión Europea.(Arias Paz, 2009)

## **2.2. Estudio y análisis del sistema de suspensión.**

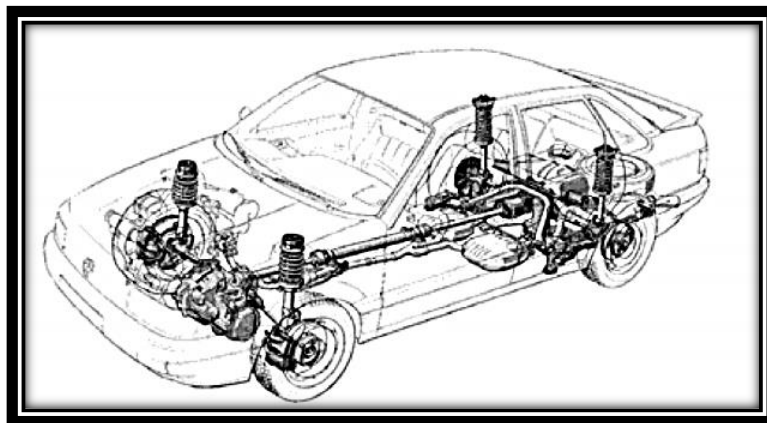
El sistema de suspensión de un vehículo es el conjunto de elementos que unen el chasis de un automóvil con la superficie rodante, tiene como misión mantener el contacto entre la rueda y la carretera y la absorción de las irregularidades del terreno para conseguir, por una parte un mayor control y seguridad del vehículo y, por otra, la comodidad de los ocupantes.

Una suspensión debe tener dos cualidades; la elasticidad, para evitar golpes secos en el bastidor debido a las irregularidades del terreno y la amortiguación, que impida un excesivo balanceo de los elementos que constituyen la suspensión.

Con respecto a la suspensión, el peso del vehículo se divide en dos partes:

- La masa suspendida, que comprende todos los elementos cuyo peso es soportado por el chasis o bastidor (motor, carrocería, caja de cambios, etc.).
- La masa no suspendida, que abarca el resto de partes del vehículo como la suspensión, los brazos de la dirección, trapecios, manguetas, discos de freno, etc. es la parte del vehículo que está permanentemente en contacto con la calzada.

Según avanzaba el tiempo los sistemas de suspensión evolucionaban conjuntamente con el desarrollo de los vehículos, implementándose primero sistemas de suspensión que únicamente constaban de ballestas, pero surgieron varios problemas con la implementación de este sistema, uno de estos fue que el vehículo perdía estabilidad, entonces aparecieron los resortes helicoidales y las barras de torsión pero de igual forma que en el sistema de ballestas existieron problemas relacionados con la estabilidad, posteriormente se fabricaron los amortiguadores, que se encargaban de absorber vibraciones y oscilaciones producidas por otros elementos que componen el sistema de suspensión. Una suspensión actual de tipo convencional cuenta básicamente con dos elementos: un resorte (o muelle helicoidal) y un amortiguador. El resorte tiene como función principal absorber las irregularidades del camino para que no se transmitan a la carrocería, el amortiguador a su vez, tiene la función de controlar las oscilaciones de la carrocería. Con esta combinación de elementos se logra una marcha cómoda, segura y estable, acorde con los requerimientos de los automóviles y los caminos actuales. Obviamente, los componentes mencionados no trabajan solos, pues se encuentran integrados en conjuntos mecánicos que funcionan como un equipo y que juntos constituyen el sistema de suspensión.



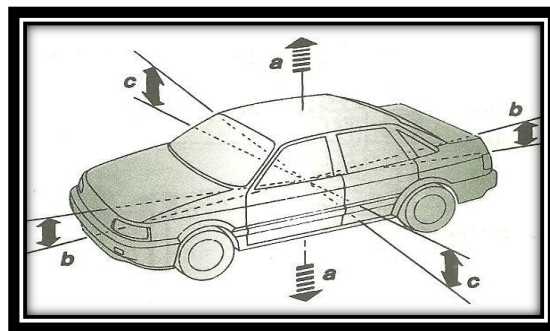
**Figura 2. 2** Suspensión del automóvil.

**Fuente:** J. M. Alonso Pérez. (2008), Técnicas del automóvil. Chasis. 8 Edición

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

El sistema de suspensión también debe absorber oscilaciones producidas durante la propia conducción del vehículo, incluyendo las oscilaciones creadas por distribuciones incorrectas de cargas. Estos movimientos se generan en el centro de gravedad del coche y se propagan en distintos sentidos. Los tres tipos de oscilaciones que pueden darse en el automóvil son:

- Empuje: son oscilaciones que se producen en torno al eje vertical y se producen al pasar en un terreno ondulado (a).
- Cabeceo: son oscilaciones producidas a lo largo del eje transversal del vehículo y se producen en frenadas y aceleraciones bruscas (b).
- Bamboleo o balanceo: son oscilaciones producidas a entorno al eje longitudinal del vehículo y se producen al tomar curvas a alta velocidad (c).



**Figura 2. 3** Oscilaciones del cuerpo del automóvil

**Fuente:** Manual del Automóvil reparación y mantenimiento. (2005). Edición: Cultural S.A.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### 2.2.1 Misión del sistema de suspensión

La misión del sistema de suspensión de un automóvil es hacer más cómoda la marcha del mismo para los ocupantes y contribuir en todo momento a la mayor estabilidad del vehículo. Para cumplir estos objetivos deberá tener dos cualidades importantes que mencionamos anteriormente elasticidad y amortiguación.

Además también es necesario que cumplan con otras cualidades complementarias:

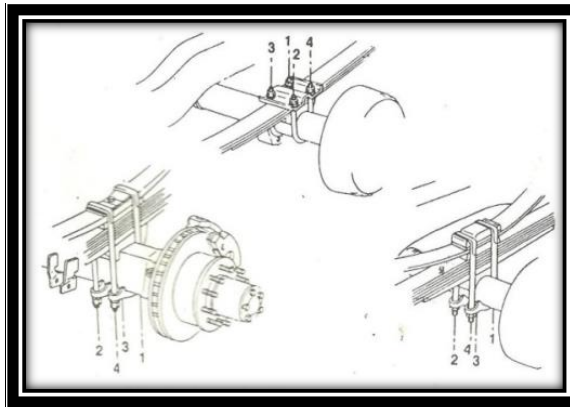
- Transmitir las fuerzas de aceleración y de frenada entre los ejes y bastidor.
- Resistir el par motor y de frenada.
- Resistir los efectos de las curvas.
- Conservar el ángulo de dirección en todo el recorrido.
- Conservar el paralelismo entre los ejes y la perpendicularidad del bastidor.
- Proporcionar una estabilidad adecuada al eje de balanceo.
- Soportar la carga del vehículo.

### 2.2.3. Componentes.

Los componentes que conforman el sistema de suspensión en general son los siguientes:

#### 2.2.3.1. Ballestas.

Uno de los elementos elásticos utilizado en los sistemas de suspensión es la ballesta, está compuesta por una serie de hojas de acero que se mantienen aplicadas una contra otra, formando un conjunto elástico y de gran resistencia a la rotura.



**Figura 2. 4** Paquete de ballestas de la Blazer

**Fuente.** CHILTON Manual de Reparaciones y Mantenimientos.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.



### 2.2.3.2. Muelles.

Los muelles helicoidales están contruidos por una varilla de acero de diámetro comprendido, generalmente, entre diez y quince milímetros, enrollado en forma de hélice. Sus espiras extremas se hacen planas para obtener un buen asiento, tanto en al zona superior como en la inferior. El diámetro del muelle varía en función de la carga que ha de soportar.

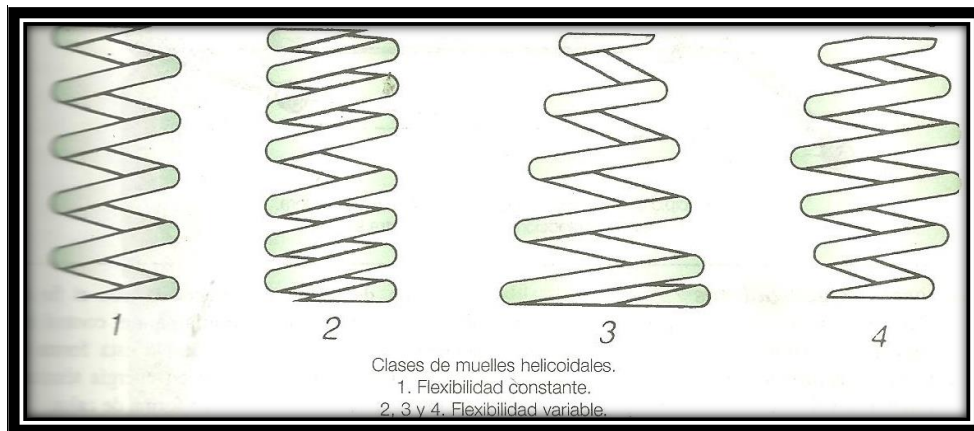


**Figura 2. 5** Suspensión con muelle.

**Fuente:** Byron Satán Cumbe.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

Variando sus características constructivas (diámetro de la varilla, número de espiras, ángulo de inclinación de las mismas, diámetro del muelle, etc.), se puede conseguir que la suspensión se comporte de diferentes maneras. Por ejemplo, con la utilización de muelles helicoidales cónicos, en los que el diámetro de las espiras va disminuyendo progresivamente de un extremo a otro, se consigue flexibilidad progresiva, a medida que se comprime el muelle.



**Figura 2. 6** Tipos de Muelles (1 Flexibilidad constante, 2,3 y 4 variable).

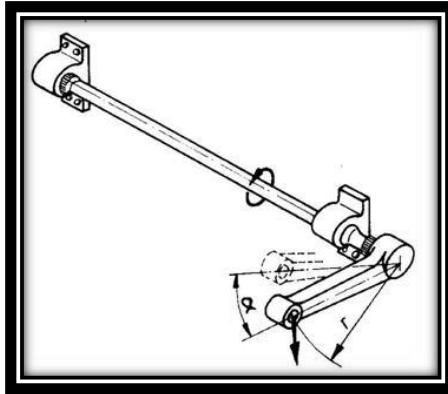
**Fuente:** Manual del Automóvil reparación y mantenimiento. (2005). Edición: Cultural S.A.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### **2.2.3.3. Barras de torsión.**

El funcionamiento de las barras de torsión está basado en el principio de que, si a una varilla de acero elástico, sujeta por uno de sus extremos, se le aplica por el otro un esfuerzo de torsión, la varilla tenderá a retorcerse, y volverá a su forma primitiva, por su elasticidad, cuando cese el esfuerzo de torsión.

El montaje de estas barras sobre el vehículo se realiza fijando uno de sus extremos al chasis o a la carrocería, de forma que no pueda girar en su soporte; en el otro extremo, se coloca una palanca solidaria a la barra, unida en su extremo libre al eje de la rueda. Cuando ésta suba o baje por efecto de las desigualdades del terreno, se producirá en la barra un esfuerzo de torsión, cuya deformación elástica permite el movimiento de la rueda.



**Figura 2. 7** Barra de torsión

**Fuente:** Manual del Automóvil reparación y mantenimiento. (2005). Edición: Cultural S.A.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

Las barras de torsión se disponen de forma paralela al eje longitudinal del vehículo, en el eje delantero, sujetas por el extremo de torsión al brazo de la suspensión en su eje de giro, y por el otro extremo a un punto fijo sujeto a la carrocería.



**Figura 2. 8** Suspensión frontal con barra de torsión

**Fuente:** Byron Satán Cumbe.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

## **2.2.4. Elementos de amortiguación de la suspensión.**

### **2.2.4.1. Amortiguadores.**

Tienen como misión absorber el exceso de fuerza del rebote del vehículo, es decir, eliminando los efectos oscilatorios de los muelles. Pueden ser de fricción o hidráulicos y estos últimos se dividen en giratorios, de pistón y telescópicos, éstos son los más usados. Tanto un sistema como el otro permiten que las oscilaciones producidas por las irregularidades de la marcha sean más elásticas. Para controlar el número y la amplitud de estas, se incorporan a la suspensión los amortiguadores.

Los amortiguadores hidráulicos están formados por dos cilindros excéntricos, dentro de los cuales se desplaza un vástago por el efecto de las oscilaciones a las que ofrece resistencia.

Existen dos tipos de amortiguadores hidráulicos telescópicos, que son los más utilizados en automoción, los de doble tubo o bitubo y los de un solo tubo o monotubo.

#### **a. Amortiguadores de gas.**

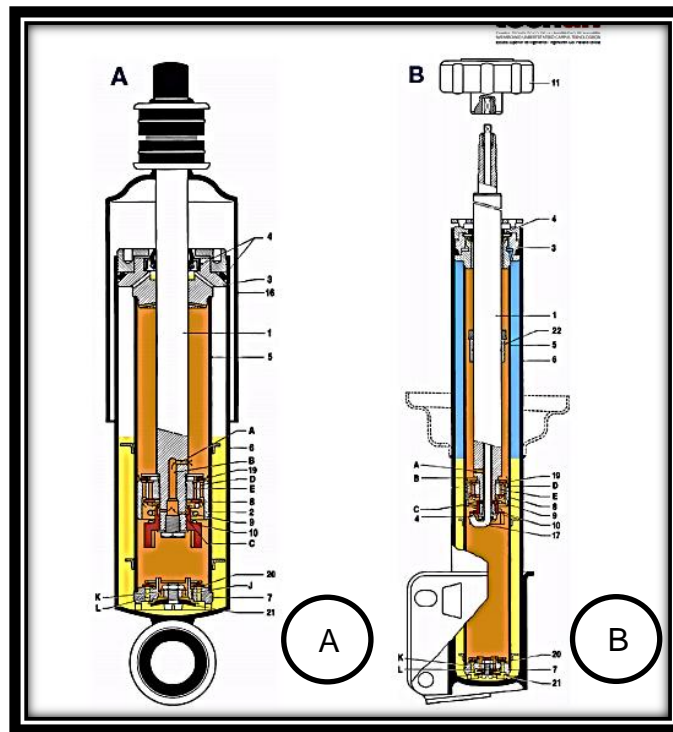
Los amortiguadores de gas ofrecen una gran estabilidad y rigidez al vehículo, permitiéndole tomar curvas más rápidamente, estos amortiguadores son utilizados en carreras como las de gran turismo.

#### **b. De aceite**

Los amortiguadores de aceite se les llama amortiguadores hidráulicos, estos están compuestos por un aceite que se comprime fácilmente, son incluso, mucho más suaves que los amortiguadores convencionales.

### c. Amortiguador de doble tubo.

Son los más comunes en la actualidad. A su vez los hay de dos tipos. No presurizados (aceite) y presurizados (con aceite y gas). Constan de dos cámaras: una llamada interior y otra de reserva. Hay válvulas en el pistón y en la base del amortiguador, llamada válvula de pie.



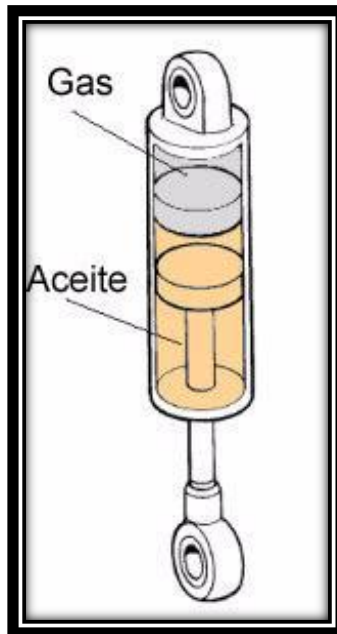
**Figura 2. 9** Amortiguador bitubo no presurizado (A) y presurizado (B).

**Fuente:** Juan Manuel Urbieta. (2003) Manuales de Automoción.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### d. Amortiguadores monotubo.

Su uso es cada vez más extendido sobre todo en vehículos de altas prestaciones y en competición. Constan de dos cámaras principales. Una contiene aceite y el otro gas a presión (normalmente nitrógeno) que están separadas por un pistón flotante.



**Figura 2. 10** Amortiguadores monotubo.

**Fuente:** Juan Manuel Urbieta. (2003) Manuales de Automoción.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### 2.2.5. Otros elementos de la suspensión.

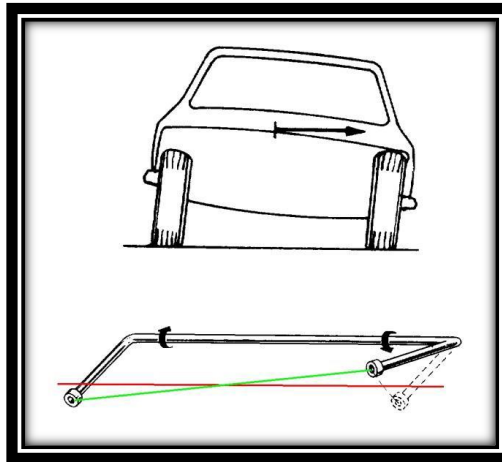
El resto de los elementos que componen la suspensión se puede dividir en:

- ✓ Elementos que mejoran el comportamiento de la suspensión:
  - Las barras estabilizadoras
  - Los tirantes de reacción
  - Las barras transversales
- ✓ Elementos constructivos:
  - Los brazos articulados
  - La mangueta
  - Las rótulas de suspensión
  - Los silentblocks “topes de goma”.

### 2.2.5.1. Barra estabilizadora.

Cuando el vehículo toma una curva, la acción de la fuerza centrífuga carga el peso del coche sobre las ruedas exteriores, con lo cual, la carrocería tiende a inclinarse hacia ese lado, con peligro de vuelco.

Para evitar que suceda, se montan barras estabilizadoras sobre los ejes, que consisten, esencialmente, en una barra de acero elástico, cuyos extremos se fijan a los brazos de suspensión de las ruedas; de esta forma, al tomar una curva, como una de las ruedas tiende a bajar y la otra a subir, se crea un par de torsión en la barra que absorbe el esfuerzo e impide que la carrocería se incline a un lado, con lo que la manteniéndola estable.



**Figura 2. 11** Barra estabilizadora.

**Fuente:** Manual del Automóvil reparación y mantenimiento. (2005). Edición: Cultural S.A.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

Se produce el mismo efecto cuando una de las ruedas encuentra un bache u obstáculo, de modo que, al bajar o subir la rueda, se crea un par de torsión en la barra, que hace que la carrocería se mantenga en posición horizontal.

Asimismo, la barra estabilizadora actúa con el vehículo en línea recta, con lo que se evitan los balanceos laterales; por ello, también recibe el nombre de barra anti balanceo.

- Para la suspensión delantera, el montaje se realiza de dos formas:
  - a. Anclando los extremos de la barra directamente al brazo de suspensión.



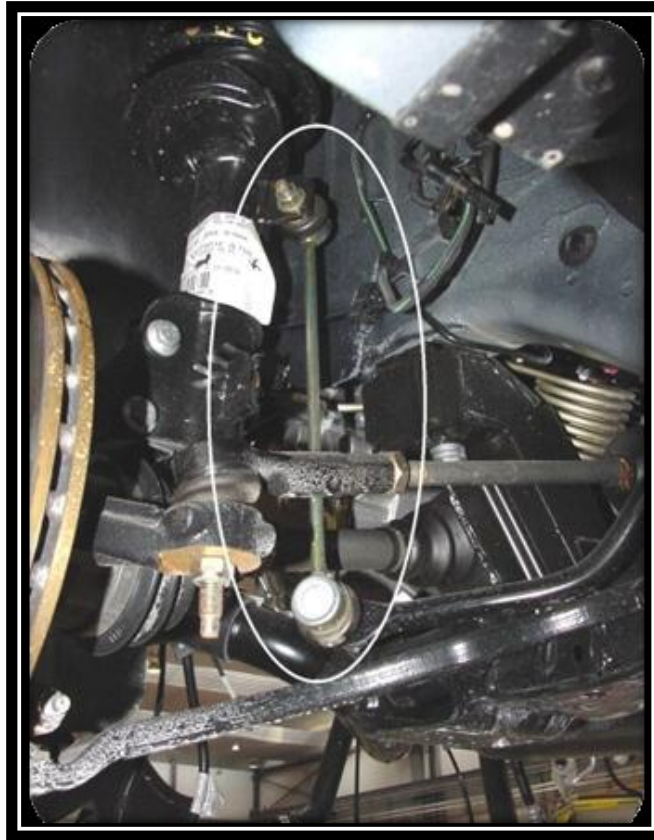
**Figura 2. 12** Barra directamente al brazo de suspensión.

**Fuente:** Byron Satán Cumbe.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

b. O por interposición de una bieleta. En las suspensiones tipo McPherson se anclan los extremos mediante bieletas y rotulas a las columnas de suspensión. Además, la barra se sujeta a la carrocería o puentes mediante silentblocks “bujes”.





**Figura 2. 13** Barra unida al plato por interposición de una bieleta.

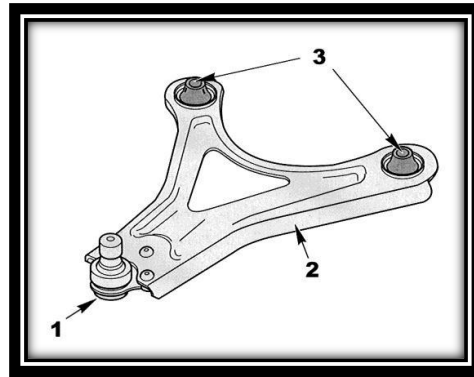
**Fuente:** Byron Satán Cumbe.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

#### **2.2.5.2. Brazos articulados.**

Los brazos articulados (2) se sitúan entre la carrocería y la mangueta, y se pueden montar sobre la parte superior o inferior de la suspensión. Su misión es mejorar el guiado del neumático y permitir su oscilación.

Se fabrican de acero o aleación de aluminio, ya sea en forma de triángulo o tipo barra. La sujeción a la carrocería se efectúa mediante silentblocks “topes de goma” (3) y, a la mangueta, mediante rótulas (1).



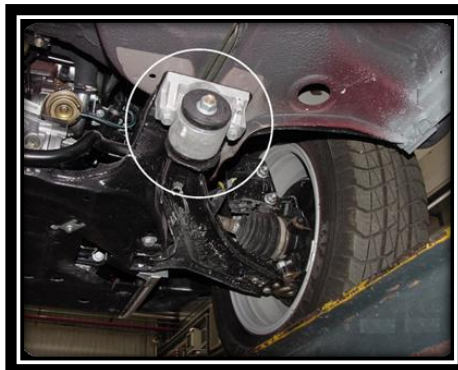
**Figura 2. 14** Plato articulado de la suspensión delantera.

**Fuente:** Manual del Automóvil reparación y mantenimiento. (2005). Edición: Cultural S.A.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### 2.2.5.3. Silent blocks o topes de goma.

Los topes de goma son elementos elásticos de unión fabricados con caucho, que absorben las vibraciones de la suspensión y evitan que se transmitan a la carrocería. En suspensiones se utilizan para unir los brazos con la carrocería y permitir su giro.

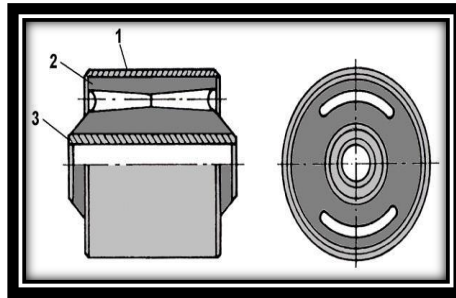


**Figura 2. 15** Topes de goma.

**Fuente:** Byron Satán Cumbe.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

Están formados por dos carcasas metálicas (1 y 3) que sirven de fijación a los elementos que unen y en medio se sitúa el elemento elástico de caucho (2).



**Figura 2. 16** Identificación de las partes del cojinete del brazo de suspensión.

**Fuente:** Manual del Automóvil reparación y mantenimiento. (2005). Edición: Cultural S.A.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

#### 2.2.5.4. Mangueta.

La mangueta sirve de apoyo a las ruedas directrices y les permite rodar y orientarse al girar el volante. La unión de la mangueta con el resto de los elementos de la suspensión se realiza en función del tipo de suspensión: en McPherson, mediante rótula directamente al brazo y al amortiguador; en trapecio articulado, mediante rótulas a cada uno de los brazos de la suspensión.



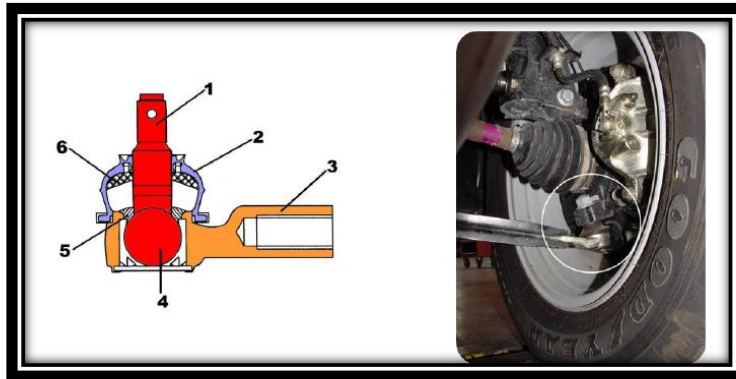
**Figura 2. 17** Mangueta de la suspensión delantera.

**Fuente:** Juan Manuel Urbieto. (2003) Manuales de Automoción.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### 2.2.5.5. Rótulas de suspensión.

Son elementos de unión que posibilitan el giro de las piezas en varias direcciones. Están constituidos por una bola de acero (4), alojada en el interior de un cuerpo metálico (3) por medio de dos soportes (5) de nylon, que permiten el giro de la bola por la acción del vástago (1) unido a ella. El vástago va roscado por su parte superior con una tuerca, que lo sujeta a los elementos de la suspensión. Además, dispone de unos guardapolvos (2) y justas de estanqueidad (6) para evitar la entrada de suciedad en el interior de la rótula.



**Figura 2. 18** Rótulas de suspensión.

**Fuente:** Juan Manuel Urbietta. (2003) Manuales de Automoción.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### 2.3. Clasificación de los sistemas de suspensión.

Según el tipo de elementos empleados y la forma de montajes de los mismos, existen varios sistemas de suspensión, todos ellos basados en el mismo principio de funcionamiento.

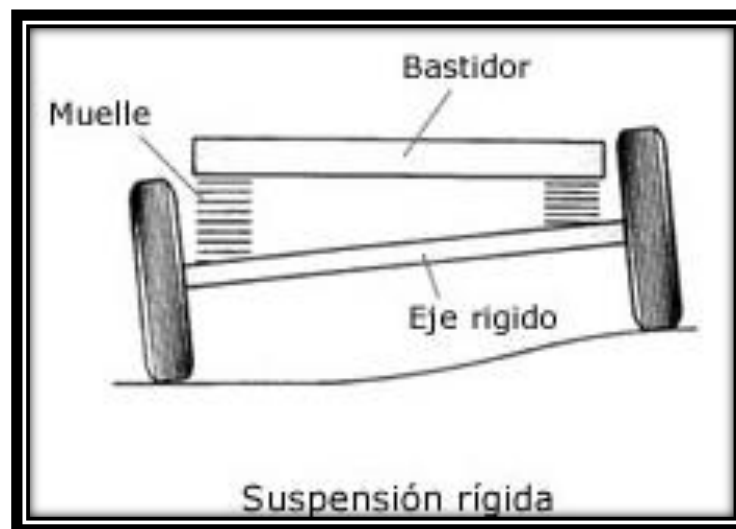
No todos los modelos de suspensión pueden ser montados en el eje delantero o trasero indistintamente; por lo que cada tipo de suspensión se adapta mejor a uno de los dos ejes. Estas se pueden clasificar en:

- Suspensiones rígidas.
- Suspensiones semirrígidas.
- Suspensiones independientes.

### 2.3.1 Suspensiones rígidas.

En cuyos extremos se montaban las ruedas. Como consecuencia de ello, todo el movimiento que afecta a una rueda se transmite a la otra del mismo eje. En la figura inferior podemos ver como al elevarse una rueda, se extiende su inclinación al eje y de este a la otra rueda.

Como el eje va fijado directamente sobre el bastidor, la inclinación se transmite a todo el vehículo. Este montaje es muy resistente y más económico de fabricar, pero tiene la desventaja de ser poco cómodo para los pasajeros y una menor seguridad.



**Figura 2. 19** Suspensión eje rígido

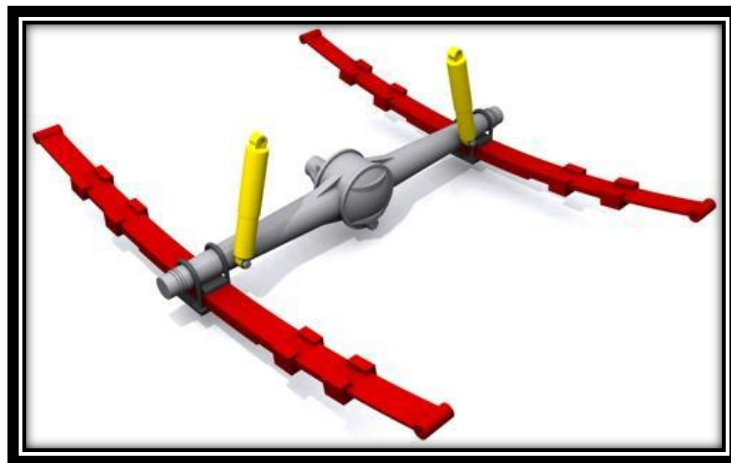
**Fuente:** Arias Paz Manuel. (2006), Editorial Cie Inversiones.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### 2.3.1.1. Tipo “Hotchkiss”

El sistema de suspensión tipo “Hotchkiss” consta de un eje rígido con el diferencial integrado y que está montado al bastidor por medio de una ballesta semi elíptica longitudinal para cada rueda, que se ancla aproximadamente en el punto medio de la ballesta. Para el amortiguamiento de las oscilaciones se acompaña con un par de unidades hidráulicas telescópicas.

El sistema provee flexibilidad en sentido vertical, para que la ballesta funcione como resorte, pero la sujeción en las otras direcciones es bastante escasa, especialmente en dirección lateral, y también se hace susceptible a sufrir movimientos de torsión, debido a la progresiva disminución de la rigidez en las ballestas, para buscar mayor confort. En la práctica este sistema es el que resulta más ineficaz, por ello se utiliza en aplicaciones donde el comportamiento dinámico no sea relevante debido a que es el sistema más barato. Puede verse un ejemplo de este tipo de suspensión en la figura.



**Figura 2. 20** Suspensión Tipo “Hotchkiss”

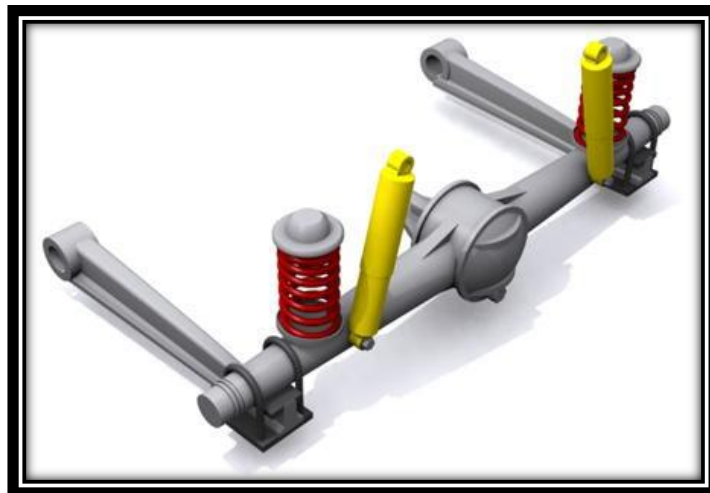
**Fuente:** J. M. Alonso Pérez. (2008), Técnicas del automóvil. Chasis. 8 Edición.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### 2.3.1.2 Eje rígido con resorte helicoidal.

La suspensión de eje rígido con resorte helicoidal toma como base la suspensión tipo “hotchkiss”, con la diferencia de que en este tipo de suspensión se prescinden de las ballestas como elemento elástico y se las sustituyen por unos muelles helicoidales. Por un lado se perderá su función como elemento fijador de la rueda, por lo que será necesario el uso de un par de brazos longitudinales para guiar a las ruedas. Estos sistemas son más avanzados, y permiten una mejor sujeción del eje, así como una mejor absorción de impactos por emplear como resortes muelles helicoidales.

Los amortiguadores que acompañan a los resortes helicoidales se pueden montar de forma concéntrica con estos (disposición “coil-over”) o de forma separada, lo que permite mayor compacidad.



**Figura 2. 21** Eje rígido con resorte helicoidal.

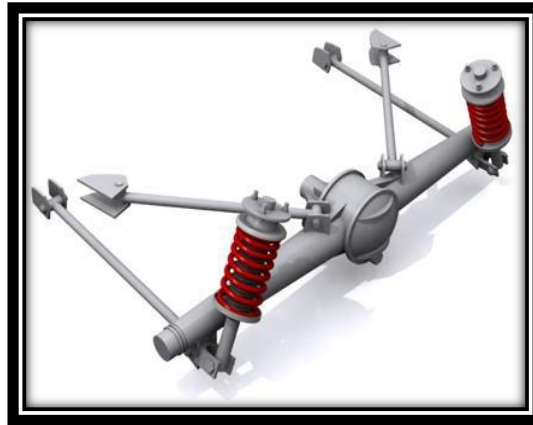
**Fuente:** J. M. Alonso Pérez. (2008), Técnicas del automóvil. Chasis. 8 Edición.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### 2.3.1.3. Tipo “Cuatro barras”.

El sistema de suspensión de tipo “Cuatro barras” (llamado “4-link” en inglés) es otra alternativa para controlar el eje si se sustituyen las ballestas por muelles

helicoidales. El control del eje se efectúa mediante cuatro brazos, repartidos en parejas para cada rueda: los inferiores toman la función de control longitudinal del eje, mientras que los superiores se encargan del par motor, del frenado y de las fuerzas laterales. Existe una variante con los brazos superiores paralelos, y otra con ellos dispuestos en ángulo. O incluso reemplazados por un solo brazo triangular.



**Figura 2. 22** Tipo “Cuatro barras.

**Fuente:** J. M. Alonso Pérez. (2008), Técnicas del automóvil. Chasis. 8 Edición.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### **2.3.2. Suspensión semirrígida.**

Estas suspensiones son muy parecidas a las suspensiones rígidas, su diferencia principal es que las ruedas están unidas entre sí como en el eje rígido pero transmitiendo de una forma parcial las oscilaciones que reciben de las irregularidades del terreno. En cualquier caso aunque la suspensión no es rígida total tampoco es independiente. La función motriz se separa de la función de suspensión y de guiado o lo que es lo mismo el diferencial se une al bastidor, no es soportado por la suspensión.

#### **2.3.2.1 Puente trasero “De Dion”.**

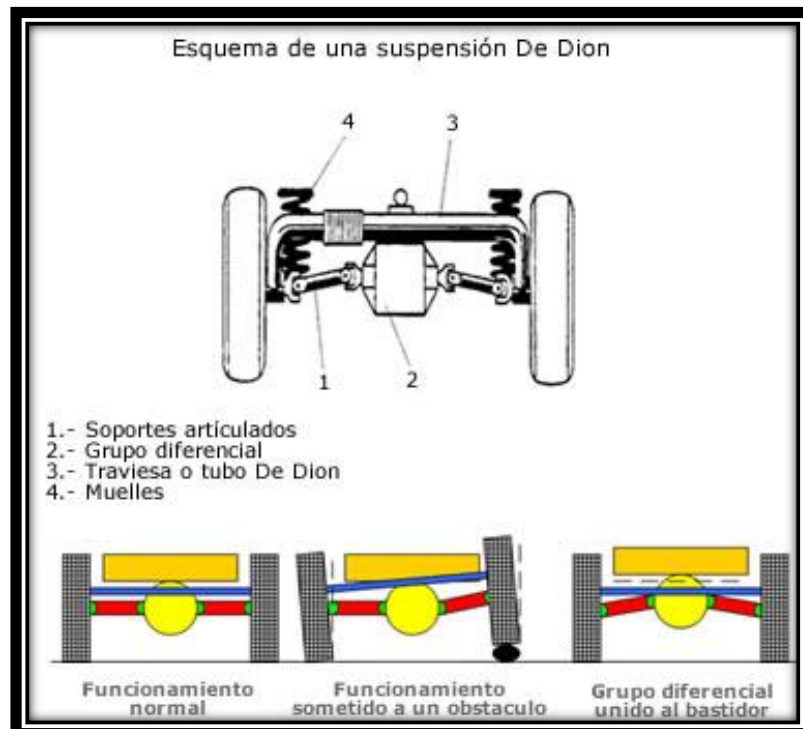
El puente trasero “De Dion” fue usado en los primeros tiempos del automóvil, por la entonces famosa marca francesa “De Dion-Bouton”.



Este sistema se compone de la combinación de un diferencial y palieres montados en el chasis, y un tubo lateral telescópico que une las dos ruedas del eje.

Con esto se combina la virtud de los ejes rígidos, de no permitir cambio de ángulo de caída de las ruedas ante cualquier recorrido de la suspensión, y por otro lado, disminuye las masas no suspendidas, asimilándose a una suspensión independiente y, por tanto, mejorándose la estabilidad del coche al disminuir el peso de la masa „no suspendida“.

Sin embargo, esta solución añade complejidad, porque requiere del doble de juntas para los palieres, con lo que la disminución de peso ya no es tan notable.



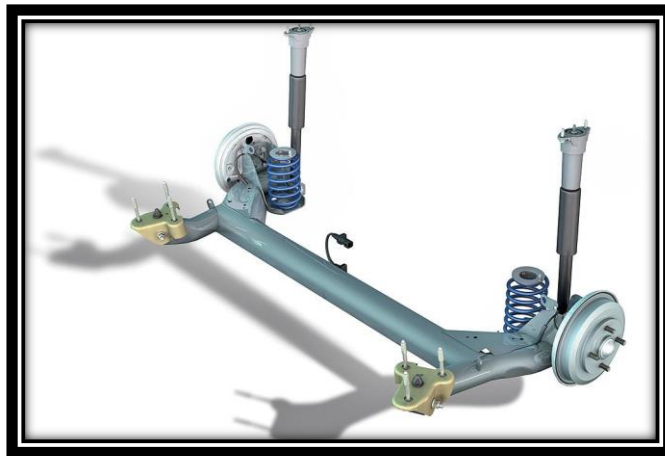
**Figura 2. 23** Puente trasero “De Dion.

**Fuente:** J. M. Alonso Pérez. (2008), Técnicas del automóvil. Chasis. 8 Edición.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### 2.3.2.2 Suspensión eje Torsional.

Las ruedas están unidas rígidamente a dos brazos longitudinales unidos por un travesaño que los une y que se tuerce durante las sacudidas no simétricas, dando estabilidad al vehículo. Esta configuración da lugar, a causa de la torsión del puente, a una recuperación parcial del ángulo de caída de alto efecto de estabilización, características que junto al bajo peso, al bajo coste y al poco espacio que ocupan, ideal para instalarla junto con otros componentes debajo del piso (depósito de combustible, escape, etc.). Esta configuración ha convertido a este tipo de suspensiones en una de las más empleadas en vehículos de gama media-baja.



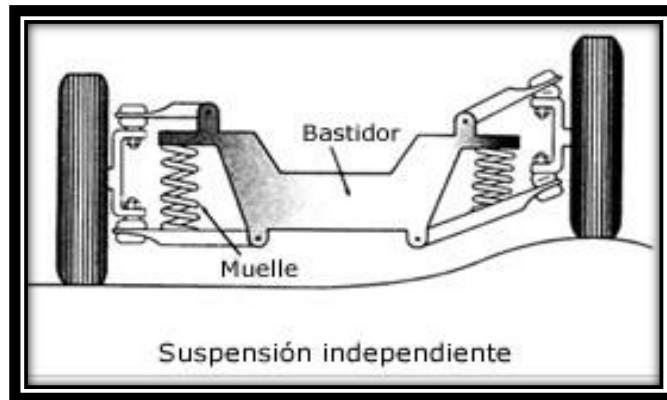
**Figura 2. 24** Suspensión de eje Torsional.

**Fuente:** Juan Manuel Urbieta. (2003) Manuales de Automoción.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### 2.3.3 Suspensión Independiente.

Tiene un montaje elástico independiente que no está unido a otras ruedas. A diferencia del sistema rígido, el movimiento de una rueda no se transmite a la otra y la carrocería resulta menos afectada.



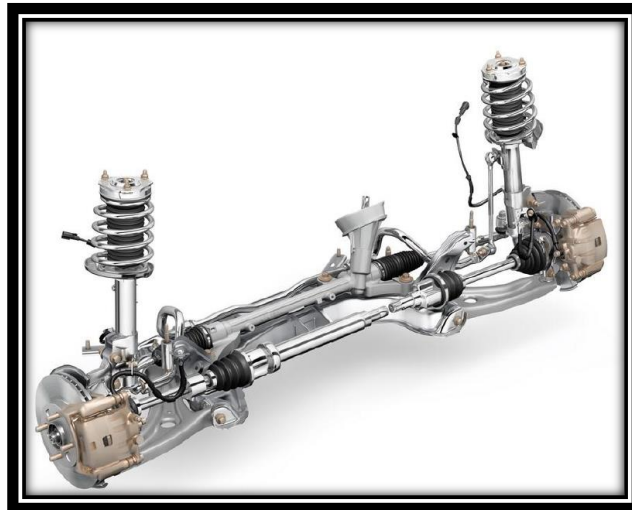
**Figura 2. 25** Suspensión Independiente.

**Fuente:** Manual del Automóvil reparación y mantenimiento. (2005). Edición: Cultural S.A.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### 2.3.3.1 Suspensión McPherson.

Esta suspensión fue desarrollada por Earle S. McPherson, ingeniero de Ford del cual recibe su nombre. Este sistema es uno de los más utilizados en el tren delantero aunque se puede montar igualmente en el trasero.



**Figura 2. 26** Suspensión McPherson frontal de un Ford fiesta.

**Fuente:** Juan Manuel Urbieto. (2003) Manuales de Automoción.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

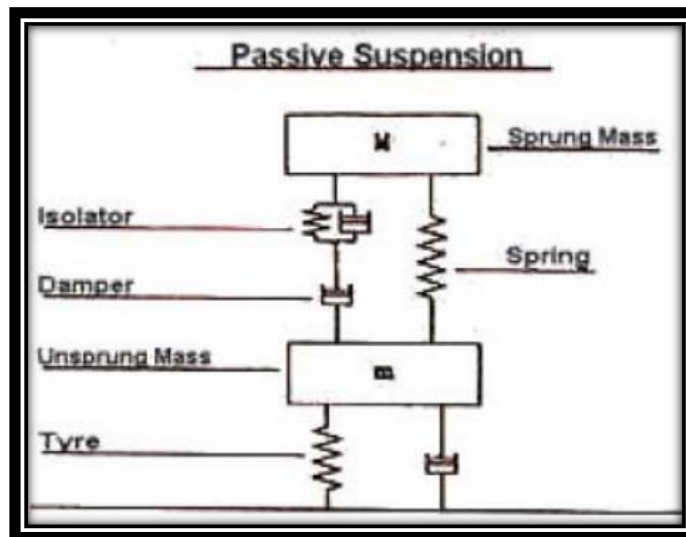
## 2.4. Tipos de sistema de suspensión.

Existen varios tipos de sistema de suspensión, los cuales se clasifican en tres grupos principales:

- Suspensión pasiva.
- Suspensión semi activa.
- Suspensión activa.

### 2.4.1. Suspensión pasiva.

La suspensión pasiva corresponde a las suspensiones estudiadas en el tema anterior y, son las más utilizadas actualmente en vehículos pequeños y medios. La característica principal de estos sistemas es que, una vez que están instalados en el vehículo, los parámetros de la suspensión (resistencia, altura) no se pueden controlar desde fuera.



**Figura 2. 27** Suspensión pasiva.

**Fuente:** Manual del Automóvil reparación y mantenimiento. (2005). Edición: Cultural S.A.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

A más de estos sistemas se le añade otro sistema de suspensión, como es el caso del sistema de suspensión hidroneumática.

La suspensión hidroneumática combina elementos hidráulicos y neumáticos que garantiza una suspensión suave y elástica, facilitando, además, el reglaje y nivelación de la carrocería de forma automática. Este tipo de suspensión viene incorporado generalmente en vehículos de costo moderado.



**Figura 2. 28** Suspensión hidroneumática.

**Fuente:** Técnicas del automóvil. Chasis. 8 Edición J. M. Alonso Pérez.

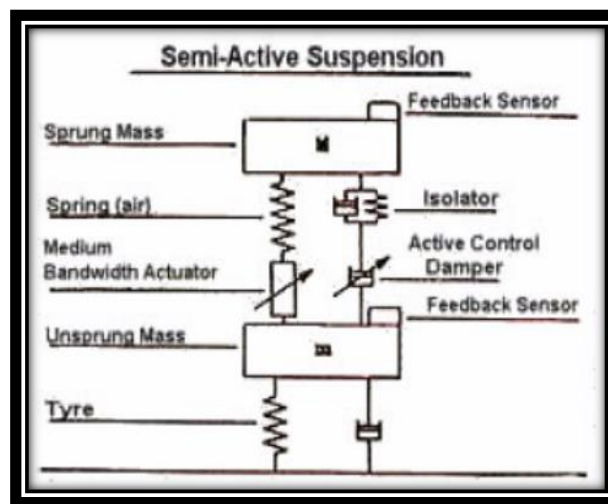
**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

#### **2.4.2. Suspensión semi activa.**

Mediante el empleo de sistemas regulados se permiten variar los mecanismos de suspensión y amortiguación para adaptarlos a necesidades de uso deportivo o confort. Por eso se habla del mecanismo de suspensión regulada, que utilizan al contrario que una suspensión convencional, componentes regulables que pueden estar asistidos por la electrónica: sensores, módulos electrónicos, etc. Estos sistemas se denominan "semi activos" y no necesitan de canal externo de energía.

Las principales ventajas de la suspensión semi activa son:

- Una marcha ajustable, optimizada para obtener el mayor rendimiento en la conducción y el confort.
- La posibilidad de seleccionar la firmeza de la suspensión.
- La suspensión se ajustara automáticamente según las condiciones de la carretera.
- El mismo dimensionado comparado con los sistemas de suspensión tradicionales.



**Figura 2. 29** Suspensión semi activa.

**Fuente:** Manual del Automóvil reparación y mantenimiento. (2005). Edición: Cultural S.A.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

Los primeros sistemas de amortiguación de tipo semi activo se utilizaban amortiguadores hidráulicos, pero este tipo de amortiguadores presentaron problemas en el tiempo de respuesta (aprox. 100÷200 ms) superior al tiempo de muestreo del controlador por lo que la fuerza de control generada es diferente a la fuerza de control deseada.

Un ejemplo de este tipo de sistemas, es el sistema de suspensión neumática.

### 2.4.2.1. Suspensión neumática

Las suspensiones neumáticas sustituyen los muelles, ballestas o barras de torsión, por unos pulmones de aire en cada rueda, que permiten los movimientos verticales de las mismas, efectuando en ellos una amortiguación debida a la variación de volumen y presión de aire del pulmón. Estos modelos de suspensión generalmente se realizan de flexibilidad variable y a ellos se adaptan dispositivos que permiten mantener la misma distancia de la carrocería al suelo con el vehículo cargado o vacío.



**Figura 2. 30** Suspensión neumática del Audi A6.

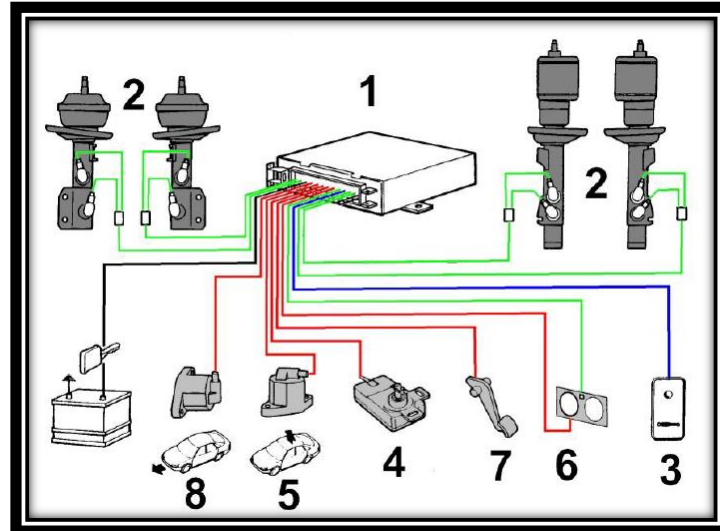
**Fuente:** Juan Manuel Urbieto. (2003) Manuales de Automoción.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### 2.4.4. Suspensión activa.

Cuando se busca una mayor exigencia al sistema de suspensión, teniendo en cuenta factores como el estado de la calzada, velocidad, comportamiento en la conducción, etc. se necesita de un sistema de suspensión regulable que actúe sobre cada rueda de manera rápida y constante. Para conseguir este objetivo se necesita de un sistema de control mucho más complejo que los anteriores. La suspensión

activa se compone de una serie de sensores y actuadores que necesitan de un canal externo de energía.

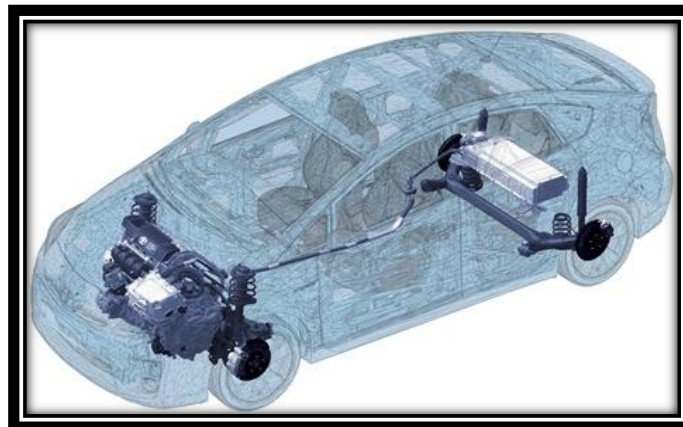


**Figura 2. 31** Suspensión activa.

**Fuente:** Manual del Automóvil reparación y mantenimiento. (2005). Edición: Cultural S.A.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

## 2.5. Suspensión del Toyota Prius.



**Figura 2. 32** Suspensión del Toyota Prius.

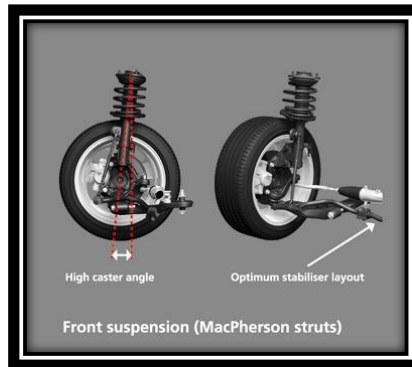
**Fuente:** [www.toyota.com](http://www.toyota.com).

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.



### 2.5.1. Suspensión delantera.

El Toyota Prius tiene una suspensión Independiente tipo McPherson (brazos inferiores en "L", amortiguadores de gas con resortes helicoidales y barra estabilizadora).



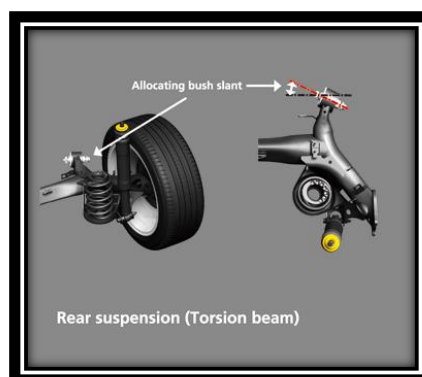
**Figura 2. 33** Suspensión frontal Toyota Prius.

**Fuente:** <http://www.toyota-global.com/>

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### 2.5.2. Suspensión posterior.

En la parte posterior lleva una suspensión semi-independiente tipo barra de torsión (brazos de arrastre, amortiguadores de choque rellenos de gas con resortes helicoidales).



**Figura 2. 34** Suspensión posterior Toyota Prius.

**Fuente:** <http://www.toyota-global.com/>

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

La suspensión del Toyota Prius también cuenta con un Sistema de Control de Presión de los Neumáticos (TPMS). Ayuda a prevenir los accidentes causados por la disminución de la presión de los neumáticos.

### 2.5.3. Sistema de control de presión de los neumáticos (TPMS).

Este sistema alertar a los conductores cuando se detecta críticamente baja presión de aire del neumático. Hay dos tipos diferentes de sensores en este sistema: un método directo, en el que un sensor de presión en cada neumático emplea presión directa, y un método indirecto, en el que el ABS monitores de baja presión de aire del sensor en cada neumático.

#### 2.5.3.1. Método directo.

Característica de este método es que detecta la presión del aire absoluta y utiliza el transmisor para enviar datos.

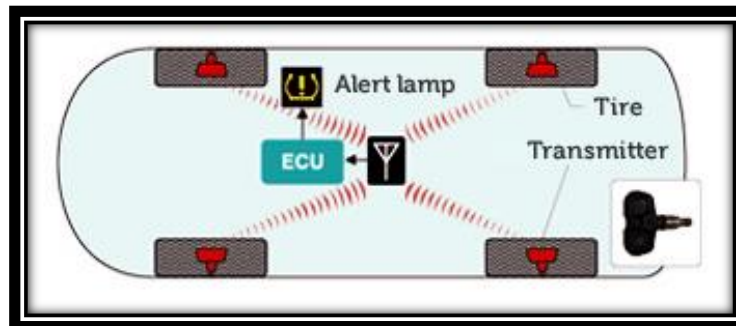


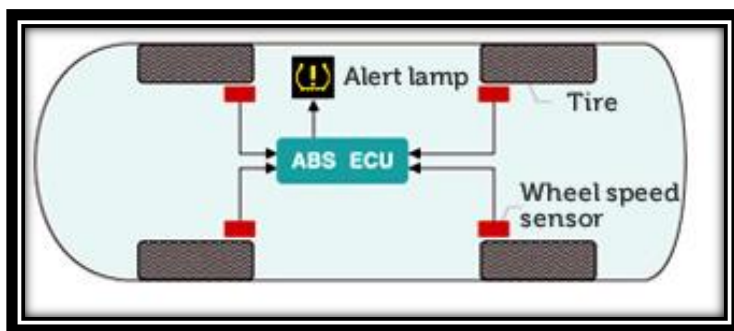
Figura 2. 35 Sensores directos.

Fuente: [http://www.toyota-global.com/innovation/safety\\_technology](http://www.toyota-global.com/innovation/safety_technology)

Editado por: Byron Satán Cumbe.

#### 2.5.3.2. Método indirecto.

Detecta la presión del aire aparente y diferenciales entre la presión de los neumáticos.



**Figura 2. 36** Sensores indirecto.

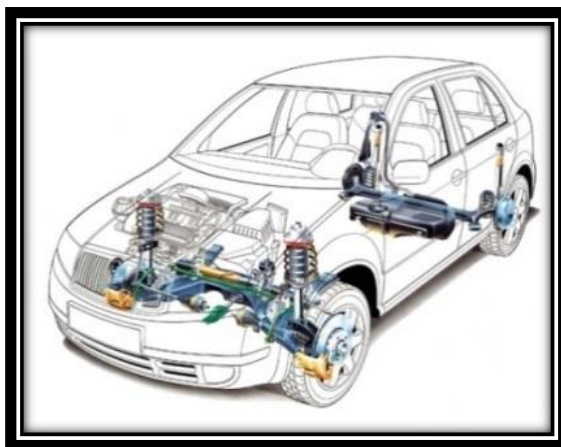
**Fuente:** [http://www.toyota-global.com/innovation/safety\\_technology](http://www.toyota-global.com/innovation/safety_technology)

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

## 2.6. Aplicaciones varias de la suspensión McPherson y de eje torsional.

Este tipo de suspensión combinada es muy común en automóviles livianos, algunas marcas de vehículo traen este sistema de suspensión.

- Skoda modela Fabia 2005.



**Figura 2. 37** Suspensión del Skoda Fabia 2005.

**Fuente:** Juan Manuel Urbieta. (2003) Manuales de Automoción.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

- Ford modelo Fiesta.

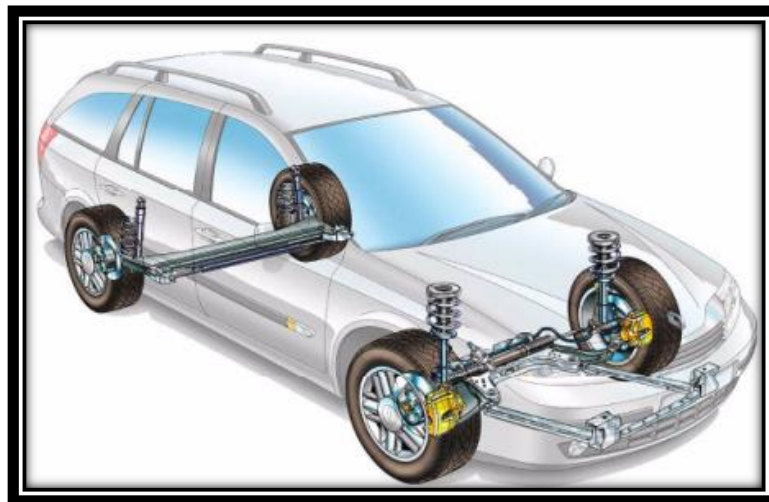


**Figura 2. 38** Suspensión del Ford Fiesta.

**Fuente:** Juan Manuel Urbieto. (2003) Manuales de Automoción.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

- Renault Laguna.



**Figura 2. 39** Suspensión del Opel corsa.

**Fuente:** Juan Manuel Urbieto. (2003) Manuales de Automoción.

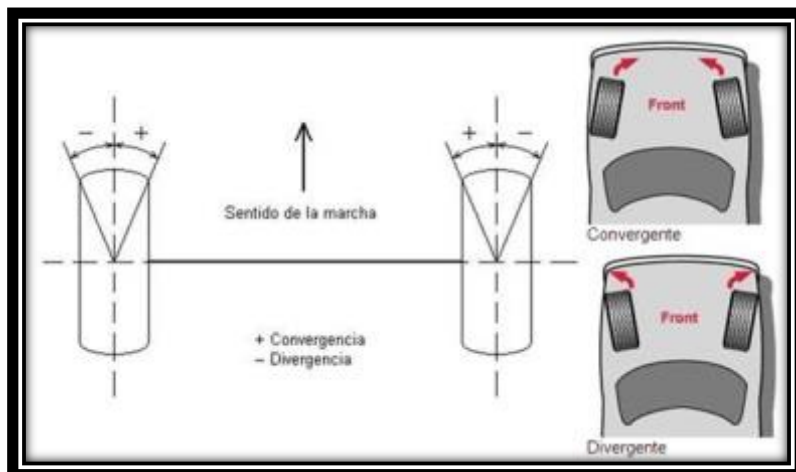
**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

## 2.7. Geometría de la suspensión.

Para entender con mayor detalle los variados sistemas que existen de suspensión, se hace necesaria una definición detallada de las variables que definen el comportamiento de una suspensión.

### 2.7.1. Ángulo de convergencia y ángulo de divergencia.

Es el ángulo definido entre cada una de las ruedas y el eje longitudinal del vehículo, siempre en su proyección horizontal.



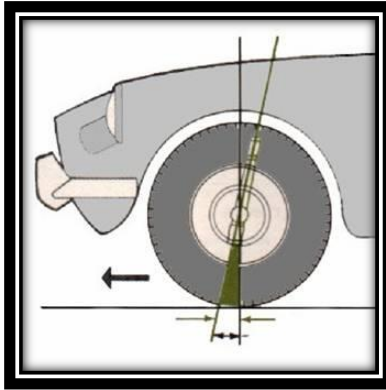
**Figura 2. 40** Ángulo de convergencia y ángulo de divergencia.

**Fuente:** Manual del Automóvil reparación y mantenimiento. (2005). Edición: Cultural S.A.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### 2.7.2. Ángulo de avance.

Es el que provoca la auto alineación de las ruedas, dotando al vehículo de un elevado grado de estabilidad.



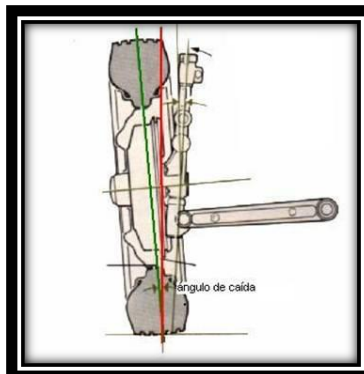
**Figura 2. 41** Ángulo de avance.

**Fuente:** Manual del Automóvil reparación y mantenimiento. (2005). Edición: Cultural S.A.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### 2.7.3. Ángulo de caída.

Es un ángulo que queda definido entre el plano de una rueda y la vertical al suelo. En la figura podemos ver que la caída es positiva pues la parte más alta de la rueda sobresale más que cualquier otra parte del neumático. También existe la caída negativa cuando la parte de contacto con el suelo sobresale más que cualquier otra parte del neumático. Este segundo caso suele darse en coches de gran potencia o de competición.



**Figura 2. 42** Ángulo de caída.

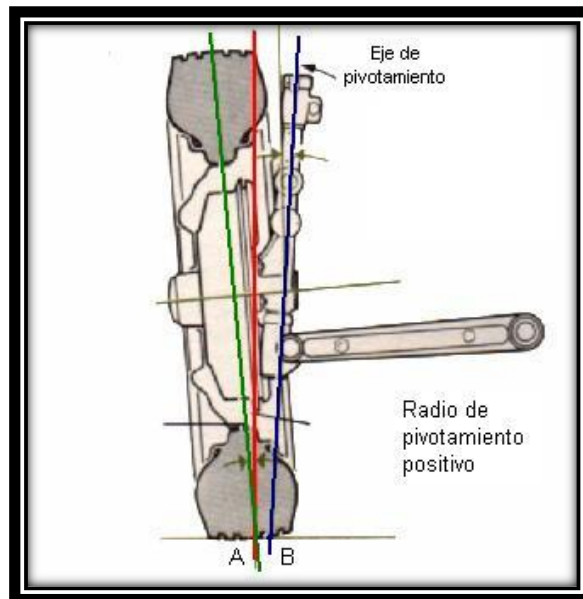
**Fuente:** Manual del Automóvil reparación y mantenimiento. (2005). Edición: Cultural S.A.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### 2.7.3.1. Descentrado de las ruedas o radio de pivota miento.

Es la distancia lateral entre el punto donde la prolongación del eje de pivota miento corta al suelo (B) y el punto central del dibujo del neumático (A).

Si el eje de pivota miento corta el suelo en la parte interior del dibujo de rodadura del neumático se dice que el radio de pivota miento es positivo. Si por el contrario, el eje de pivota miento cruza la vertical del neumático y el corte con el plano del suelo se produce más allá de la banda de rodadura del neumático decimos que el radio de pivota miento es negativo.



**Figura 2. 43** Angulo de pivota miento.

**Fuente:** Manual del Automóvil reparación y mantenimiento.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

## CAPITULO III

### 3. Estudio del sistema de suspensión del vehículo híbrido Toyota Prius.

El presente estudio se realiza en el vehículo de las instalaciones de la facultad de mecánica automotriz del campus Guayaquil de la Universidad Internacional del Ecuador.

El Toyota Prius como se describió en el capítulo anterior que es un vehículo híbrido, por lo que tendrá otros componentes que añadirán carga al vehículo, y es por la cual estudiáramos la suspensión que incorpora este vehículo, también realizaremos la descripción de los procedimientos para comprobaciones y reparaciones.

#### 3.1. Sistema de suspensión del vehículo híbrido Toyota Prius.

La suspensión del Toyota Prius fue diseñada para soportar otros componentes adicionales a un vehículo convencional, ya que al ser un vehículo híbrido contara con cargas adicionales.



**Figura 3. 1** Vehículo híbrido Toyota Prius.

**Fuente:** Byron Satán Cumbe.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.



### 3.1.1. Suspensión delantera.

Como se mencionó anteriormente esta suspensión es independiente tipo McPherson La suspensión delantera está conformada por brazos inferiores en “L”, amortiguadores de gas con resortes helicoidales, brazos link y barra estabilizadora.



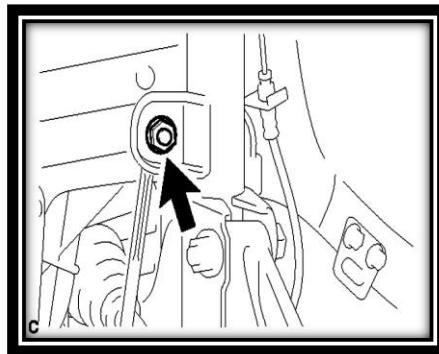
**Figura 3. 2** Suspensión delantera del Toyota Prius A del 2010.

**Fuente:** Byron Satán Cumbe.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

#### 3.1.1.1. Brazo Link.

Este permite mantener templada mediante sus extremos a la barra estabilizadora y el amortiguador.



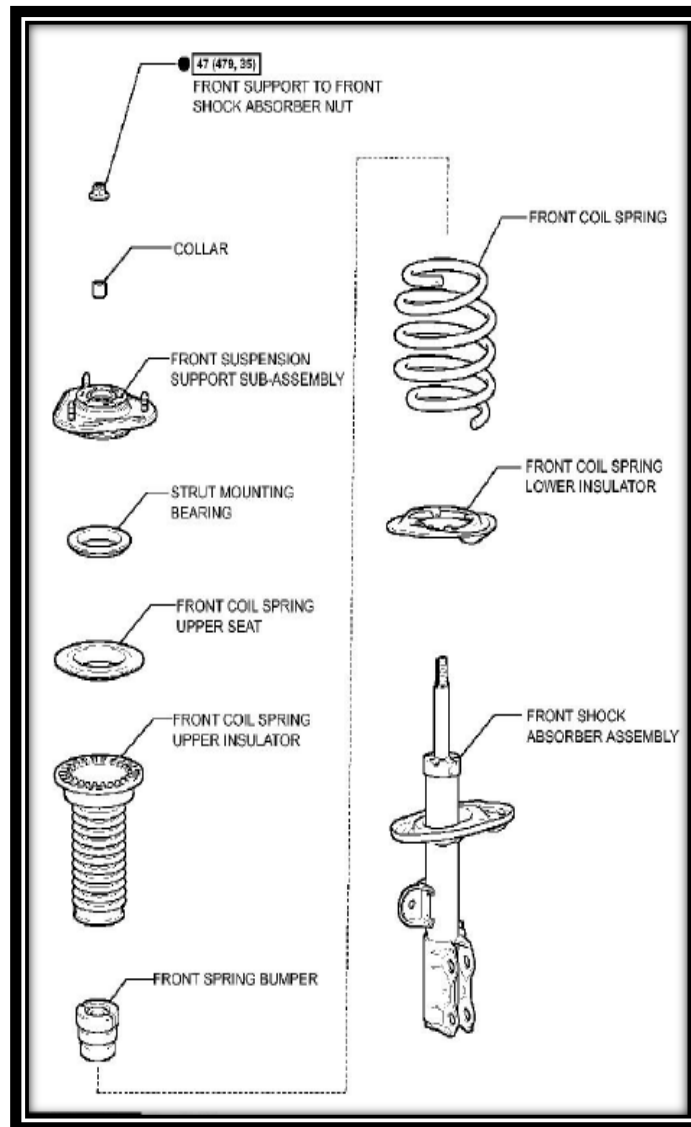
**Figura 3. 3** Brazo Link.

**Fuente:** Manual de Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### 3.1.1.2. Amortiguador con resorte.

El Toyota Prius tiene un amortiguador de gas con un muelle helicoidal de 5 espiras, estos son encargados de recoger los impactos y oscilaciones provocados por las irregularidades del camino.



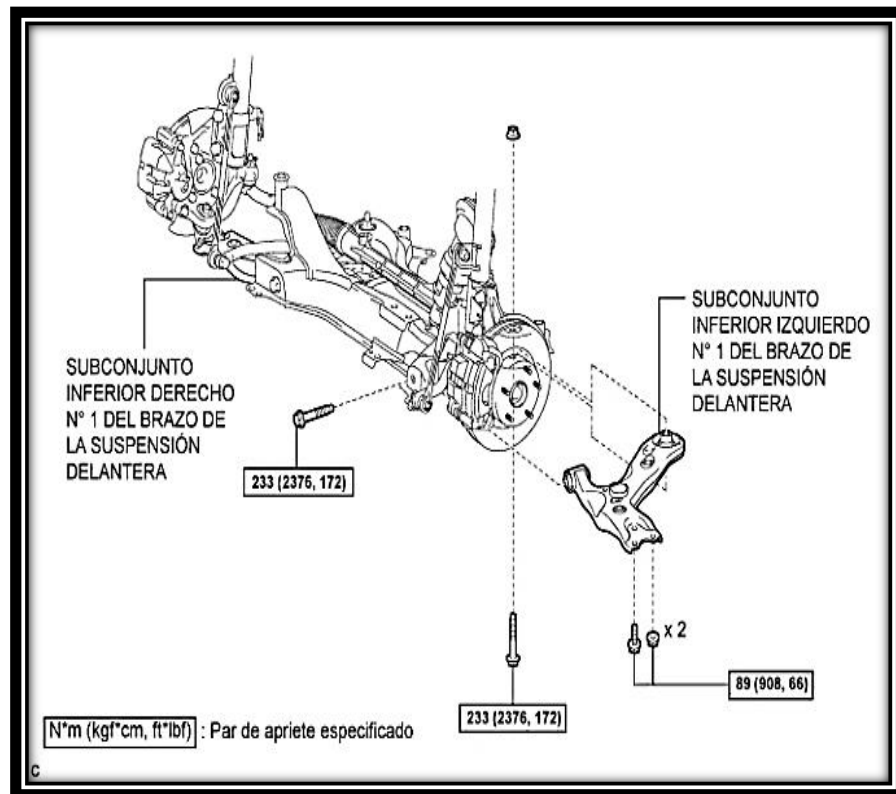
**Figura 3. 4** Componentes del Amortiguador frontal.

**Fuente:** Manual de Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### 3.1.1.3. Brazo inferior de la suspensión delantera.

Estos permiten soportar la parte delantera de la suspensión, mantiene fijo y seguro el vehículo, los pernos que sujetan a este brazo debe llevar el torque especifico del manual del fabricante por lo cual si están por debajo del torque podrían ocasionar defectos y deterioro de los demás componentes.



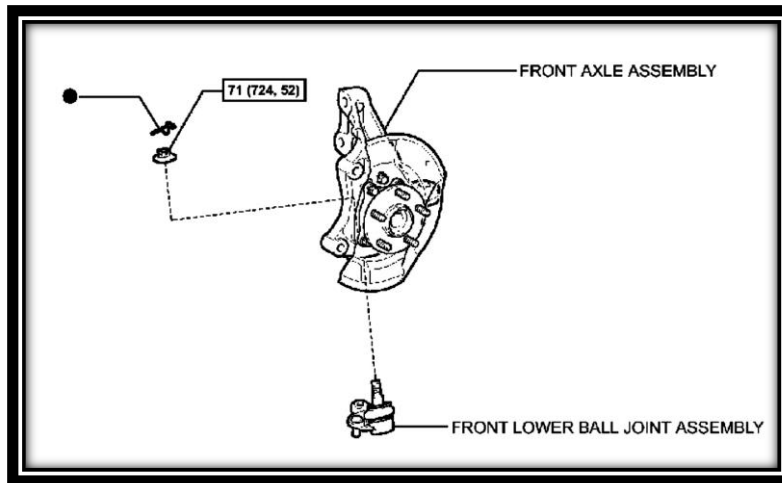
**Figura 3. 5** Brazo inferior de la suspensión delantera.

**Fuente:** Manual de Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### 3.1.1.4. Mangueta.

Esta se encuentra fija mediante pernos al amortiguador y en la parte inferior mediante una junta esférica (rotula).



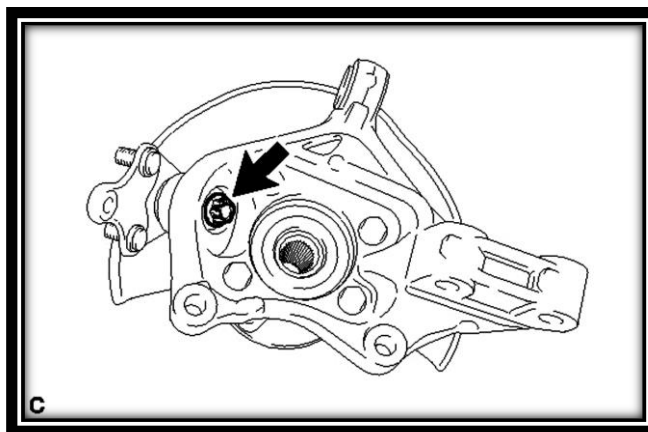
**Figura 3. 6** Componentes de la mangueta frontal.

**Fuente:** Manual de Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### 3.1.1.5. Junta esférica “rotula”.

Este elemento permite el giro de la mangueta en direcciones izquierda o derecha, están constituidos por una bola de acero, alojada en el interior de un cuerpo metálico por medio de dos soportes de nylon, que permiten el giro de la bola por la acción del vástago unido a ella.



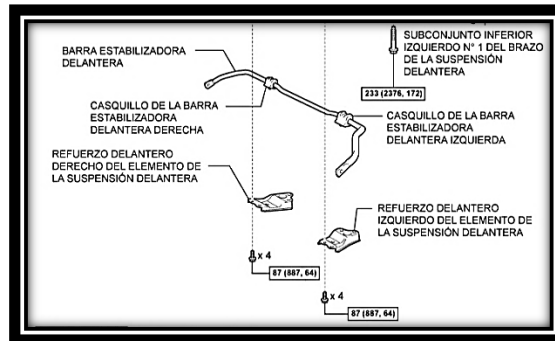
**Figura 3. 7** Junta esférica o Rotula.

**Fuente:** Manual de Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### 3.1.1.6. Barra estabilizadora.

Esta permite mantener horizontal la carrocería ante cualquier desnivel del superficie del terreno, también permite devolver de manera más rápida a su posición al sistema de suspensión.



**Figura 3. 8** Barra estabilizadora.

**Fuente:** Manual de Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### 3.1.2. Suspensión posterior.

La suspensión posterior es semi independiente de tipo de eje torsional, y está compuesta por un eje torsional amortiguadores con muelles helicoidales.



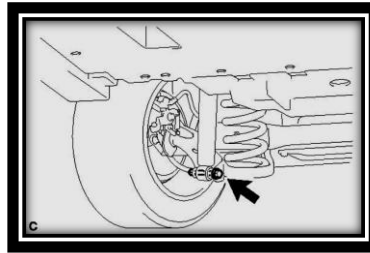
**Figura 3. 9** Suspensión posterior.

**Fuente:** Byron Satán Cumbe.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### 3.1.2.1. Amortiguador posterior.

Estos tienen un modelo distinto al amortiguador delantero, son más delgados y de acuerdo al tipo de suspensión que lleva los muelles no van montados en el mismo amortiguador.



**Figura 3. 10** Amortiguador posterior.

**Fuente:** Manual de Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### 3.1.2.2. Muelle posterior.

De igual manera cumple la misma función ya descrita anteriormente pero este cuenta con seis espiras y es de menor diámetro que el muelle de la suspensión delantera.



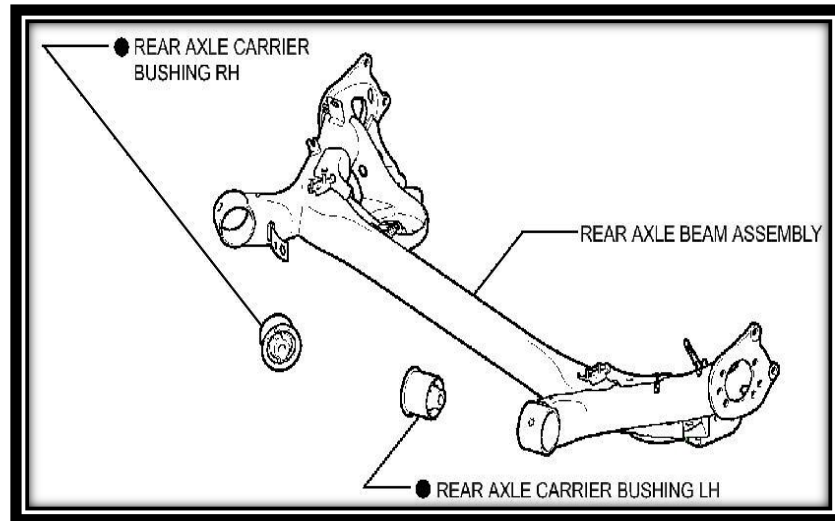
**Figura 3. 11** Muelle posterior.

**Fuente:** Byron Satán Cumbe.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### 3.1.2.3. Eje torsional.

Este eje torsional tiene forma de "U", por lo que es capaz de deformarse un cierto ángulo cuando una de las ruedas encuentra un obstáculo, para después una vez pasado el obstáculo volver a la posición inicial.



**Figura 3. 12** Eje torsional.

**Fuente:** Manual de Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### 3.1.3. Neumáticos.

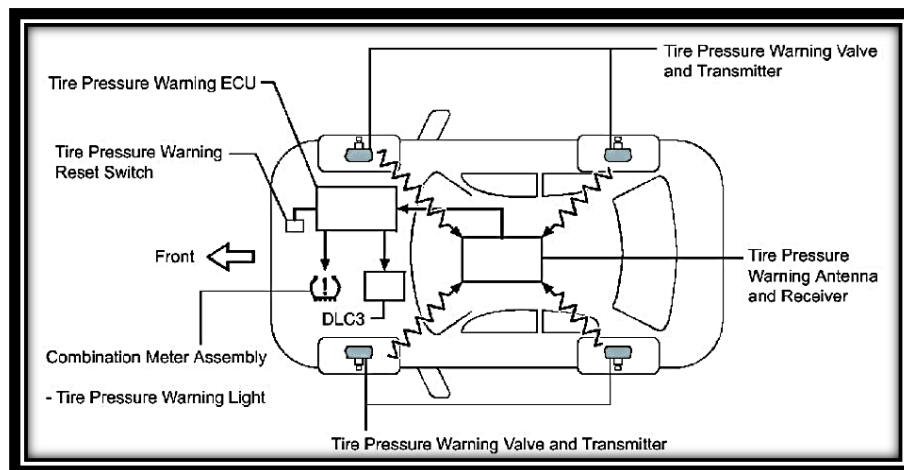
Los neumáticos juegan un papel importante, permiten transmitir el movimiento rotacional de los motores al piso, siempre hay que comprobar la presión y superficie. Compruebe el descentramiento de los neumáticos con un dial, porque el descentramiento acelera el desgaste y deforma el neumático.

### 3.1.3.1. Advertencia de presión de neumáticos.

#### a. Descripción del sistema.

Una válvula de presión de los neumáticos y un transmisor de advertencia que está equipado con un sensor de presión de neumáticos y un transmisor que se instala en cada conjunto rueda. El sensor mide presión del neumático. El valor medido y el ID del transmisor se transmiten a la antena y el receptor de advertencia de presión de los neumáticos que recibe la señal en forma de ondas de radio, que luego se envían a la ECU de advertencia de presión de neumáticos.

Si la ID del transmisor ya ha sido registrada, la ECU compara el valor de la presión de aire medido con el valor estándar, cuando el valor es menor que el valor normal registrado en la ECU de advertencia de presión de los neumáticos, la luz de advertencia en el medidor combinado se enciende. El interruptor de reinicio de advertencia de presión de los neumáticos aborda las diferencias en los valores de la presión del aire por el tipo de neumáticos.



**Figura 3. 13** Componentes del sistema advertencia de presión de neumáticos.

**Fuente:** Manual de Toyota Prius 2010.

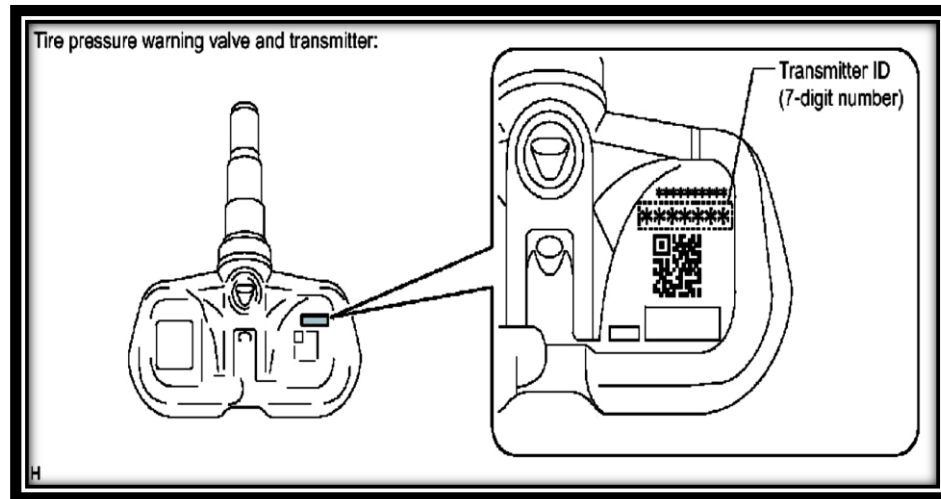
**Editado por:** Byron Satán Cumbe.



## b. Función de los componentes

- Válvula y Transmisor de advertencia de presión de neumáticos.

Combinado como una sola unidad con una válvula de aire de la rueda, que mide la presión del neumático y la temperatura y transmite un número de identificación para el valor de medición y de identificación. Construido en la batería.



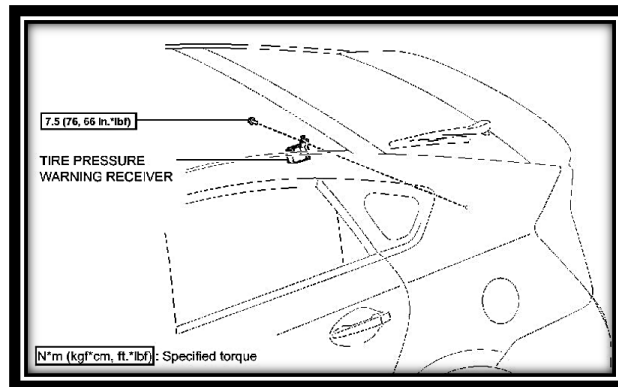
**Figura 3. 14** Válvula y Transmisor de advertencia de presión de neumáticos.

**Fuente:** Manual de Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

- Antena de advertencia de presión de neumáticos y el receptor.

Recibe y transmite una señal necesaria de los transmisores a la ECU de advertencia de presión de los neumáticos.



**Figura 3. 15** Ubicación del receptor y antena.

**Fuente:** Manual de Toyota Prius 2010.

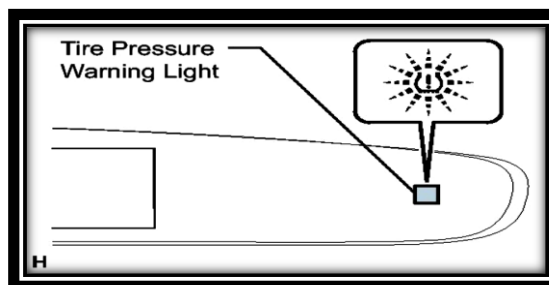
**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

- ECU de advertencia de presión de neumáticos.

Recibe la señal del receptor y lo identifica como señal propia del vehículo. Si el valor medido es igual o menor que el valor especificado, se transmite una señal a que enciende la luz de advertencia de presión de neumáticos en el panel de instrumentos.

- Luz de advertencia de presión de los neumáticos.

Se encuentra en el panel de instrumentos, se informa al conductor de presión de los neumáticos baja y fallo del sistema.



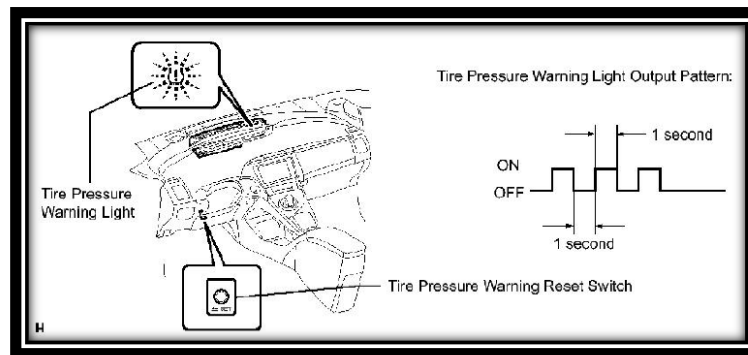
**Figura 3. 16** Luz de advertencia de presión de los neumáticos.

**Fuente:** Manual de Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

- Interruptor de reinicio de advertencia de presión de neumáticos.

Modo de inicialización para cuando se cambia la presión estándar. Al operar el interruptor de reinicio de advertencia de presión de los neumáticos, la ECU de advertencia de presión de los neumáticos se puede configurar para emitir una advertencia a una presión de inflación que corresponde a la presión estándar de los neumáticos. Por lo tanto, el umbral de aviso debe establecerse en el valor adecuado con el fin de cumplir con las regulaciones locales.



**Figura 3. 17** Interruptor de reinicio de advertencia de presión de neumáticos

**Fuente:** Manual de Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

## 3.2. Comprobaciones del sistema de suspensión del vehículo híbrido Toyota Prius.

Las comprobaciones que se mencionaran a continuación nos permiten determinar el estado de los componentes y elementos que la conforman y también se detallara los procedimientos para reemplazar componentes afectados.

### 3.2.1. Tipos de comprobación.

Existen varios tipos de comprobación para cada componente y elemento en la siguiente tabla se detallara las comprobaciones para cada síntoma presentado.

### 3.2.1.1. Suspensión delantera.

#### a. Vehículo jala a un lado mientras conduce.

En la siguiente tabla se describe los síntomas que podrían causar este problema.

**Tabla 3. 1** Vehículo jala a un lado mientras conduce.

EL VEHÍCULO	ÁREA SOSPECHOSA	REFERENCIA
El vehículo jala a un lado mientras conduce	Neumáticos ( usados o mal inflados)	Inspección
	Alineación de la rueda delantera incorrecta	Ajuste
	Cojinete del cubo delantero (desgastado)	Inspección en el Vehículo
	Amortiguador delantero (desgastado)	Inspección
	Piñón de la dirección (fuera de ajuste o roto)	Sustitución
	Partes de la suspensión (desgastado)	_____

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

#### b. Vehículo asentado.

Cuando el vehículo disminuye la distancia o el espacio que hay entre borde superior del neumático es posible que una de estas razones sea la causa.

**Tabla 3. 2** Vehículo está asentado.

EL VEHÍCULO	ÁREA SOSPECHOSA	REFERENCIA
Vehículo Asentado	Vehículo (Sobrecargado)	_____
	Muelle Helicoidal delantero (débil)	Sustitución

	Amortiguador delantero (desgastado)	Inspección
--	-------------------------------------	------------

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### c. El Vehículo balancea o cabecea.

**Tabla 3. 3** El vehículo balancea o cabecea.

EL VEHÍCULO	ÁREA SOSPECHOSA	REFERENCIA
Balanceo y Cabeceo	Neumáticos ( usados o mal inflados)	Inspección
	Barra estabilizadora delantera (doblada o rota)	Sustitución
	Muelle Helicoidal delantero (débil)	Sustitución
	Amortiguador delantero (desgastado)	Inspección

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### d. Vibración de ruedas.

**Tabla 3. 4** Vibración de ruedas.

EL VEHÍCULO	ÁREA SOSPECHOSA	REFERENCIA
Vibración de la rueda	Neumáticos ( usados o mal inflados)	Inspección
	Rueda (fuera de balanceo)	Inspección
	Alineación de la rueda delantera (incorrecta)	Ajuste
	Brazo inferior de la	Sustitución

	suspensión delantera (desgastado)	
	Amortiguador delantero (desgastado)	Inspección
	Juta esférica inferior delantera "rotula" (desgastada)	Sustitución
	Cojinete del cubo delantero (desgastado)	Inspección en el Vehículo

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

#### **e. Desgaste anormal de los neumáticos.**

**Tabla 3. 5** Desgaste anormal de los neumáticos.

<b>EL VEHÍCULO</b>	<b>ÁREA SOSPECHOSA</b>	<b>REFERENCIA</b>
Desgaste anormal de los neumáticos	Neumáticos ( usados o mal inflados)	Inspección
	rueda (fuera de balanceo)	Inspección
	alineación de la rueda delantera (incorrecta)	Ajuste
	Partes de la suspensión (desgastado)	_____

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

**f. Advertencia de presión de neumáticos.**

**Tabla 3. 6** Advertencia de presión de neumáticos.

EL VEHÍCULO	ÁREA SOSPECHOSA	REFERENCIA
Advertencia de presión de neumáticos	Neumáticos mal inflados	Inspección
	Válvula Deteriorada	Inspección
	Problemas con el receptor	Inspección
	Válvula mal instalada	Inspección
	Códigos de error almacenados o activos	Inspección

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

**3.2.1.2. Suspensión Posterior.**

**a. Vehículo jala a un lado mientras conduce.**

**Tabla 3. 7** Vehículo jala a un lado mientras conduce suspensión posterior.

EL VEHÍCULO	ÁREA SOSPECHOSA	REFERENCIA
El vehículo jala a un lado mientras conduce	Neumáticos ( usados o mal inflados)	Inspección
	Alineación de la rueda Posterior incorrecta	Inspección
	Cojinete del cubo posterior (desgastado)	Inspección en el Vehículo
	Amortiguador posterior (desgastado)	Sustitución
	Partes de la suspensión (desgastado)	_____

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

**b. Vehículo asentado.**

**Tabla 3. 8** Vehículo asentado suspensión posterior.

<b>EL VEHÍCULO</b>	<b>ÁREA SOSPECHOSA</b>	<b>REFERENCIA</b>
Vehículo Asentado	Vehículo (Sobrecargado)	_____
	Muelle Helicoidal posterior (débil)	Sustitución
	Amortiguador posterior (desgastado)	Sustitución

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

**c. El Vehículo balancea o cabecea.**

**Tabla 3. 9** El Vehículo balancea o cabecea.

<b>El vehículo</b>	<b>Área Sospechosa</b>	<b>Referencia</b>
Balanceo y Cabeceo	Neumáticos ( usados o mal inflados)	Inspección
	Muelle Helicoidal posterior (débil)	Sustitución
	Amortiguador posterior (desgastado)	Sustitución

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.



#### d. Vibración de ruedas.

**Tabla 3. 10** Vibración de ruedas posteriores.

EL VEHÍCULO	ÁREA SOSPECHOSA	REFERENCIA
Vibración de la rueda	Neumáticos ( usados o mal inflados)	Inspección
	Rueda (fuera de balanceo)	Inspección
	Alineación de la rueda posterior (incorrecta)	Inspección
	Amortiguador posterior (desgastado)	Sustitución
	Cojinete del cubo posterior (desgastado)	Inspección en el Vehículo

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

#### e. Desgaste anormal de los neumáticos.

**Tabla 3. 11** Desgaste anormal de los neumáticos.

EL VEHÍCULO	ÁREA SOSPECHOSA	REFERENCIA
Desgaste anormal de los neumáticos	Neumáticos ( usados o mal inflados)	Inspección
	Rueda (fuera de balanceo)	Inspección
	Alineación de la rueda posterior (incorrecta)	Inspección
	Partes de la suspensión (desgastado)	_____

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

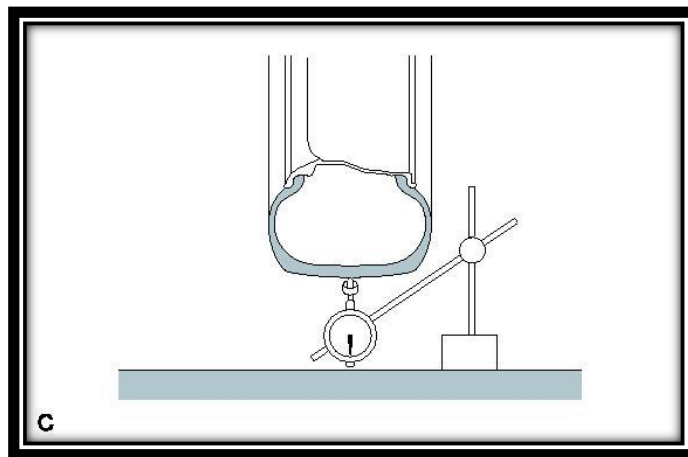
### 3.2.2. Procedimientos de comprobación o sustitución.

#### 3.2.2.1 Suspensión delantera.

##### a. Inspección de neumáticos.

Es importante revisar los neumáticos para evitar cualquier anomalía al conducir el vehículo, la anomalía más frecuente son las vibraciones en el neumático al conducir a continuación se describirá el procedimiento de Inspección:

1. Verifique que los pernos del neumático estén con el torque específico.
2. Revise las llantas en busca de desgaste y presión de inflado correcta.
3. Utilice un indicador de cuadrante y compruebe el descentramiento de los neumáticos.

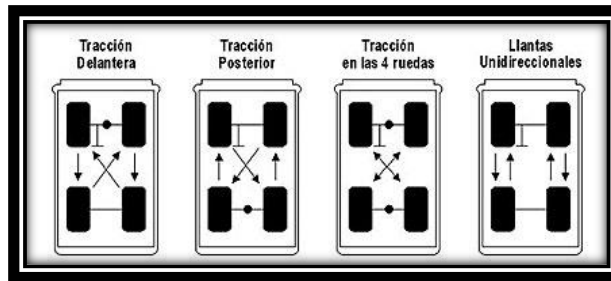


**Figura 3. 18** Comprobación del descentramiento de los neumáticos.

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

4. Rotar los neumáticos como se muestra en la figura.

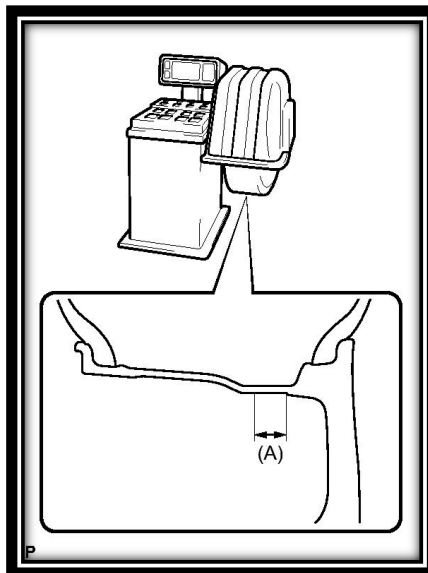


**Figura 3. 19** Rotación de los neumáticos.

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

5. Compruebe el balanceo del neumático.



**Figura 3. 20** Comprobación del balanceo del neumático.

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

Nota: Utilizar un detergente de limpieza para eliminar la suciedad, el aceite y el agua de la superficie, donde el contrapeso debe ser adherido. No toque la superficie adhesiva de la cinta.

Se adhieren un tipo de contrapeso que se pegue a la superficie plana (A) se muestra en la ilustración. Ancho (A) 25 mm (0,984”).

Empuje el contrapeso de forma segura con el dedo a adherirse a la posición.  
No vuelva a usar el contrapeso.

7. Compruebe que el rodamiento del cubo delantero no este flojo.

8. Compruebe que el eje delantero no este descentrado.

#### **b. Alineación de las ruedas delanteras.**

La alineación de las ruedas permite mantener al vehículo en línea recta si el vehículo presenta anomalías de tirar a un lado al conducir realizar la siguiente inspección.

**Nota:** Si la alineación de las ruedas se ha ajustado, y si los componentes de la parte de debajo de la suspensión han sido eliminados / instalado o reemplazado, asegúrese de realizar el siguiente procedimiento de inicialización para que el sistema funcione normalmente:

- **Realice la calibración del punto cero de la velocidad de giro y sensor de aceleración.**

1. Inspeccione los neumáticos “referencia el punto anterior”

2. Medida de la altura del vehículo.

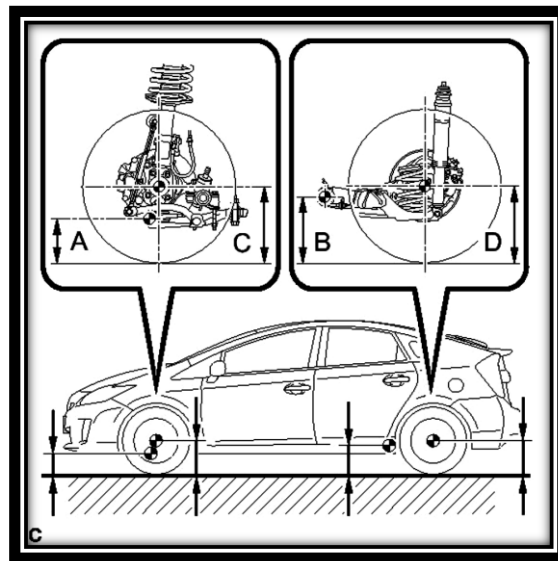
- Rebote el vehículo arriba y hacia abajo en las esquinas para estabilizar la suspensión.
- Mida la altura del vehículo.
- Puntos de medición:

A. Distancia al suelo de frente No. 1 al casquillo fijado en el centro del perno del brazo de suspensión

B: Distancia al suelo del centro de perno conjunto buje viga del eje trasero.

C: Distancia al suelo del centro de la rueda delantera

D: Distancia al suelo del centro de la rueda trasera



**Figura 3. 21** Medida de la altura del vehículo.

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

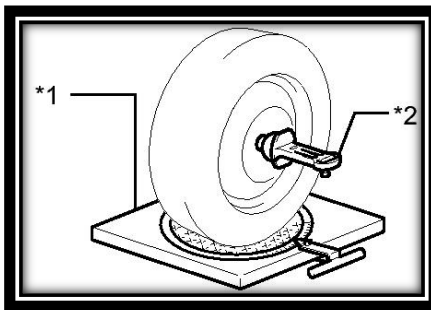
**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

**Nota:** Antes de inspeccionar la alineación de las ruedas, ajuste la altura del vehículo en el valor especificado.

- Asegúrese de realizar la medición en una superficie plana.
- Si es necesario pasar por debajo del vehículo para la medición, confirme que el freno de estacionamiento se aplica y el vehículo esté asegurado con.

3. Inspeccione el ángulo de caída, avance del pivote y la inclinación del eje de dirección.

Coloque la rueda en comprobador de alineación No 1 y con la ayuda de la herramienta kingpin gauge No 2 inspeccione.



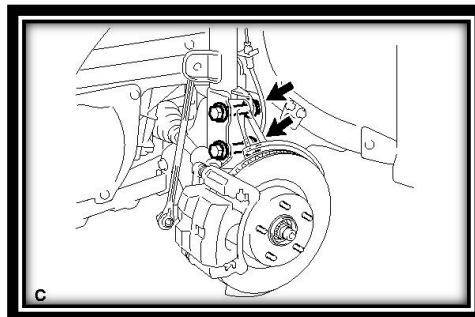
**Figura 3. 22** Inspeccione el ángulo de caída, avance del pivote y la inclinación del eje de dirección.

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

4. Ajuste del Angulo de Caída.

- Inspeccione la convergencia después de ajustar el Angulo de caída.
- Retire la rueda delantera.
- Afloje las 2 tuercas.

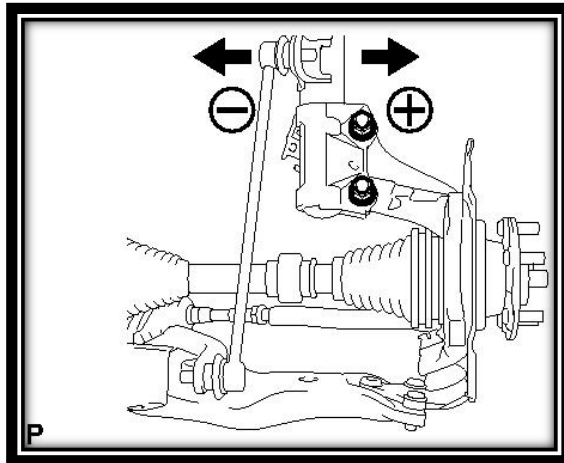


**Figura 3. 23** Ubicación de pernos para el ajuste del Angulo de Caída.

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

- Limpie las superficies de montaje del amortiguador delantero y el muñón de la dirección.
- Instalar temporalmente las 2 tuercas.
- Empujar o tirar el cubo del eje delantero en la dirección del ajuste requerido totalmente. (Paso B).



**Figura 3. 24** Ajuste del ángulo de caída.

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

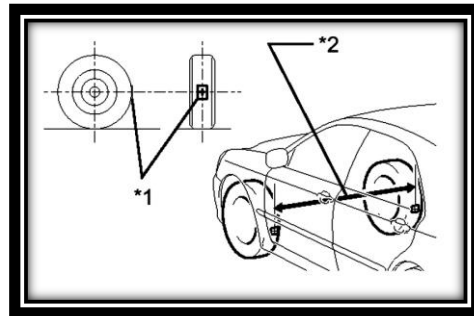
- Apretar las tuercas.
- Instale la rueda delantera. Torque: 103 N \* m (1.050 kgf \* cm, 76 pies \* lbf.)
- Compruebe la caída.

Si el valor medido no está dentro de la especificación, se calcula la cantidad de ajuste requerido utilizando la fórmula a continuación.

Ajuste de cantidad de caída= centro del rango especificado - valor medido, compruebe la combinación de los pernos instalados. Seleccione pernos apropiados.

## 5. Inspección de la convergencia.

- Rebote el vehículo arriba y hacia abajo en las esquinas para estabilizar la suspensión.
- Suelte el freno de mano y mueva la palanca de cambios a N.
- Empuje el vehículo hacia adelante aproximadamente 5 m (16.4 ft.). (Paso C)
- Ponga marcas de centro de la banda de rodadura de los puntos más posteriores de las ruedas delanteras y mida la distancia entre las marcas (dimensión B).



**Figura 3. 25** Inspección de la convergencia.

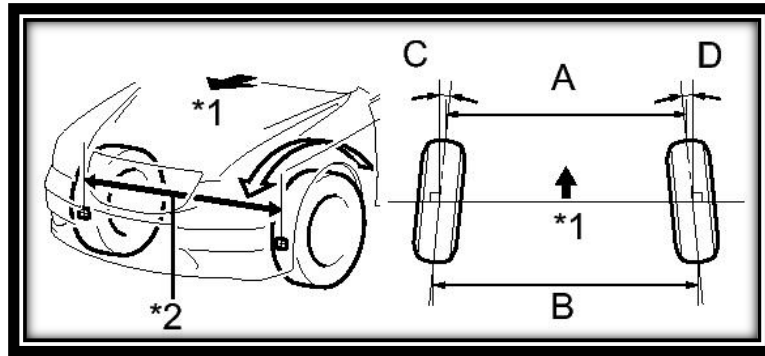
**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

Empuje lentamente el vehículo hacia adelante para hacer que las ruedas delanteras giren 180 ° usando el frente de la válvula del neumático como punto de referencia. (No permita que las ruedas giren más de 180 °. Si las ruedas giran más de 180 °, realizar el procedimiento de nuevo).

Medir la distancia entre las marcas de centro de banda de rodadura en el lado frontal de las ruedas (dimensión A).





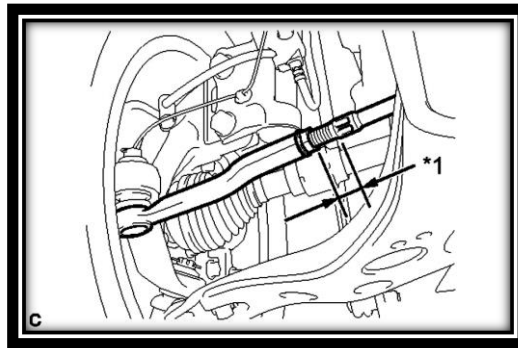
**Figura 3. 26** Identificación de la dimensión A y B.

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

#### 6. Ajuste de la convergencia.

Asegúrese de que la longitud de la rosca de los extremos de bastidor derecho e izquierdo son aproximadamente los mismos.



**Figura 3. 27** Identificación de la regulación de la convergencia.

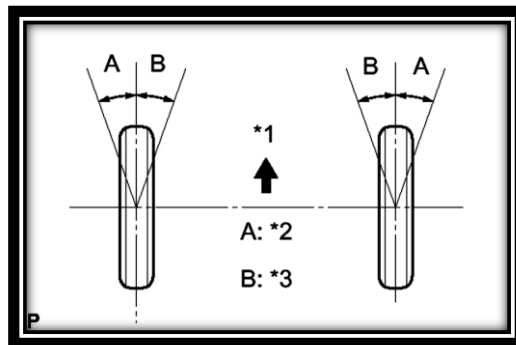
**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

- Retire los clips de arranque.
- Afloje las tuercas de seguridad del terminal de la barra.
- Ajuste los extremos de la brazo de articulación si la diferencia en la longitud de la rosca entre la cremallera derecha e izquierda si no está dentro del rango especificado.

- Gire los extremos derecho e izquierdo del brazo de articulación en una cantidad igual para ajustar la convergencia al valor central.
- Asegúrese de que las longitudes de hilo de los extremos de bastidor derecho e izquierdo son los mismos.
- Apretar las tuercas de bloqueo terminal de la barra. “Par: 74 N \* m (755 kgf \* cm, 55 pies \* lbf.)”
- Coloque las botas en los asientos e instalar los clips.

### 7. Inspección del Angulo de la rueda.



**Figura 3. 28** Inspección del Angulo de la rueda.

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

- Ponga marcas en el centro de la banda de rodadura en los puntos traseros de un medidor de radio de giro.
- Girar el volante con las posiciones de bloqueo completo de izquierda y derecha, y medir el ángulo de giro.
- Ponga las ruedas delanteras rectas mirando al frente.
- Realizar el nivel por tasa de aceleración y calibración del sensor
- Realizar la inicialización (w / Altura del sensor de control).

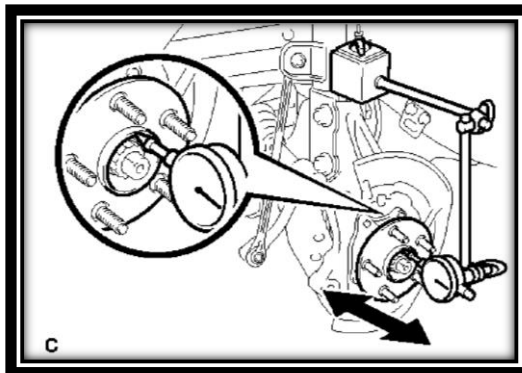
**Nota:** Algunos sistemas tienen que ser inicializado después de la alineación de las ruedas es ajustado. Consulte la inicialización.

### c. comprobación del rodamiento del cubo delantero.

Utilice el mismo procedimiento para el lado izquierdo y derecho.

1. Retire el neumático frontal.
2. Desmonte el conjunto del caliper del freno delantero.
3. Desmonte el disco de freno.
4. Compruebe que el cojinete del cubo del eje delantero no este flojo.

Usando un indicador de dial, comprobar la holgura del cojinete de la mangueta, revise la holgura cerca del centro de la cubo del eje.



**Figura 3. 29** Comprobación del cojinete del cubo del eje delantero.

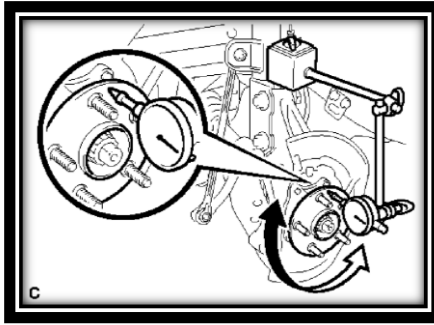
**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

**Nota:** Si Holgura supera el máximo reemplazar el buje del eje delantero asegurarse de que el dial está perpendicular a la superficie de medición. Mantener el imán del indicador de línea de distancia del sensor de velocidad delantero.

5. Compruebe que el eje delantero no este descentrado.

Usando un indicador de dial, comprobar el descentramiento en la superficie del cubo del eje fuera del perno del cubo. Si el descentramiento supera el máximo reemplazar la mangueta del eje delantero.



**Figura 3. 30** Inspección del descentramiento del eje del cubo.

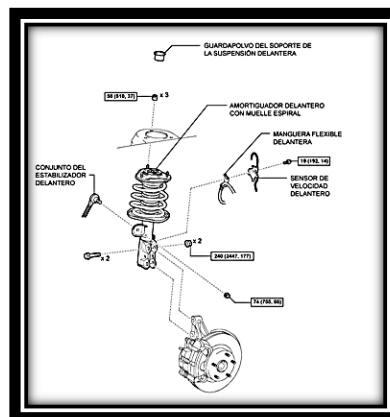
**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

**Nota:** asegurarse de que el dial está perpendicular a la superficie de medición. Mantener el imán del indicador de línea de distancia del sensor de velocidad delantero.

#### **d. comprobación y desmontaje del amortiguador.**

Para realizar las comprobaciones del amortiguador primero describiremos los procedimientos para desmontarlo. Los pasos descritos a continuación serán aplicados para el lado izquierdo o derecho.



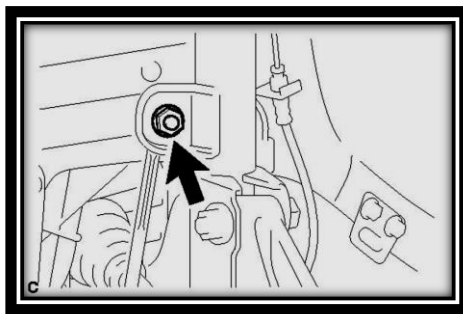
**Figura 3. 31** Identificación de los componentes de la amortiguación delantera.

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

1. Desmonte el neumático delantero.
2. Desmonte los motores de los limpiaparabrisas y varillaje de conexión.
3. Desmonte la cubierta de refuerzo del lado izquierdo.
4. Retire la cubierta exterior superior.
5. Desmonte brazo estabilizador.
  - Retire la tuerca y separa el conjunto del eslabón estabilizador del amortiguador delantero con muelle helicoidal.

Si la rótula gira junto con la tuerca, use una llave hexagonal (6 mm) para mantener el espárrago.

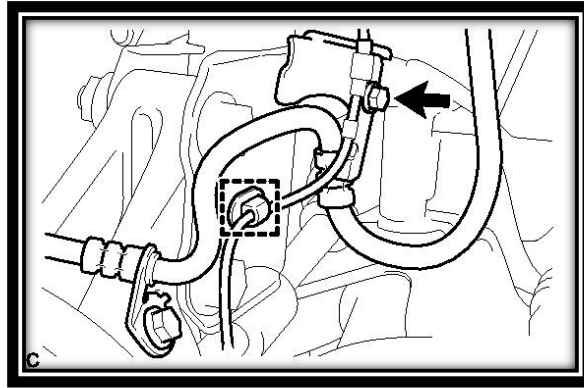


**Figura 3. 32** Identificación del brazo link o bieleta delantero con su tuerca.

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

6. Desmonte el sensor de velocidad.
  - Quitar el tornillo y la abrazadera, desmonte el sensor de velocidad delantero y manguera flexible delante del amortiguador delantero con muelle helicoidal.

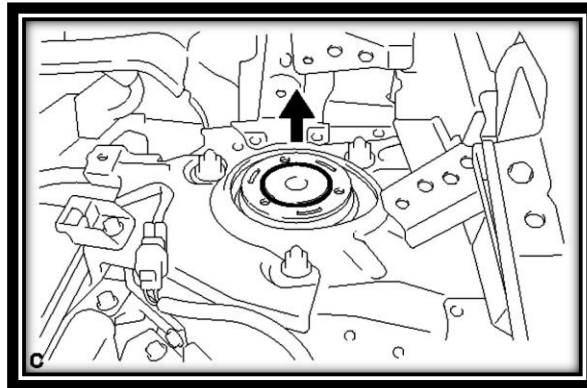


**Figura 3. 33** Ubicación frontal del sensor de velocidad, Manguera flexible.

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

7. Retire la cubierta de polvo de soporte de la suspensión delantera.



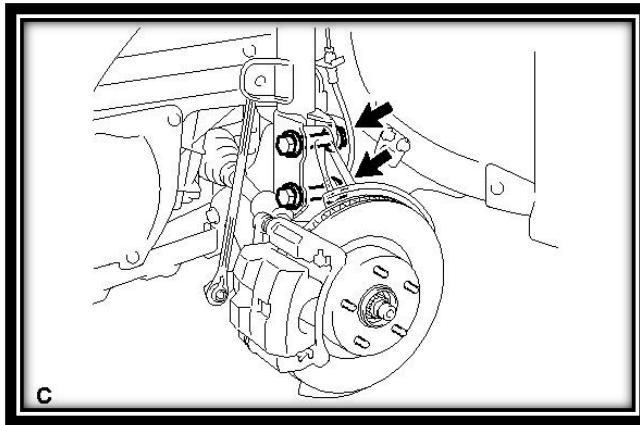
**Figura 3. 34** Ubicación de cubierta de polvo de soporte de la suspensión delantera.

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

8. Afloje la tuerca que sujeta el amortiguador con el muelle.

- Desmonte los pernos que unen el amortiguador con la mangueta.

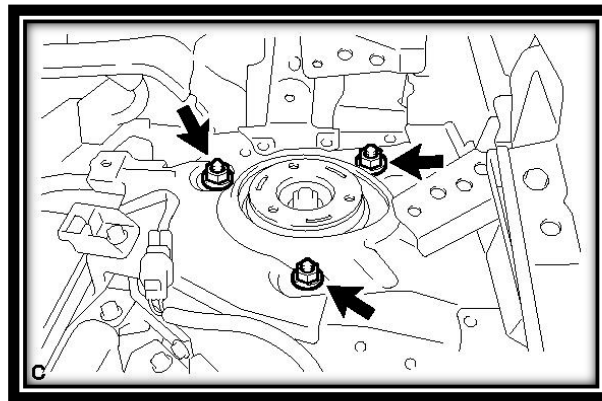


**Figura 3. 35** Pernos que unen el amortiguador con la mangueta.

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

- Retire las 3 tuercas y amortiguador delantero con muelle helicoidal.

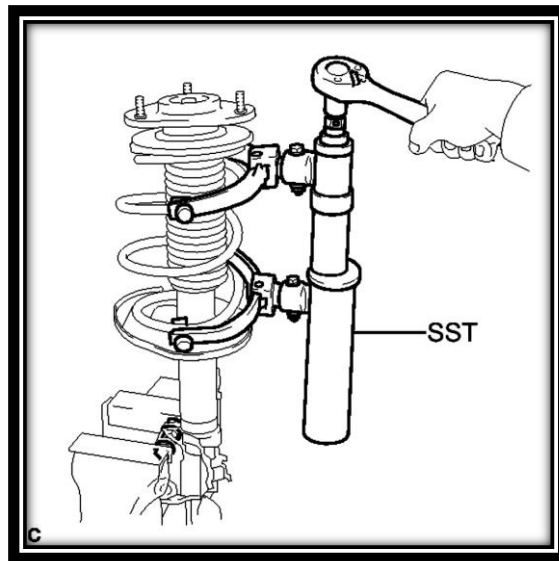


**Figura 3. 36** Tuercas de la base superior del amortiguador.

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

9. Apoye el amortiguador en un tornillo de banco como se ve en la imagen.
10. Utilizando el compresor de muelles, proceda a recogerlo.

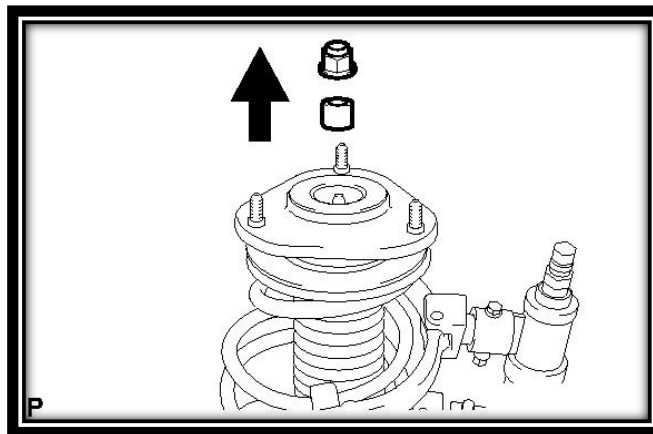


**Figura 3. 37** Recogimiento del muelle.

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

- Desmonte la tuerca superior del amortiguador.
- Desmonte el plato de soporte
- Retire el muelle.



**Figura 3. 38** Ubicación la tuerca superior del amortiguador.

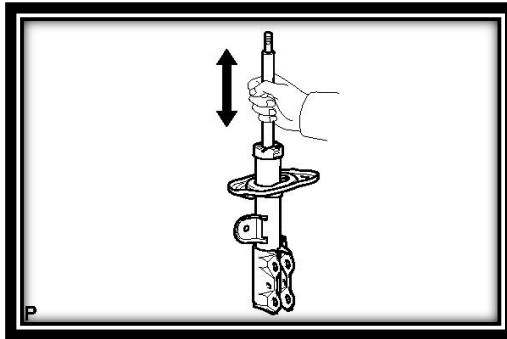
**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.



## Inspección del amortiguador.

Comprima y extienda el vástago del amortiguador 4 veces o más, verifique que no haya una resistencia anormal o sonido, en el caso de presenciarse lo mencionado es necesario remplazar el amortiguador.



**Figura 3. 39** Inspección del amortiguador.

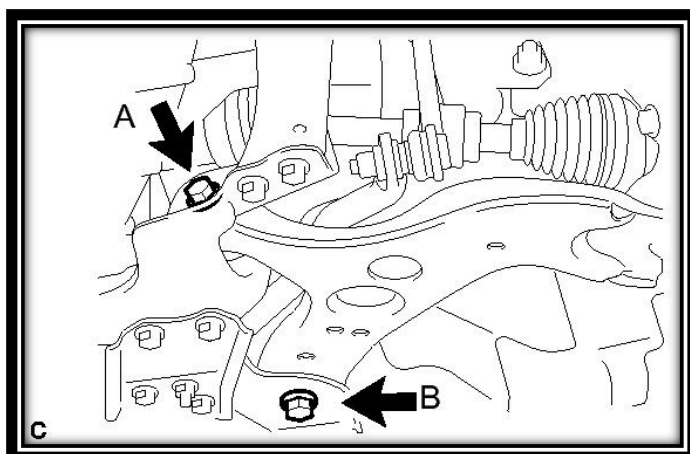
**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### e. Comprobación del brazo de suspensión.

Este brazo juega un papel importante en la suspensión ya que al conducir puede provocar vibraciones del vehículo.

1. Eleve el vehículo del lado a inspeccionar.
2. Con el neumático instalado ejerza presión en sentido radial.
- 3 Verifique que los extremos del plato donde van montado los bocines no haya juego, si existe juego sustituya el plato.



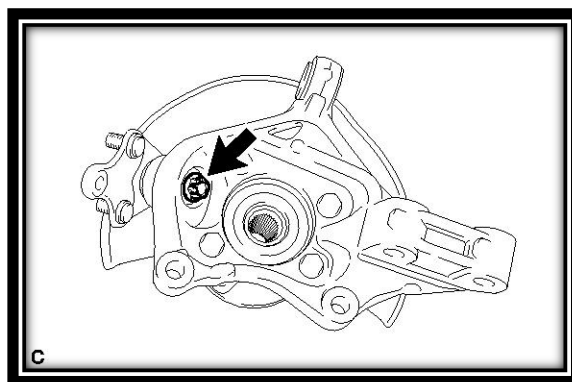
**Figura 3. 40** Comprobación del brazo de suspensión

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

#### **f. comprobación de la junta esférica delantera.**

Antes de comprobar la junta esférica debe desmontarla.

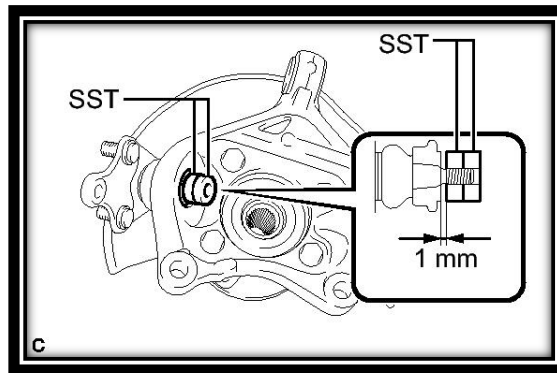


**Figura 3. 41** Ubicación de la junta esférica.

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

1. Al momento de desmontar la junta esférica de la mangueta, afloje la tuerca aproximadamente 1mm.

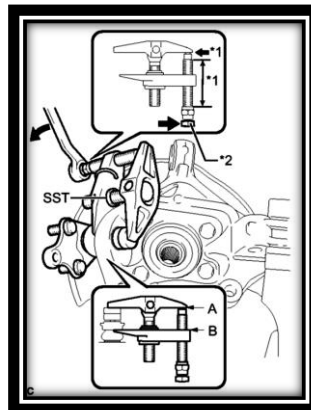


**Figura 3. 42** Distancia de tuerca aproximadamente 1mm.

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

2. Instale la herramienta como se ve en la imagen.



**Figura 3. 43** Herramienta de desmontaje de la junta esférica.

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

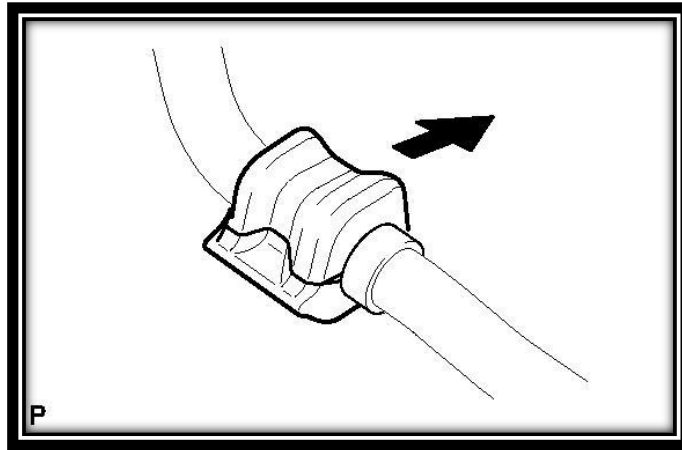
**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

3. Inspección de la junta esférica.

- Asegure la junta esférica en un tornillo de banco mediante placas de aluminio.
- Instale la tuerca de la rótula inferior del espárrago de la junta frontal.
- Con una llave de torsión, gire la tuerca de forma continua a una velocidad de 3 a 5 segundos por vuelta y tomar el par de la lectura en el quinto turno.



1. Desmonte el neumático.
2. desmonte los brazos estabilizadores para liberar los extremos de la barra estabilizadora.
3. al tener la barra estabilizadora libre haga un movimiento radial, la barra no debe moverse radial mente, si la barra se mueve sustituir los bujes.



**Figura 3. 45** Buje de la Barra estabilizadora.

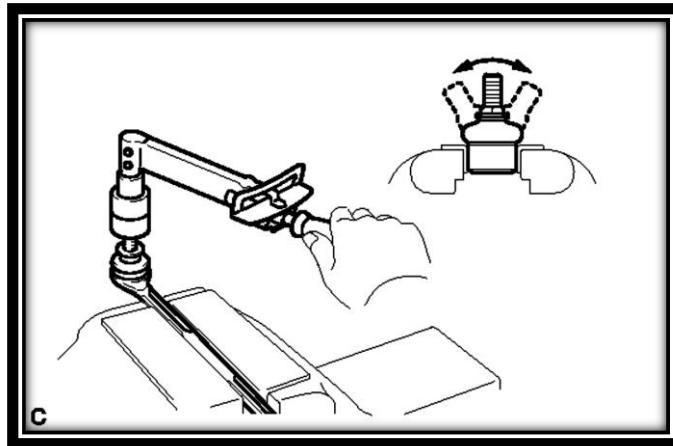
**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

#### **h. Comprobación del brazo estabilizador o brazo link.**

Este brazo estabilizador posee una junta esférica en cada extremo.

1. Inspeccione el par de giro de la rótula.
  2. Fije el conjunto del brazo estabilizador en un tornillo de banco mediante placas de aluminio.
  3. Instale la tuerca en el perno de montaje de enlace estabilizadora delantera.
  4. Con una llave de torsión, gire la tuerca de forma continua a una velocidad de 3 a 5 segundos por vuelta y tomar el par de la lectura en el quinto turno.
- Torque: 0,05-1,96 N \* m (. 0,5 a 20 kgf \* cm, 0,4 a 17 en \* lbf).



**Figura 3. 46** Comprobación del brazo estabilizador o brazo link.

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

**Nota:** Si el par de giro no está dentro del rango especificado, sustituya el estabilizador delantero con una nueva.

- Compruebe que la cubierta de polvo no está roto y que no hay grasa en él.

### **3.2.2.2. Suspensión posterior.**

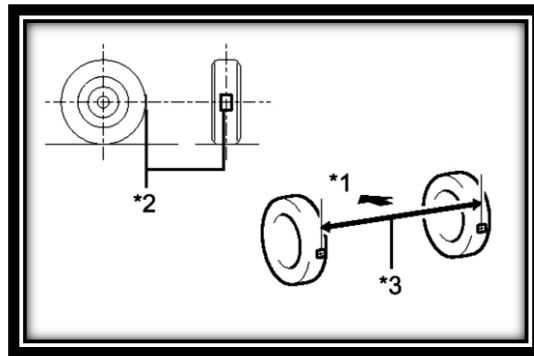
#### **a. Inspección de neumáticos.**

Es importante revisar los neumáticos para evitar cualquier anomalía al conducir el vehículo, la anomalía más frecuente son las vibraciones en el neumático al conducir a continuación se describirá el procedimiento de Inspección:

1. Verifique que los pernos del neumático estén con el torque específico
2. Revise las llantas en busca de desgaste y presión de inflado correcta.
3. Utilice un indicador de cuadrante y compruebe el descentramiento de los neumáticos.

## b. Alineación de la rueda posterior.

- Rebote el vehículo arriba y hacia abajo en las esquinas para estabilizar la suspensión.
- Suelte el freno de mano y mueva la palanca de cambios a N.
- Empuje el vehículo hacia adelante aproximadamente 5 m (16.4 ft.). (Paso A)
- Ponga marcas de centro de banda de rodadura de los puntos más posteriores de las ruedas traseras y mida la distancia entre las marcas (dimensión B).

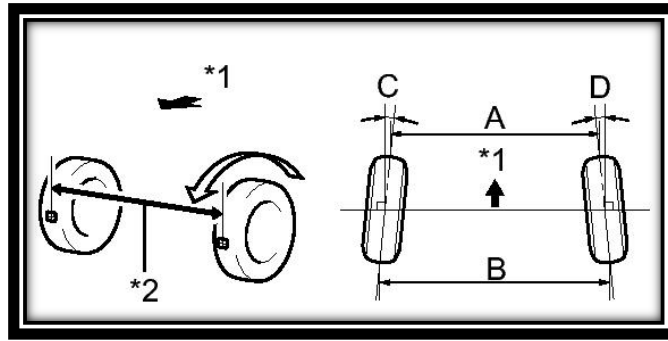


**Figura 3. 47** Alineación de la rueda posterior.

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

- Empuje lentamente el vehículo hacia adelante para hacer que las ruedas traseras giren 180 ° usando la válvula del neumático trasero como punto de referencia. No permita que las ruedas giren más de 180 °. Si las ruedas giran más de 180 °, realizar el procedimiento de nuevo.
- Medir la distancia entre las marcas de centro de banda de rodadura en el lado frontal de las ruedas (dimensión A)



**Figura 3. 48** Identificación de la dimensión A y B. Rueda posterior.

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

**Nota:** Medir "B - A" sólo cuando "C + D" no se puede medir. Si la convergencia no está dentro del rango especificado, inspeccionar las piezas de la suspensión y reemplazarlos si necesario.

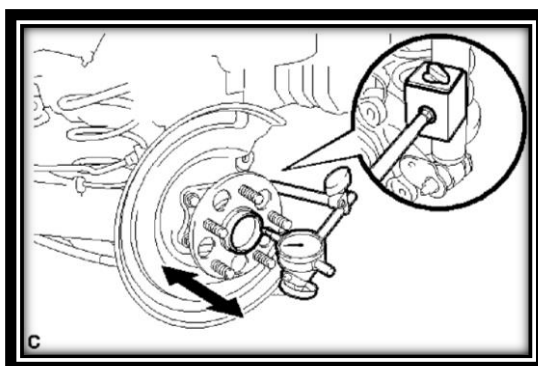
### **c. Comprobación del cojinete del cubo posterior.**

Utilice el mismo procedimiento para el lado izquierdo y derecho.

1. Retire el neumático Posterior.
2. Desmonte el conjunto del caliper del freno posterior.
3. Desmonte el disco de freno posterior.
4. Compruebe que el cojinete del cubo del eje posterior no este flojo.

Usando un indicador de dial, comprobar el descentramiento en la superficie del cubo del eje fuera del perno del cubo.





**Figura 3. 49** Comprobación del cojinete del cubo posterior.

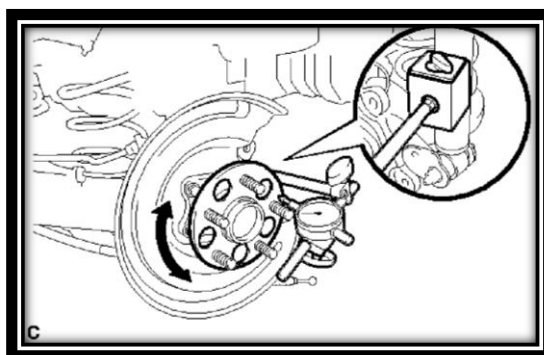
**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

**Nota:** Si el descentramiento supera el máximo reemplazar el cojinete del eje posterior, asegurarse de que el dial está perpendicular a la superficie de medición. Mantener el imán del indicador de línea de distancia del sensor de velocidad delantero.

5. Compruebe que el eje posterior no este descentrado.

Usando un indicador de dial, comprobar el descentramiento en la superficie del cubo del eje fuera del perno del cubo.



**Figura 3. 50** Inspección del descentramiento del eje del cubo posterior.

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

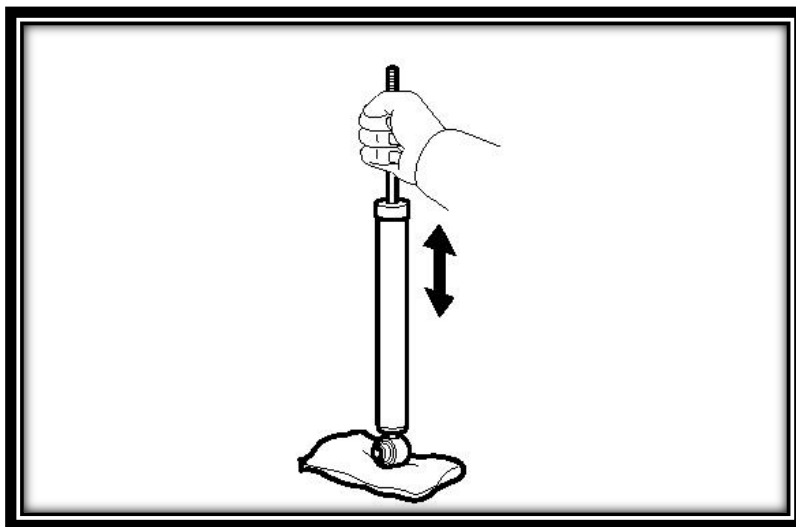
**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

**Nota:** Si el descentramiento supera el máximo reemplazar el cubo y el cojinete del eje posterior, asegurarse de que el dial está perpendicular a la superficie de medición. Mantener el imán del indicador de línea de distancia del sensor de velocidad delantero.

#### **d. Comprobación y desmontaje del amortiguador posterior.**

1. Inspeccione el conjunto del amortiguador trasero.

Comprimir y extienda la varilla del amortiguador trasero, y comprobar que no hay resistencia anormal o sonido inusual durante el funcionamiento.



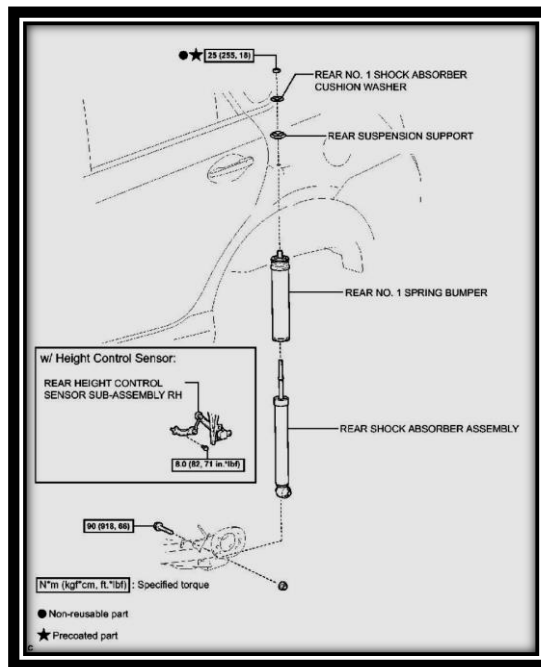
**Figura 3. 51** Comprobación del amortiguador posterior.

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

Si hay alguna anomalía, sustituir el amortiguador con una nueva.

## Desmontaje.

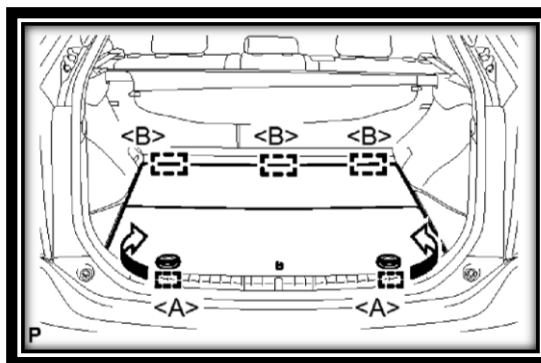


**Figura 3. 52** Ubicación del amortiguador posterior.

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

1. Retire la cubierta del piso de la cajuela.

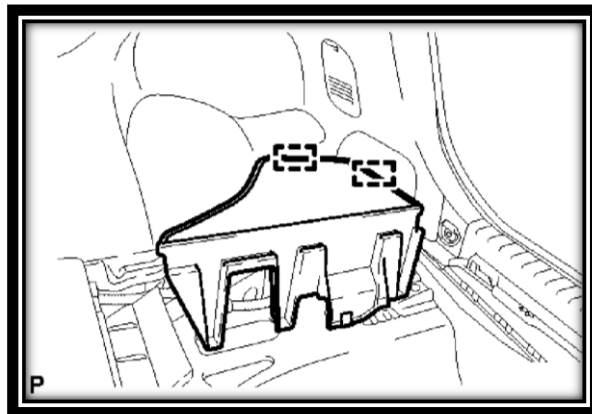


**Figura 3. 53** Ubicación de cubierta del piso de la cajuela.

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

2. Retire la cubierta del costado.

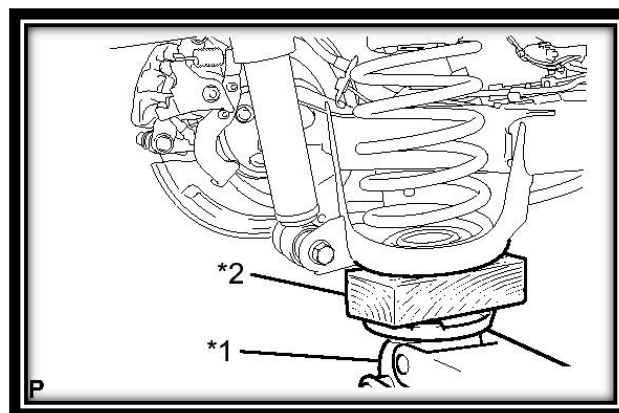


**Figura 3. 54** Ubicación de cubierta del costado.

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

3. Apoyar el asiento del resorte del conjunto de la viga del eje trasero con un gato y un bloque de madera.



**Figura 3. 55** Soporte de la base del resorte posterior.

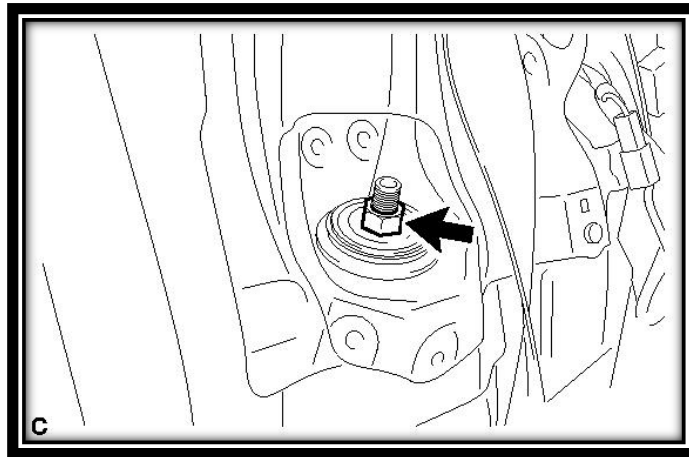
**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

**Advertencia:** No levantar el conjunto de viga del eje trasero demasiado alto como el vehículo puede caer.

**Nota:** Mantener el apoyo del conjunto de la viga del eje trasero con un gato hasta que la instalación del conjunto del amortiguador trasero ha sido completado.

- Apoyar el amortiguador trasero en una posición donde se comprime por aproximadamente 20 a 30 mm (0,787 a 1,18 pulg.).
- Con una llave hexagonal, fije la varilla del amortiguador trasero y retire la tuerca de seguridad.

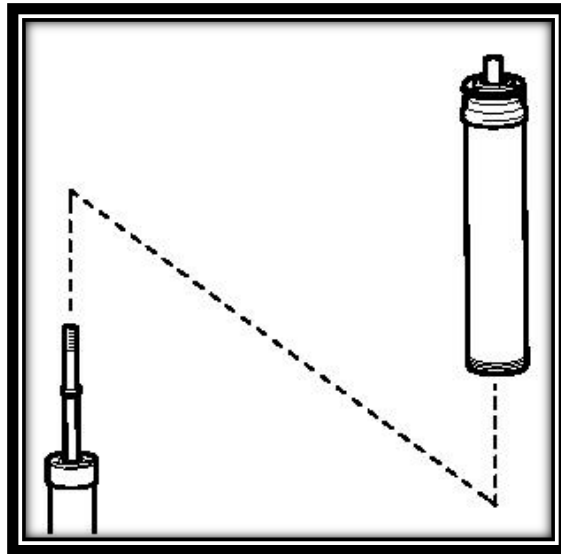


**Figura 3. 56** Ubicación de tuerca de seguridad del amortiguador posterior.

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

- Retire el soporte de la suspensión trasera.
- Quite el perno mientras mantiene la tuerca y quite el conjunto del amortiguador trasero.
- Desmonte el tope del amortiguador.



**Figura 3. 57** Tope del amortiguador posterior.

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### **3.2.2.3. Advertencia de presión de neumáticos.**

#### **a. Comprobación cuando se enciende la luz de advertencia de presión de neumático.**

1. cuando la luz de advertencia no se apaga o cuando se enciende durante la conducción, cheque la presión de los neumáticos. Si la luz de advertencia de presión de los neumáticos se enciende dentro de varias horas de haber ajustado la presión de los neumáticos, el neumático puede tener una fuga de aire lento.

2. Bajo las siguientes condiciones, el sistema no funcione correctamente:

- Si los neumáticos no están equipados con la válvula de advertencia de presión de neumáticos y se utilizan transmisores.
- Si el código de identificación de la válvula de advertencia de presión de los neumáticos y los transmisores no se ha registrado en la ECU de advertencia de presión de los neumáticos.

- Si la presión de inflado de los neumáticos es la presión absoluta: 600 kPa (6,0 kgf / cm<sup>2</sup>, 87 psi) o más; presión relativa: 500 kPa (5,0 kgf / cm<sup>2</sup>, 73 psi) o más.
- Si la válvula de advertencia de presión de los neumáticos y el voltaje de la batería del transmisor se agota. (vida de la batería: 10 años).
- Si los dispositivos o las instalaciones que utilizan frecuencias de ondas de radio similares electrónicos están cerca.
- Si un aparato de radio en frecuencias similares se utiliza en el vehículo.
- Si se instala un tinte de la ventana que afecta a la señal de onda de radio.
- Si hay mucha nieve o hielo en el vehículo, en particular alrededor de las ruedas o pasos de rueda.
- Si se utilizan ruedas que no sean originales.
- Si se utilizan cadenas para las llantas.

#### **b. Diagnóstico de presión de neumáticos con el Techstream.**

- Encienda el interruptor de alimentación
- Ajustar la presión de todos los neumáticos al valor especificado.
- Conecte el Techstream a la DLC3.
- Gire el interruptor de encendido (IG).
- Introduzca los siguientes menús: Monitor de la presión Chasis / Neumáticos / Lista de datos.
- Leer los valores de "Identificación de Neumáticos La inflación de presión".
- Revise la lista de datos.

### 3.3 Parámetros del fabricante.

#### 3.3.1. Neumáticos.

##### 3.3.1.1 Presión de neumáticos.

**Tabla 3. 12** Parámetros de fabricante para presión de neumáticos.

DIÁMETRO DE LLANTA	FRONTAL KPA (Kgf/Cm <sup>2</sup> , PSI)	POSTERIOR KPA (Kgf/CM <sup>2</sup> , PSI)
P195/65R15 89S	240 (2.4,35)	230(2.3,33)
P125/45R17 87V	230(2.3,33)	220(2.2,32)
195/65R15 91H	220(2.2,32)	220(2.2,32)

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

##### 3.3.1.2. Descentramiento y desbalance del neumático.

**Tabla 3. 13** Parámetros del fabricante para Alineación y desbalance del neumático.

Máximo descentramiento del neumático	1,4mm (0,0551 in)
Máximo desbalance después del ajuste	0,8 g (0,0176 lb)

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.



### 3.3.2 Alineación de neumáticos.

#### 3.3.2.1 Medida de altura del vehículo.

**Tabla 3. 14** Parámetros del Fabricante Altura del vehículo (vehículo sin carga).

DIÁMETRO DE LLANTA	FRONTAL C - A	POSTERIOR D - B
P195/65R15	108 mm (4,25 in) 90 mm (3,54 in)	26 mm (1,02 in) 9 mm (0,354 in)
P125/45R17	103 mm (4,06 in)	21 mm (0,827 in)

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

#### 3.3.2.2 Angulo de caída.

**Tabla 3. 15** Parámetros del fabricante para ángulo de caída (vehículo sin carga).

TAMAÑO DEL NEUMÁTICO	INCLINACIÓN DEL ÁNGULO DE CAÍDA	DIFERENCIA DERECHA - IZQUIERDA
P195/65R15	-0°13' +/- 45' (-0.22° +/- 0.75°) -0°07' +/- 45' (-0.12° +/- 0.75°)	45' (0.75°) o menos
P125/45R17	-0°12' +/- 45' (-0.20° +/- 0.75°)	

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

#### 3.3.2.3 Avance del pivote.

**Tabla 3. 16** Parámetros del fabricante para Avance del pivote (vehículo sin carga).

TAMAÑO DEL NEUMÁTICO	INCLINACIÓN DEL ÁNGULO DE CAÍDA	DIFERENCIA DERECHA - IZQUIERDA
P195/65R15	5°13' +/- 45' (5.88° +/- 0.75°) 5°40' +/- 45' (5.67° +/- 0.75°)	45' (0.75°) o menos
P125/45R17	5.51' +/- 45' (5.87 +/- 0.75°)	

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### 3.3.2.4. Inclinación del eje de la dirección.

**Tabla 3. 17** Parámetros del fabricante para inclinación del eje de la dirección (vehículo sin carga).

TAMAÑO DEL NEUMÁTICO	INCLINACIÓN DEL ÁNGULO DE CAÍDA
P195/65R15	12°15' (12.25°) 11°52' (11.87°)
P125/45R17	12°10' (12.17°)

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### 3.3.2.5 Holgura del cojinete y descentramiento del eje del cubo delantero.

**Tabla 3. 18** Parámetros de holgura del cojinete y descentramiento del eje del cubo delantero.

PARÁMETRO DEL FABRICANTE	EJE DELANTERO	EJE POSTERIOR
Holgura del cojinete del cubo	máxima 0.05mm (0.00196in)	máxima 0.05mm (0.00196in)
Descentramiento del eje del cubo	máximo 0.05mm (0.00196in)	máximo 0.05mm (0.00196in)

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### 3.3.2.6 Junta esférica o Rotula.

Con una llave de torsión, gire la tuerca de forma continua a una velocidad de 3 a 5 segundos por vuelta y tomar el par de la lectura en el quinto turno.

Torque: 0,98-4,90 N \* m (. 10 a 50 kgf \* cm, 8,7 a 43 en \* lbf).

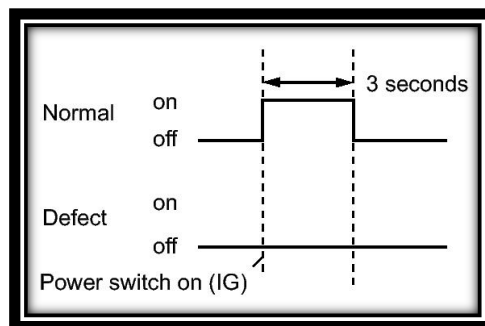
### 3.3.2.7. Brazo de articulación.

Con una llave de torsión, gire la tuerca de forma continua a una velocidad de 3 a 5 segundos por vuelta y tomar el par de la lectura en el quinto turno. Torque: 0,05-1,96 N \* m (. 0,5 a 20 kgf \* cm, 0,4 a 17 en \* lbf).

**Sugerencia:** Si el par de giro no está dentro del rango especificado, sustituya el enlace estabilizadora con una nueva.

### 3.3.2.8. Advertencia de presión de neumáticos.

Después de que el interruptor de encendido se gira a ON (IG), la luz de advertencia de presión de neumáticos se enciende durante 3 segundos y luego se apaga.



**Figura 3. 58** Patrón de parpadeo de la luz de la indicadora.

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

Si la luz de aviso no se enciende durante 3 segundos, solucionar problemas del circuito de la luz de advertencia de presión de neumáticos. Consulte la presión de los neumáticos Advertencia Circuito Luz.

## **CAPITULO IV**

### **4. Análisis del sistema de suspensión del vehículo híbrido Toyota Prius.**

En el presente capítulo mencionaremos las herramientas, los equipos y materiales a emplear para realizar el análisis del sistema de suspensión, componentes y elementos que lo conforman, también describiremos la seguridad que se debe emplear para realizar los diversos trabajos de comprobación y análisis en el vehículo.

Las pruebas efectuadas se realizaron en el vehículo híbrido Toyota Prius modelo A del 2010 que está en la Universidad Internacional del Ecuador, Facultad de Ingeniería de Mecánica automotriz, extensión Guayaquil.

#### **4.1. Elementos técnicos de prueba.**

##### **4.1.1. Herramientas.**

- Medidor de presión de neumáticos.
- Indicador de dial con base.
- Medidor de torque.
- Caja de dados de mando ½"
- Juego de llaves mixtas.
- Tornillo de banco.
- Compresor de resortes
- Extractor de bocines.

#### 4.1.2. Equipos de diagnóstico.

Para realizar pruebas de diagnóstico en este vehículo se utilizan equipos para diagnosticar la parte mecánica de la suspensión y electrónica, en la cual se detallara el equipo con el que cuenta la Universidad Internacional del Ecuador, Facultad de Ingeniería en Mecánica Automotriz, Sede Guayaquil.

##### 4.1.2.1. Equipo de diagnóstico Tchstream.

Este equipo está constituido por un software, denominado Tchstream el mismo que es personalizado para evaluación en este vehículo, este programa permite verificar las señales y comportamientos de los actuadores, sensores, y unidades de control electrónicas que están instaladas en el vehículo.

Se puede enlazar la comunicación del vehículo al software por medio del cable interfaces, ya que el programa está instalado en una computadora de marca Dell. Los datos de cada sistema y el código de diagnóstico pueden leerse a través del conector de enlace de datos DLC3 del vehículo.

#### 4.2 Factores de seguridad.

**Tabla 4. 1** Factores de seguridad.

FACTORES DE SEGURIDAD	DESCRIPCIÓN
Vestimenta	Siempre utilice ropa de trabajo limpia.
	Utilice casco y calzado de seguridad.
Protección del vehículo	Antes de iniciar cualquier tarea, prepare una cubierta para la rejilla, las aletas, los asientos y la esterilla.
Procedimientos de seguridad	Si trabaja con 2 o más personas, asegúrese de que todas ellas cumplen las condiciones de seguridad.

	Cuando trabaje con el motor en marcha, procure que el taller esté bien ventilado para evacuar los gases de escape.
	Al trabajar con piezas sometidas a alta presión, a alta temperatura, que giran, se mueven o vibran, utilice el equipo de seguridad adecuado y tenga especial cuidado para evitar lesionarse o dañar a otras personas.
	Al elevar vehículos con un gato, hágalo en los emplazamientos adecuados y con soportes de seguridad.
	Cuando levante un vehículo, hágalo con el equipo de seguridad apropiado.
Preparación de herramientas y medidores	Antes de comenzar una operación, prepare un soporte para las herramientas, la SST, un equipo de medición, aceite, y cualquier pieza de repuesto necesaria.
Operaciones de extracción, instalación, montaje y desmontaje	Realice los diagnósticos con un análisis preciso del problema y de los procedimientos adecuados.
	Antes de extraer las piezas, verifique las condiciones generales y los posibles daños y deformaciones que pueda tener el conjunto.
	Si la operación es complicada, tome notas. Por ejemplo, anote el número total de conexiones eléctricas, pernos o mangueras que retire. Haga marcas de correspondencia para asegurarse de que monta cada pieza en su posición original. Haga marcas provisionales en las mangueras y en sus ajustes si es necesario.
	Limpie y lave las piezas extraídas si es necesario y móntelas tras inspeccionarlas minuciosamente.
Piezas extraídas	Guarde las piezas extraídas en un recipiente aparte para evitar que se confundan con las nuevas o que éstas se contaminen.
	En lo que respecta a las piezas no reutilizables, como juntas, juntas teóricas y tuercas de seguridad, cámbielas siguiendo las instrucciones de este manual.
	Guarde las piezas extraídas por si el cliente quisiera inspeccionarlas.

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### 4.3 Análisis de parámetros resultantes.

#### 4.3.1 Pruebas del sistema de suspensión del vehículo híbrido Toyota Prius A del 2010.

##### 4.3.1.1 Suspensión del Toyota Prius A del 2010.

###### a. Presión de Neumáticos.

**Tabla 4. 2** Análisis de resultados de presión y descentramiento del neumático.

Prueba	No de neumático	Parámetro del fabricante	Parámetros en el vehículo	Condición
Presión del Neumático	Frontal Izquierdo	35 psi	30 psi	Ok
	Frontal Derecho	35 psi	33 psi	Ok
Descentramiento del neumático	Posterior Izquierdo	35 psi	30 psi	Ok
	Posterior derecho	35 psi	32 psi	Ok

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

###### b. Alineación de las ruedas.

**Tabla 4. 3** Análisis de resultados de alineación de las ruedas.

Prueba	No de neumático	Parámetro del fabricante	Parámetros en el vehículo	Condición
Descentramiento del neumático	Frontal Izquierdo	Máximo 1,4 mm	0,4 mm	Ok
	Frontal Derecho	Máximo 1,4 mm	0,3 mm	Ok
	Posterior Izquierdo	Máximo 1,4 mm	0,5 mm	Ok
	Posterior derecho	Máximo 1,4 mm	0,3 mm	Ok

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### c. Holgura del cojinete de la mangueta.

**Tabla 4. 4** Análisis de resultados holgura del cojinete de la mangueta.

Prueba	No de neumático	Parámetro del fabricante	Parámetros en el vehículo	Condición
Holgura del cojinete	Frontal Izquierdo	Máximo 0,05 mm	0,01 mm	Ok
	Frontal Derecho	Máximo 0,05 mm	0,01 mm	Ok
	Posterior Izquierdo	Máximo 0,05 mm	0,02 mm	Ok
	Posterior derecho	Máximo 0,05 mm	0,01 mm	Ok

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

### d. Advertencia de la presión de los neumáticos.

- Se enciende el interruptor de alimentación y se observa los indicadores en el tablero de instrumentos, como se ve en la figura no está disponible la luz del indicador de advertencia de presión de neumáticos.



**Figura 4. 1** Panel de instrumentos.

**Fuente:** Byron Satán Cumbe.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.



- Para verificar que no hay un problema con la luz del indicador se procedió a bajar la presión del neumático frontal derecho a una presión de 5 PSI.



**Figura 4. 2** Despresurización del neumático.

**Fuente:** Byron Satán Cumbe.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

- Se procede a arrancar el vehículo y se observa que no enciende la luz de Advertencia de presión de los neumáticos.
- Se conecte el Techstream al DLC3.

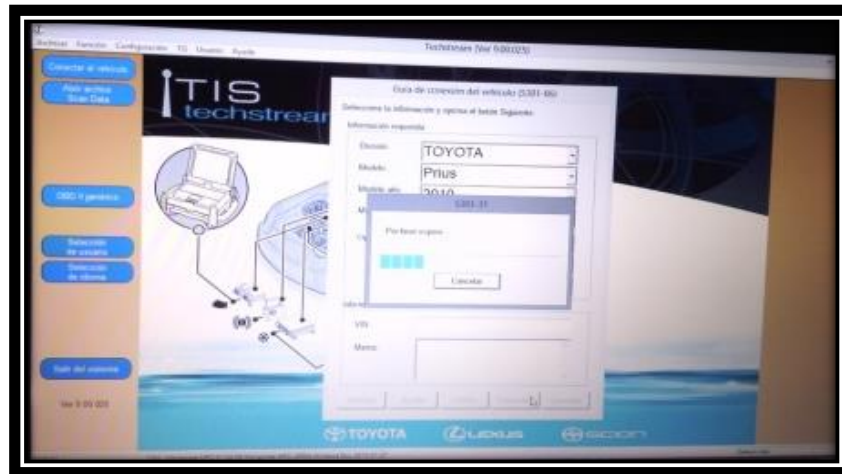


**Figura 4. 3** Conexión de interfaz del Techstream al DLC3.

**Fuente:** Byron Satán Cumbe.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

- Se inicia el software.
- Se registra el modelo del vehículo y el año.

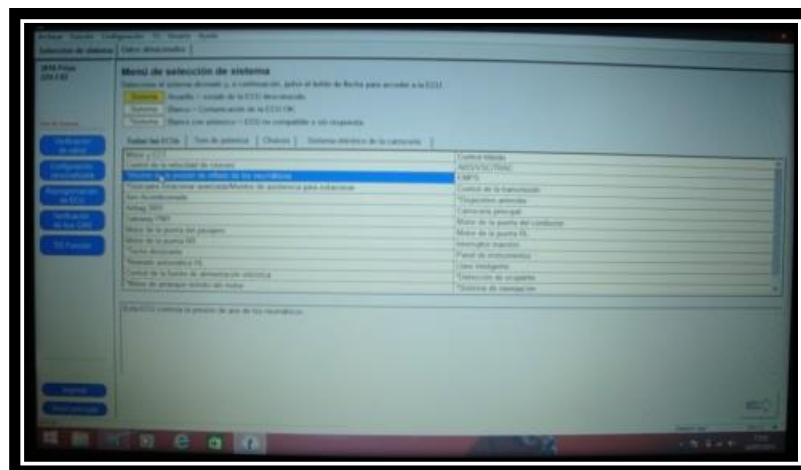


**Figura 4. 4** Registro del modelo del vehículo y el año.

**Fuente:** Byron Satán Cumbe.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

- Se conecta con el menú del sistema.

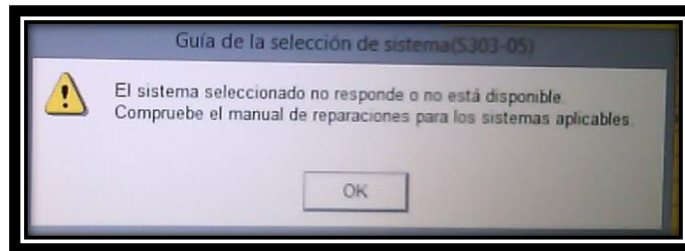


**Figura 4. 5** Menú del sistema.

**Fuente:** Byron Satán Cumbe.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

- Al seleccionar **Monitor de la presión de inflado de los neumáticos** salió el mensaje “**El sistema seleccionado no responde o no está disponible. Compruebe el manual de reparaciones para los sistemas aplicables**”, como se presencia en la figura de abajo.



**Figura 4. 6** Indicación de acceso negado al sistema de advertencia de presión de neumáticos.

**Fuente:** Byron Satán Cumbe.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

De esta manera se comprobó que el vehículo híbrido Toyota Prius modelo A del 2010 no viene con este sistema incorporado.

Nota: Se comunicó con el concesionario donde se adquirió el vehículo, y confirmaron que hasta la actualidad, ningún modelo del Prius viene acondicionado con el sistema de Advertencia de presión de neumáticos.

## CAPÍTULO V

### **5. Diseño de la propuesta.**

El vehículo en el cual se desarrolló el estudio y análisis del sistema de suspensión, es de la Universidad Internacional del Ecuador, facultad de mecánica automotriz, extensión Guayaquil fue adquirido en la misma ciudad con 9.685 km de recorrido, cuenta con un motor de gasolina de 1.800 cc de cilindrada trabaja con el ciclo Atkinson el cual es más eficiente que el ciclo Otto pues consigue relaciones más altas de compresión, este vehículo trabaja coordinadamente con un motor eléctrico en una configuración denominada híbrida, lo que repercute en mejor aprovechamiento de la energía liberada, que mantiene una autonomía de 5,3 litros por cada 100 km y emite 89 gramos de CO<sub>2</sub> por km, con una capacidad en el taque de combustible de 45 litros, es un vehículo de 5 plazas para 5 ocupantes.

En el análisis realizado hemos destacado cosas importante desde el funcionamiento de cada uno de sus componentes y elementos, hasta como diagnosticar, tanto su parte mecánica como electrónica, en este estudio podemos mencionar que el Toyota híbrido Prius A del 2010 de la Universidad Internacional del Ecuador, Facultad de Mecánica Automotriz, extensión Guayaquil, de acuerdo a las comprobaciones realizadas se puede determinar que el sistema de suspensión cumple con los parámetros de comprobación que están dispuestos en el manual técnico de reparación.

#### **5.1 Toyota Prius híbrido modelo A 2010 Uide Gye.**

Todo con respecto a las especificaciones de este vehículo Toyota Prius A del 2010 de la Universidad Internacional del Ecuador, se las detallara en la siguiente tabla.

**Tabla 5. 1** Especificaciones técnicas del Toyota Prius A del 2010.

Sistema	Descripción	
Motor de combustión	Modelo	2ZR-FXE
	Tipo	4 cilindros en línea, 4 ciclos, gasolina
	Calibre y carrera	80,5 x 88,3 mm (3,17 x 3,48 pulg.)
	Cilindrada	179 cm <sup>3</sup> (109,7 pulg <sup>3</sup> )
	Holgura de válvulas (Motor frio)	Ajuste automático
	Tipo de combustible	Solo gasolina sin plomo
	Numero de octanaje Research	95 o mayor
	Capacidad del depósito de combustible	45 L (11,9 gal., 9,9 gal. Ing)
	Distribución	16 válvulas DOHC, sistema VVT-i
	Potencia máxima	73 KW/5,000 rpm
Torque máximo	142 Kg/rpm	
Sistema Eléctrico "BATERIA DE 12 voltios" tensión abierta a 20°C (68°F)	Totalmente cargada	12,6 - 12,8 V
	Media Carga	12,2 - 12,4 V
	Descargada	11,5 - 11,9 V
	Tensión medida a	20 min minutos después de haber desconectado el sistema hibrido y todas las luces)
	Amperaje de Carga	5 A Max.
Batería Hibrida	Tipo	Batería de níquel-hidruro metálico
	Tensión	7,2 V / módulo
	Capacidad	6,5 Ah (3HR)
	Cantidad	28 módulos
	Tensión total	201,6 V

Motor eléctrico, motor de tracción	Tipo	Motor de imán permanente
	Potencia máxima	60 KW/13,500 rpm
	Par máximo	207 N*m (21,1 kg*m)/2,768
Sistema de climatización	Elemento	Aceite del compresor
	Tipo	ND - OIL 11 o equivalente
Dimensiones y peso	Longitud total	4460 mm (75,6 pulg.)
	Anchura total	1745 mm (68,7 pulg.)
	Altura total	1510 mm (59,4 pulg.)
	Masa bruta del vehículo	1805 kg (3979 lb.)

**Fuente:** Manual Técnico del Taller Toyota Prius 2010

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.

## 5.2. Sistema de Suspensión del Vehículo Híbrido Toyota Prius.

- El sistema de suspensión delantero tiene todo los parámetros dentro del rango del fabricante.
- Se desmontaron componentes como neumáticos, brazos estabilizadores, y se elevó el vehículo para realizar comprobaciones.
- Se describió los procesos para comprobaciones y cambio de algunos componentes de la suspensión del vehículo híbrido Toyota Prius Modelo A.
- Pudimos presenciar las posibles fallas y el mal funcionamiento que se pueden presentar en el sistema de suspensión del vehículo híbrido Toyota Prius Modelo A.
- Se comprobaron los resultados obtenidos de las pruebas que se realizaron en el sistema de suspensión del vehículo híbrido Toyota Prius Modelo A con los parámetros que nos indica en el manual técnico del fabricante.

## **CAPÍTULO VI**

### **Conclusiones y recomendaciones**

#### **6.1. Conclusiones.**

La investigación realizada a los sistemas de suspensión del automóvil, permite conocer su comportamiento, y los diferentes tipos que existen, y demostrando que la suspensión delantera independiente McPherson y semi independiente de eje torsional para la suspensión posterior, son las más empleadas en vehículos livianos.

La recopilación de datos investigados de la suspensión de los vehículos, con la información prevista en el manual de taller del Vehículo Híbrido Toyota Prius modelo A del 2010, nos permite conocer más a fondo la ingeniería del sistema de suspensión que trae el vehículo.

Se ha visualizado que las comprobaciones, inspecciones y ajustes que determina el manual de taller del Vehículo Híbrido Toyota Prius modelo A del 2010, gestiona los procedimientos para algunas partes de la suspensión con el fin de mantenerla en óptimas condiciones.

Los parámetros de comprobación que gestiona el manual del fabricante, con los parámetros obtenidos en las comprobaciones del Vehículo Híbrido Toyota Prius modelo A del 2010, permite determinar que los componentes del sistema de suspensión se encuentran en óptimas condiciones.

## **6.2. Recomendaciones.**

Antes de realizar cualquier actividad de inspección o diagnóstico en el sistema de suspensión del Vehículo Híbrido Toyota Prius modelo A del 2010, siga las recomendaciones de seguridad.

Analizar la información proporcionada en el presente trabajo antes de realizar una evaluación o reparación del Vehículo Híbrido Toyota Prius modelo A del 2010.

Seguir los procedimientos como se estipulan en el presente trabajo, para realizar las comprobaciones, reparaciones y ajustes en el Vehículo Híbrido Toyota Prius modelo A del 2010, con el fin de tener los valores más exactos.

Revise detenidamente los valores de las comprobaciones obtenidas para gestionar un diagnóstico técnico y con valores reales, siempre considere el margen de error antes de dar un resultado.

Para que el diagnóstico y análisis del sistema de suspensión sean correctos siempre cerciórese de la condición y exactitud de su herramienta de diagnóstico, por lo que esto podría generar valores fuera de rango, que conlleve a la sustitución errónea de un componente o peor aún afectar la operatividad del vehículo.



## BIBLIOGRAFÍA

- Thomas Gonzales. (2010) Suspensión y dirección, Toyota Prius.
- Arias Paz Manuel. (2006) Manual de automóviles, Editorial Cie Inversiones Editoriales Dossat 2000 SL, España.
- Chilton's Book Company. (2008) Manual de reparación y mantenimiento, Editorial Océano
- J. M. Alonso Pérez. (2008) Técnicas del automóvil "Chasis".
- Manual técnico del vehículo híbrido Toyota Prius modela A 2010.2ZR-FXE.
- Manual del Automóvil reparación y mantenimiento. (2005). Edición: Cultural S.A.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

Términos / Abreviaturas	Descripción
Mangueta	Componente de la suspensión donde se monta el conjunto de freno y el neumático del auto.
Junta esférica	Denominad también rotula va montada en la parte de la mangueta y es un componente de la suspensión.
ABS	Sistema de frenos antibloqueo
AVS	Suspensión variable adaptable
DLC 3	Conector de enlace
DTC	Código de diagnostico
ECU	Unidad de control electrónica
TPMS	Sistema de control de presión de neumáticos
TIS	Sistema de información técnica

# **ANEXO.**

## Anexo 1

### Plan de mantenimiento del sistema de suspensión del Toyota Prius a 2010

**Tabla 1** Plan de mantenimiento preventivo del sistema de suspensión.

Sistema de suspensión	Revisión en Kilómetros x 1000								
	5 Km	10 Km	15 Km	30 Km	45 Km	60 Km	75 Km	90 Km	105 Km
Suspensión delantera									
Brazos inferiores de la suspensión			X		X		X	X	X
Holgura del cojinete del cubo delantero				X		X		X	
Descentramiento del eje delantero				X		X		X	
Bieletas o brazos link			X		X		X	X	X
Barra estabilizadora			X		X		X	X	X
Junta esférica /Rotula								X	
Terminal								X	
Amortiguador				X		X		X	
Muelle helicoidal				X		X		X	
Base del amortiguador		X		X		X		X	
Suspensión posterior									
Holgura del cojinete del cubo posterior				X		X		X	
Descentramiento del eje posterior				X		X		X	
Buje de la barra de torsión				X		X		X	
Amortiguador				X		X		X	
Muelle helicoidal				X		X		X	
Base del amortiguador		X		X		X		X	
Neumáticos									
Superficie de los neumáticos	X	X	X	X	X	X	X	X	X
presión de neumáticos	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Rotar neumáticos			X	X	X	X	X	X	X
Alineación de neumáticos.			X	X	X	X	X	X	X
Balanceo de neumáticos			X	X	X	X	X	X	X

**Fuente:** Byron Satán Cumbe.

**Editado por:** Byron Satán Cumbe.