

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Ciencias e Ingeniería

Potenciación de un Vehículo de Serie para uso Deportivo

**Cristian Alejandro Jibaja Rivera
Augusto Mauricio Larrea Naranjo**

Gonzalo Tayupanta, MSc., Director de Tesis

Tesis de grado presentada como requisito
para la obtención del título de Licenciado en Electromecánica Automotriz

Quito, octubre de 2013

Universidad San Francisco de Quito

Colegio de Ciencias e Ingeniería

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

Preparación de un Vehículo de Serie para uso Deportivo

Cristian Alejandro Jibaja Rivera

Augusto Mauricio Larrea Naranjo

Gonzalo Tayupanta, MSc.
Director de Tesis

.....

José Martínez, MSc.
Miembro del Comité de Tesis

.....

Eddy Villalobos, MSc.
Miembro del Comité de Tesis

.....

Ximena Córdova, Ph.D.
Decana Escuela de Ingeniería
Colegio de Ciencias e Ingeniería

.....

Quito, octubre de 2013

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:

Nombre: Cristian Alejandro Jibaja Rivera

C. I.: 172062746-0

Firma:

Nombre: Augusto Mauricio Larrea Naranjo

C. I.: 180202854-6

Fecha: 10/22/2013

DEDICATORIA

Dedico ésta presente tesis a mi madre Alicia, mi padre Marcelo y mi hermano Felipe, que me han apoyado incondicionalmente para salir adelante con sus consejos, valores y acciones que son grandes ejemplos de perseverancia y constancia.

Y a toda mi familia por darme la felicidad de tenerlos junto a mi lado, por creer en mí y ofrecerme su apoyo en todo momento para que cumpla mis sueños y metas.

Gracias a ustedes estoy realizando uno de los sueños más anhelados que es convertirse en todo un profesional.

Alejandro Jibaja

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por brindarme la oportunidad de existir, gracias por iluminarme y darme fuerzas para seguir creciendo profesionalmente y humanamente.

A ti Papá, por tu incondicional apoyo tanto al inicio como al final de mi carrera. Gracias por estar siempre pendiente de mí en cada momento y por ser ejemplo de arduo trabajo y tenaz lucha en la vida.

A ti Mamá, que con tu inmenso amor, has sido mi ángel de la guarda. Gracias porque has sido, eres, y siempre serás el pilar de mi vida.

A ti hermano, porque juntos hemos aprendido a vivir y crecer día a día compartiendo triunfos y fracasos.

A mi familia, ustedes queridos abuelitos, tíos y primos, porque de una u otra forma, con su apoyo me han incentivado a seguir siempre adelante.

A la Universidad San Francisco de Quito y a mis estimados maestros, por transmitirme sus amplios conocimientos y consejos.

Al Sr. Luis Ávila y a mi compañero de tesis Augusto por ser parte de este proyecto, y a todos mis compañeros y amigos que me han brindado su amistad.

Alejandro Jibaja

DEDICATORIA

Quiero dedicar mi esfuerzo en la presente tesis a mis padres Augusto y Cecilia por ser el pilar fundamental en todo lo que soy.

A mis hermanas Pamela y Verónica que siempre estuvieron pendientes de mis estudios.

A mi esposa Verónica y a mis hijos por estar a mi lado apoyándome en todo momento.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

Augusto Larrea

AGRADECIMIENTOS

Primero quiero agradecer a Dios por darme la vida y haberme permitido llegar a este momento tan importante en mi formación profesional.

Quiero agradecer a toda mi familia por el apoyo recibido durante mis estudios académicos, en especial a mis padres Augusto y Cecilia por formarme con buenos sentimientos, valores y brindarme la oportunidad de crecer como profesional.

A mi esposa Verónica y a mis hijos que son día a día mi inspiración y la razón para seguir alcanzando todo lo que me propongo.

A todos los docentes, en especial a mi profesor y director de tesis el Sr. Gonzalo Tayupanta, por ofrecerme todo su apoyo y consejos. Al personal administrativo de la USFQ en especial a Loli que con su profesionalismo me ha guiado para poder cumplir con todos los requerimientos necesarios para lograr esta meta.

A mi amigo Luis Ávila por confiar en nuestro proyecto y haber puesto en nuestras manos su adorado vehículo.

A todos mis compañeros y amigos por su amistad y apoyo a lo largo de la carrera. Y a mi compañero de tesis Alejo, por el equipo que formamos para la culminación de nuestro proyecto.

Augusto Larrea

RESUMEN

La presente investigación se basó en la preparación de un automóvil de serie para ser utilizado, tanto en el día a día, como también en competencias amateur de Trepadas de Montañas, Trackdays y Piques con la finalidad de mejorar el desempeño y obtener resultados en cuanto al incremento de rendimiento en potencia, estabilidad, frenado y seguridad.

El proyecto estuvo enmarcado en base a la necesidad de tener un vehículo preparado que cumpla con las normas de seguridades apropiadas, así como también las normas ambientales y de tránsito que rigen en nuestro país mediante el uso del conocimiento automotriz aprendido durante los últimos cuatro años y varias modificaciones a autos de serie.

Para la elaboración del proyecto y cumplimiento de los objetivos se emplearon técnicas de recolección de datos de los mejores fabricantes de cada segmento para obtener las mejoras requeridas, combinando repuestos de la más alta calidad dentro del mercado internacional, obteniendo como resultado el complemento deseado expuesto en este proyecto.

De esta manera se pudo concluir que con la vinculación de todos los sistemas utilizados se concibe un automóvil de uso diario capaz de entregar una mayor potencia junto con estabilidad y seguridad, con la finalidad de competir con cualquier auto deportivo de alta gama.

ABSTRACT

This research was based on the preparation of a production car to be used, on the street, as well as in amateur competitions as Mountain climbs, Trackdays and Drag racing, in order to improve performance and achieve results in terms of increased power performance, stability, braking and safety.

The project was framed on the basis of searching and demanding to have a modified vehicle prepared to fulfill appropriate safety standards, as well as the environmental and traffic rules that govern our country, using automotive knowledge learned during the past four years and several modifications to standard cars.

Data compilation of the best manufacturers of each segment were used for the development of the project to obtain the required improvements by combining highest quality parts in the international market, resulting in the desired outcome of this project.

Thus, it was concluded that the combining of all the systems used in this project emerge an everyday car capable of delivering more power along with stability and security, in order to race with any high-end sport car.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	9
ABSTRACT	10
TABLA DE CONTENIDO	11
1 INTRODUCCIÓN	16
2 OBJETIVO GENERAL	17
3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
4 MARCO TEÓRICO DEL PROYECTO	18
4.1 Turbo Alimentación	18
4.1.1 Finalidad de la Turbo Alimentación.....	18
4.1.2 Ciclos de funcionamiento de la Turbo Alimentación.....	20
4.1.3 Componentes de un Turbo Compresor	22
4.2 Embrague	24
4.2.1 Finalidad del Sistema de Embrague.....	24
4.2.2 Componentes del Sistema de Embrague.....	25
4.2.3 Funcionamiento del Sistema de Embrague.....	29
4.3 Suspensión	32
4.3.1 Finalidad de la Suspensión	32
4.3.2 Sistema de Suspensión Mc-Pherson	35
4.3.3 Componentes de la Suspensión Mc-Pherson.....	37
4.4 Frenos	41
4.4.1 Finalidad de los Frenos.....	41
4.4.2 Proceso de frenado hidráulico	42
4.4.3 Frenos de disco y sus componentes.....	44
4.4.4 Líquido de Frenos	48
5 DESARROLLO DEL PROYECTO	51
5.1 Sistema de mejoramiento de la turbo alimentación Garrett	52
5.2 Intercooler de mayor capacidad Garrett	58
5.3 Embrague y volante de inercia de competencia SPEC	61
5.4 Sistema de escape MagnaFlow	66

5.5	Suspensión D2	69
5.6	Sistema de frenos Brembo	74
6	ANÁLISIS COMPARATIVO DEL PROYECTO Y RESULTADOS.....	78
6.1	Potencia	78
6.2	Torque	83
6.3	Frenos.....	86
7	APORTES ADICIONALES.....	89
8	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	91
9	ANEXOS.....	93
10	GLOSARIO.....	101
11	ÍNDICE.....	111
12	BIBLIOGRAFÍA	112

TABLA DE GRÁFICAS

GRÁFICA 1: TURBO ALIMENTACIÓN.....	19
GRÁFICA 2: PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO SISTEMA TURBO	19
GRÁFICA 3: FUNCIONAMIENTO DEL TURBO COMPRESOR.....	20
GRÁFICA 4: SISTEMA COMPLETO DE TURBO COMPRESOR.....	21
GRÁFICA 5: ESQUEMA TURBO COMPRESOR.....	22
GRÁFICA 6: COJINETES DEL TURBO COMPRESOR.....	22
GRÁFICA 7: DESPIECE TURBO COMPRESOR.....	23
GRÁFICA 8: CONFIGURACIÓN DEL EMBRAGUE DE FRICCIÓN.....	25
GRÁFICA 9: VOLANTE DE INERCIA.....	26
GRÁFICA 10: DESPIECE DE UN PLATO DE ACCIONAMIENTO	27
GRÁFICA 11: COMPONENTES DISCO DE EMBRAGUE	28
GRÁFICA 12: DESPIECE DEL ACCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE EMBRAGUE	29
GRÁFICA 13: EMBRAGUE ACOPLADO.....	30
GRÁFICA 14: EMBRAGUE DESACOPLADO	31
GRÁFICA 15: OPERACIÓN DEL EMBRAGUE	31
GRÁFICA 16: SUSPENSIÓN DE UN AUTOMÓVIL	32
GRÁFICA 17: CONSTITUCIÓN DE UNA SUSPENSIÓN	32
GRÁFICA 18: ESQUEMA DE UNA SUSPENSIÓN.....	33
GRÁFICA 19: OSCILACIONES DE UN AUTOMÓVIL.....	35
GRÁFICA 20: SUSPENSIÓN INDEPENDIENTE.....	36
GRÁFICA 21: PATA TELESCÓPICA MC-PHERSON.....	36
GRÁFICA 22: SUSPENSIÓN MC-PHERSON	37
GRÁFICA 23: RESORTE HELICOIDAL GRÁFICA 24: TIPOS DE RESORTES	38
GRÁFICA 25: PARTES DE UN AMORTIGUADOR.....	39
GRÁFICA 26: AMORTIGUADOR DE GAS.....	40
GRÁFICA 27: SISTEMA DE FRENOS MODERNO	41
GRÁFICA 28: PROCESO DE FRENADO HIDRÁULICO	43
GRÁFICA 29: ESQUEMA DEL FUNCIONAMIENTO DE FRENO HIDRÁULICO.....	43
GRÁFICA 30: FRENADO CON DISCO GRÁFICA 31: FRENADO CON TAMBOR.....	44
GRÁFICA 32: FRENOS DE DISCO.....	44
GRÁFICA 33: DESPIECE FRENO DE DISCO.....	45
GRÁFICA 34: DISCO SÓLIDO GRÁFICA 35: DISCO VENTILADO.....	46
GRÁFICA 36: MORDAZA DE FRENO.....	46
GRÁFICA 37: CILINDROS FRENO DISCO GRÁFICA 38: CILINDROS FRENO TAMBOR.....	47
GRÁFICA 39: PASTILLAS DE FRENO	48
GRÁFICA 40: RECORRIDO DEL LÍQUIDO DE FRENOS	50

TABLA DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1: VOLKSWAGEN GTI	51
ILUSTRACIÓN 2: TURBO GARRETT	53
ILUSTRACIÓN 3: LÍNEAS DE ACEITE	54
ILUSTRACIÓN 4: MÚLTIPLE DE ESCAPE GARRETT	54
ILUSTRACIÓN 5: LÍNEAS DE ACEITE PARA DRENADO	55
ILUSTRACIÓN 6: TUBO DE ESCAPE Y TURBINA	55
ILUSTRACIÓN 7: PROTECTOR DE CALOR.....	56
ILUSTRACIÓN 8: VÁLVULA	56
ILUSTRACIÓN 9: TURBO GARRETT INSTALADO	57
ILUSTRACIÓN 10: TURBO TIMER - BOOST - INDICADOR RELACIÓN MEZCLA	57
ILUSTRACIÓN 11: INTERCOOLER GARRETT	59
ILUSTRACIÓN 12: SOPORTES INTERCOOLER GARRETT	59
ILUSTRACIÓN 13 : TUBERÍAS DE ALUMINIO GARRETT.....	60
ILUSTRACIÓN 14: PERNOS Y ABRAZADERAS	60
ILUSTRACIÓN 15: INTERCOOLER GARRETT INSTALADO	61
ILUSTRACIÓN 16: EMBRAGUE SPEC.....	62
ILUSTRACIÓN 17: RUEDA IZQUIERDA – COBERTOR INFERIOR	62
ILUSTRACIÓN 18: REMOCIÓN TUBERÍAS DEL INTERCOOLER	63
ILUSTRACIÓN 19: REMOCIÓN MOTOR ARRANQUE Y CABLEADO PRINCIPAL	63
ILUSTRACIÓN 20: REMOCIÓN CABLES DE TRANSMISIÓN-PALANCA DE CAMBIOS	64
ILUSTRACIÓN 21: REMOCIÓN DE TRANSMISIÓN Y EJES.....	64
ILUSTRACIÓN 22: VOLANTE DE INERCIA DE ALUMINIO SPEC	65
ILUSTRACIÓN 23: ALINEADO DISCO Y PLATO DE EMBRAGUE SPEC	65
ILUSTRACIÓN 24: REMOCIÓN DOWNPIPE.....	66
ILUSTRACIÓN 25: REMOCIÓN BUJES SISTEMA DE ESCAPE	67
ILUSTRACIÓN 26: SISTEMA MAGNAFLOW 3”.....	67
ILUSTRACIÓN 27: PERNOS Y EMPAQUES MAGNAFLOW 3”	68
ILUSTRACIÓN 28: SISTEMA MAGNAFLOW 3” INSTALADO	68
ILUSTRACIÓN 29: SUSPENSIÓN D2.....	69
ILUSTRACIÓN 30: REMOCIÓN PERNOS SUSPENSIÓN TRASERA	70
ILUSTRACIÓN 31: REMOCIÓN AMORTIGUADOR POSTERIOR	70
ILUSTRACIÓN 32: SUSPENSIÓN D2 POSTERIOR INSTALADA.....	71
ILUSTRACIÓN 33: COMPRESOR DE ESPIRALES.....	72
ILUSTRACIÓN 34: REMOCIÓN AMORTIGUADOR DELANTERO	72
ILUSTRACIÓN 35: INSTALACIÓN SUSPENSIÓN D2	73
ILUSTRACIÓN 36: SUSPENSIÓN D2 DELANTERA INSTALADA	73
ILUSTRACIÓN 37: FRENOS BREMBO	74
ILUSTRACIÓN 38: NEUMÁTICO DELANTERO RETIRADO.....	74
ILUSTRACIÓN 39: MORDAZAS, DISCOS Y CAÑERÍAS DESMONTADAS.....	75
ILUSTRACIÓN 40: CAÑERÍA Y ADAPTADOR DE MORZADA BREMBO	75
ILUSTRACIÓN 41: DISCOS Y MORDAZAS BREMBO	76
ILUSTRACIÓN 42: PURGADO DEL SISTEMA DE FRENOS	76
ILUSTRACIÓN 43: FRENOS BREMBO INSTALADOS	77

TABLA DE TABLAS

TABLA 1: DOT DE LÍQUIDO DE FRENOS	49
TABLA 2: POTENCIA A NIVEL DEL MAR <i>CCICEV</i>	78
TABLA 3: POTENCIA EN LA CIUDAD DE QUITO <i>CCICEV</i>	81
TABLA 4: TORQUE <i>CCICEV</i>	83
TABLA 5: INFORMACIÓN VOLANTE DE INERCIA ORIGINAL.....	84
TABLA 6: INFORMACIÓN VOLANTE DE INERCIA SPEC	84
TABLA 7: INFORMACIÓN TÉCNICA DE FRENOS ORIGINALES.....	86
TABLA 8: INFORMACIÓN TÉCNICA DE FRENOS BREMBO	86
TABLA 9: DATOS PRUEBA DE FRENADO <i>CCICEV</i>	88

TABLA DE COMPARATIVAS

COMPARATIVA 1: POTENCIA A NIVEL DEL MAR	78	
COMPARATIVA 2: PORCENTAJE DE POTENCIA A NIVEL DEL MAR	79	
COMPARATIVA 3: POTENCIA EN QUITO	81	
COMPARATIVA 4: PORCENTAJE DE POTENCIA EN QUITO	82	
COMPARATIVA 5: TORQUE.....	83	
COMPARATIVA 6: PORCENTAJE DE TORQUE.....	84	
COMPARATIVA 7: PESO VOLANTE DE INERCIA	COMPARATIVA 8: DIÁMETRO VOLANTE DE INERCIA	85
COMPARATIVA 9: ESPESOR VOLANTE DE INERCIA	85	
COMPARATIVA 10: ESPESOR PASTILLA DE FRENO	COMPARATIVA 11: DIÁMETRO DISCO DE FRENO....	87
COMPARATIVA 12: ESPESOR DISCO DE FRENO	COMPARATIVA 13: DIÁMETRO PISTÓN DE MORDAZA...	87

1 INTRODUCCIÓN

Desde la concepción de Karl Benz del primer automóvil alimentado con combustible derivado de petróleo a finales de 1885 (Gerschler, 1985, p. 195), surgió el interés por competir y comprobar quién era el más veloz de la época. Las primeras carreras se realizaron en Europa, como consecuencia se fueron expandiendo a Estados Unidos y otros países.

Hoy en día son millones de fanáticos los que disfrutan de esta pasión de crear automóviles de alto rendimiento capaces de llegar a altas velocidades en el menor tiempo posible.

En este proyecto desarrollamos un vehículo con prestaciones similares a un auto para competencias capaz de satisfacer al conductor más exigente y que al mismo tiempo cumpla con las normativas ambientales y de seguridad que rigen en nuestro país, para ello comenzaremos desde lo más básico, con el mejoramiento de las partes internas del motor, para luego seguir con la instalación de un sistema de inducción de aire por fuerza subministrado por un turbo compresor, hasta el mejoramiento de la seguridad del vehículo utilizando los sistemas tecnológicamente más avanzados para mejorar el rendimiento en estabilidad y frenado.

Para la ilustración del proyecto haremos diferentes ensayos comparativos del vehículo, antes y después de las modificaciones realizadas, con pruebas demostrativas y con tablas de especificaciones técnicas en donde se presentarán las especificaciones del vehículo de serie y los resultados obtenidos con los cambios realizados.

Con el complemento ideal de los sistemas y el equilibrio de las diferentes modificaciones buscamos obtener un vehículo que mantenga la comodidad para transitar en las calles en el día a día y con la capacidad de desarrollar grandes velocidades en las pistas.

2 OBJETIVO GENERAL

- Preparación de un vehículo de producción en serie para ser utilizado en competencias de alto rendimiento, con la finalidad de complementar los diferentes sistemas del automóvil para conseguir aprovechar al máximo cada uno de ellos.

3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Incrementar la potencia del motor con un equipo completo de turbo alimentación.
- Mejorar el sistema de escape para la eliminación en alto flujo de los gases combustionados.
- Instalar un sistema de embrague para competencias con volante de inercia de aluminio.
- Instalar un equipo de suspensión regulable de altura con control de rebote y dureza para conseguir una mejor estabilidad.
- Instalar un sistema de frenos de alta capacidad con la finalidad de reducir considerablemente la distancia de frenado.

4 MARCO TEÓRICO DEL PROYECTO

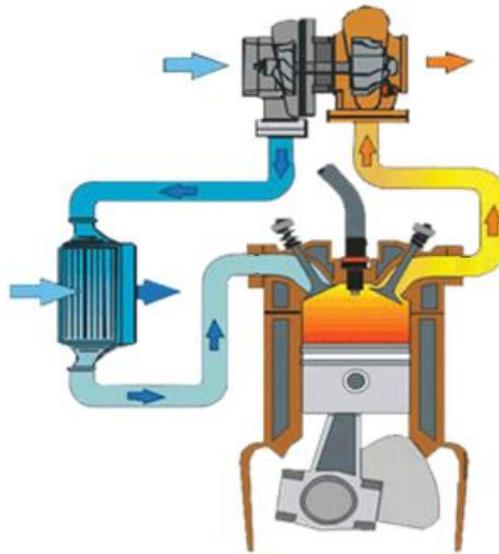
4.1 Turbo Alimentación

4.1.1 Finalidad de la Turbo Alimentación

La potencia de un motor de combustión interna depende de la cantidad de combustible disponible en el cilindro para la combustión. Para mejorar la potencia hay que mejorar la cantidad admitida o el número de revoluciones del cigüeñal. En el motor de aspiración, el aumento de potencia puede conseguirse aumentando la cilindrada de cada uno de los cilindros, aumentando el número de cilindros o aumentando el número de revoluciones. Todo esto implica construcciones más complicadas y costosas con muchos inconvenientes.

Para aumentar la potencia del motor sin modificar la cilindrada y sin variar el número de revoluciones, pueden utilizarse sobrealimentadores, con los que se aumenta la cantidad de combustible en la admisión y, por tanto, se aumenta la potencia del motor.

En el motor sobrealimentado, el aire se comprime total o parcialmente, fuera del cilindro. En el motor de un automóvil con turbocompresor, los gases de escape accionan la turbina y ésta el compresor. El compresor efectúa la aspiración de aire y entrega al múltiple de admisión una carga fresca precomprimida de aire, esto gracias a un refrigerador de aire (intercooler) que absorbe el calor producido por la compresión de la nueva carga. De esta manera se mejora aún más el llenado de los cilindros.

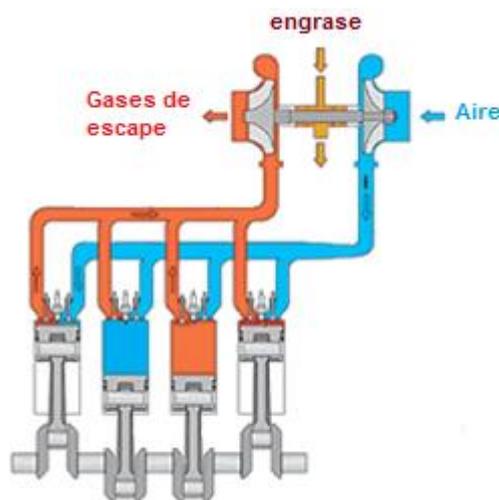


Gráfica 1: Turbo alimentación

(Volkswagen of America, 2005)

El turbo compresor tiene la particularidad de aprovechar la fuerza con la que salen los gases de escape para impulsar una turbina colocada en la salida del múltiple de escape, dicha turbina se une mediante un eje a un compresor.

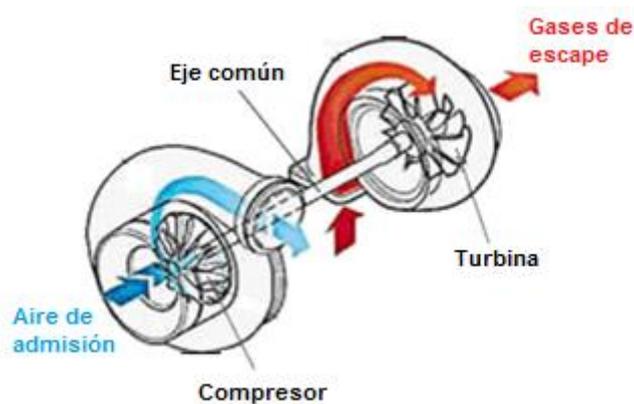
El compresor está colocado en la entrada del múltiple de admisión, con el movimiento giratorio que le transmite la turbina, el compresor eleva la presión del aire que entra a través del filtro y consigue que mejore la alimentación del motor.



Gráfica 2: Principio de funcionamiento sistema turbo

(Volkswagen of America, 2005)

El turbo impulsado por los gases de escape alcanza velocidades por encima de las 100.000 rpm, por tanto, hay que tener muy en cuenta el sistema de engrase de los cojinetes donde apoya el eje común de los rodets de la turbina y el compresor. También hay que saber que las temperaturas a las que se va a estar sometido el turbo en su contacto con los gases de escape van a ser muy elevadas (alrededor de 750° C).



Gráfica 3: Funcionamiento del turbo compresor

(Volkswagen of America, 2005)

4.1.2 Ciclos de funcionamiento de la Turbo Alimentación

Funcionamiento en ralentí y carga parcial inferior

En estas condiciones la turbina de los gases de escape es impulsada por medio de la baja energía que tienen los gases de escape, y el aire fresco aspirado por los cilindros no será precomprimido por la turbina del compresor.

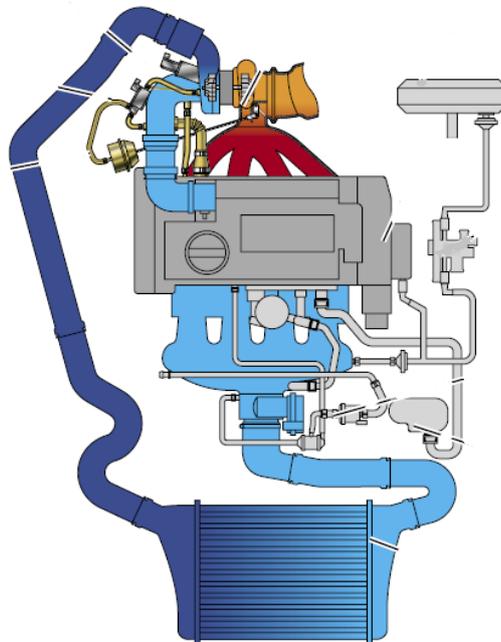
Funcionamiento a carga parcial media

Cuando la presión en el múltiple de admisión se acerca a la atmosférica, se impulsa la rueda de la turbina de escape a un régimen de revoluciones más

elevado, y el aire fresco aspirado por la turbina del compresor es precomprimido y conducido hacia los cilindros bajo presión atmosférica o ligeramente superior, pasando por el intercooler y actuando ya el turbo en su función de sobrealimentación del motor.

Funcionamiento a carga parcial superior y plena carga

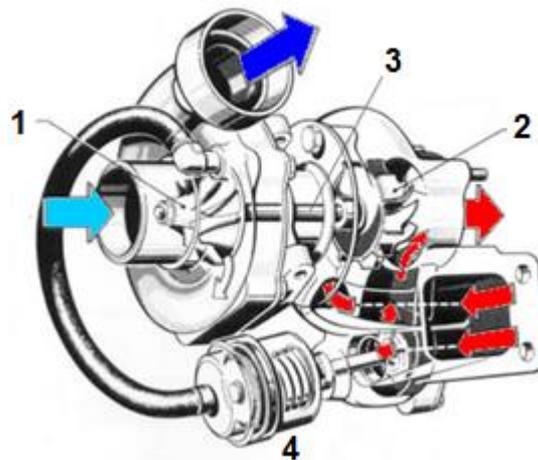
En esta fase que es continua, va aumentando la energía de los gases de escape sobre la turbina del turbo y se alcanzará el valor máximo de presión en el múltiple de admisión que debe ser limitada por un sistema de control (wastegate). En esta fase el aire fresco aspirado por la turbina del compresor es comprimido a la máxima presión que no debe sobrepasar los 0,9 bar en los turbos normales y 1,2 en los turbos de geometría variable.



Gráfica 4: Sistema completo de turbo compresor

(Volkswagen Owner's Manual, 2009)

4.1.3 Componentes de un Turbo Compresor

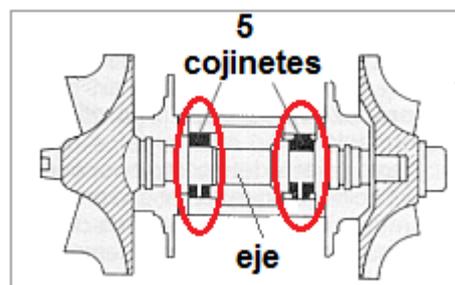


Gráfica 5: Esquema turbo compresor

(Volkswagen of America, 2005)

Los elementos principales que forman un turbo son un eje común (3), el cual tiene en su extremo la turbina (2) accionada por los gases de escape y el compresor (1) que envía nueva carga de aire hacia el intercooler y luego hacia la admisión de aire.

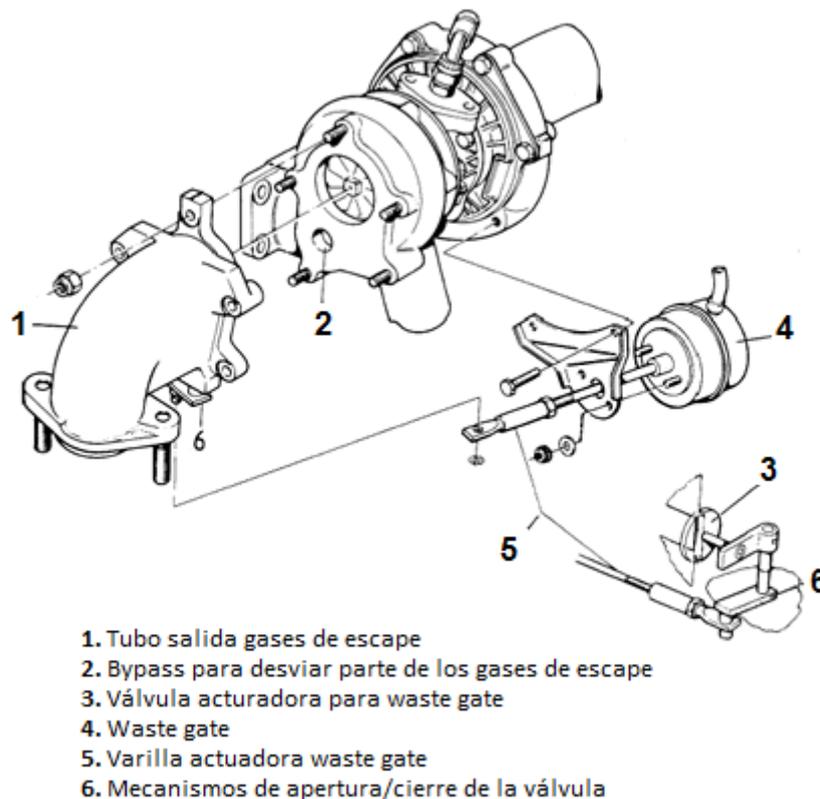
Este conjunto gira sobre los cojinetes de apoyo (5), los cuales tienen que trabajar en condiciones extremas, por lo que dependen necesariamente de un circuito lubricación.



Gráfica 6: Cojinetes del turbo compresor

(Volkswagen of America, 2005)

Por otra parte el turbo sufre una constante aceleración a medida que el motor sube de revoluciones y como no hay límite alguno en el giro de la turbina empujada por los gases de escape, la presión que alcanza el aire en el múltiple de admisión sometido a la acción del compresor, puede resultar más un inconveniente que una ventaja a la hora de sobrealimentar el motor. Por lo tanto se hace necesario el uso de un elemento que nos permita limitar la presión en el múltiple de admisión. Este elemento se llama válvula de descarga o válvula wastegate (4). Ésta válvula está situada en derivación, y manda parte de los gases de escape directamente a la salida del escape sin pasar por la turbina.



Gráfica 7: Despiece turbo compresor

(Volkswagen of America, 2005)

4.2 Embrague

4.2.1 Finalidad del Sistema de Embrague

El embrague transmite el momento de giro del motor al mecanismo de cambio de velocidades. Hay embragues de fricción y embragues hidrodinámicos. En los automóviles con cambio de velocidades accionado a mano se emplean embragues de fricción.

El embrague de fricción constituye una unión desacoplable. Si se acciona, se interrumpe la transmisión de fuerza del motor al cambio de velocidades. El embrague en su posición normal está por lo tanto acoplado. Como resultado al accionarlo se desacopla.

El embrague es necesario para la puesta en marcha del vehículo

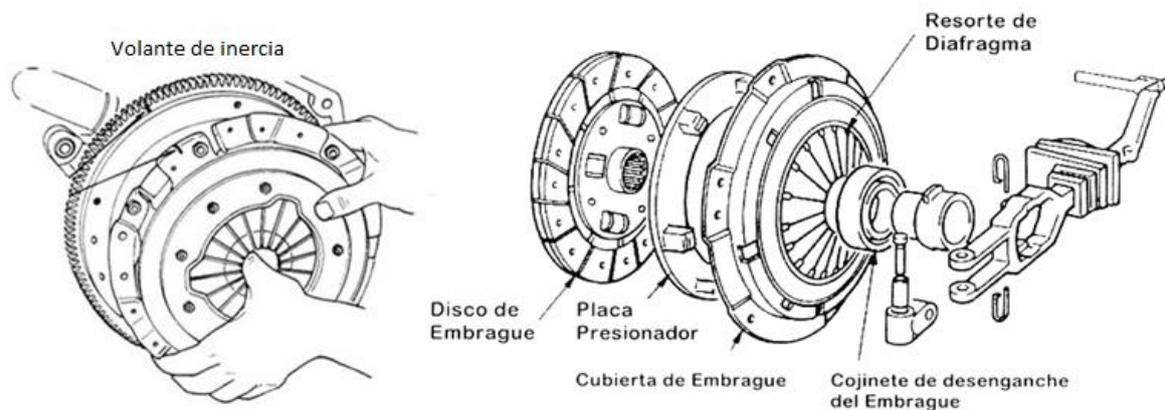
Para poder ceder el momento de giro necesario para la puesta en marcha, hay que llevar previamente el motor a un determinado número de revoluciones. Esto se realiza con el embrague desacoplado y con la marcha puesta. Al embragar, transmite el embrague el momento de giro del motor al cambio de velocidades primeramente por fricción de deslizamiento. El embrague deslizante actúa sobre el motor frenándolo y sobre el vehículo propulsándolo a través del cambio de velocidades y del accionamiento del eje o de los ejes. Después de terminado el proceso de puesta en marcha quede el embrague totalmente acoplado y transmite por fricción de adherencia el momento de giro del motor al mecanismo de cambio de velocidades.

El embrague es necesario para conectar las marchas.

Con objeto de que las velocidades del mecanismo de cambio puedan conectarse bien, no deben los piñones o los manguitos de cambio estar cargados por transmisión de fuerzas durante el proceso de conexión. El flujo de fuerza del motor al mecanismo de engranajes debe por lo tanto interrumpirse mediante el desembrague.

4.2.2 Componentes del Sistema de Embrague

El embrague de un solo disco tiene 4 partes principales: el volante de inercia, plato de accionamiento, disco de embrague y el mecanismo de desembrague (rodamiento o cojinete).



Gráfica 8: Configuración del embrague de fricción

(Acosta, 2006)

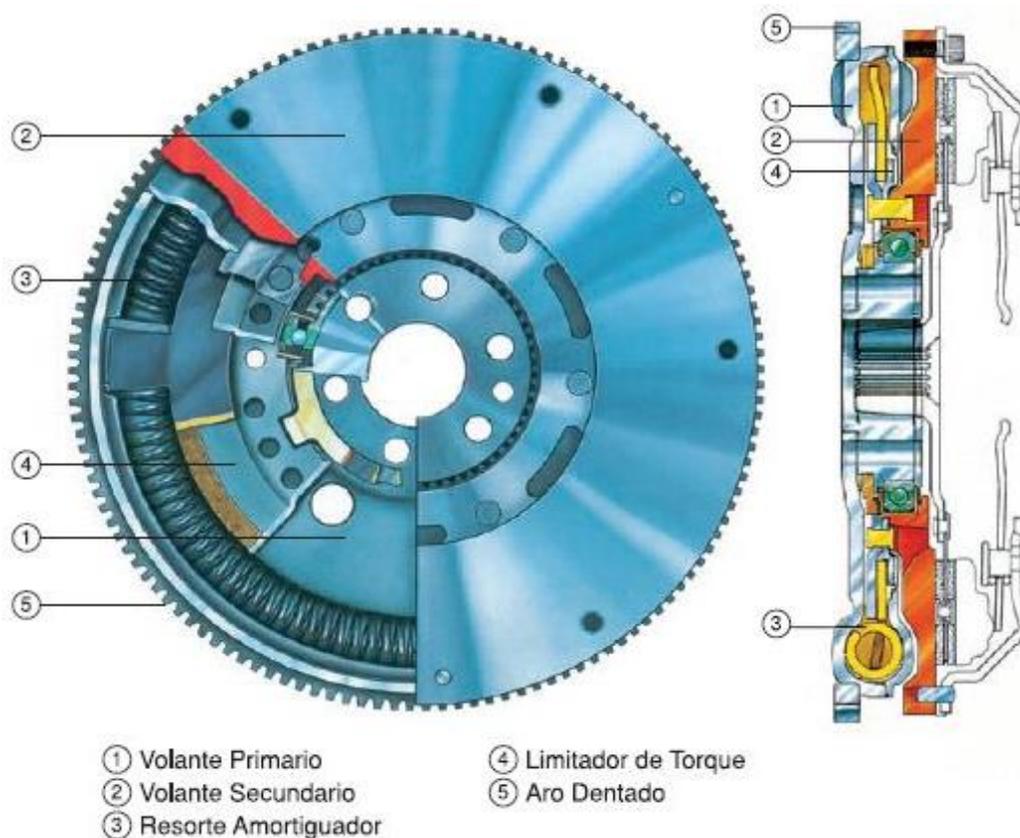
Volante de inercia

Debido al trabajo no regular de la combustión en el motor, se produce forzosamente una marcha irregular del mismo.

El volante de inercia, atornillado al cigüeñal del motor, trabaja como acumulador de energía y compensa esas irregularidades.

Está dimensionado de forma que el calor por fricción que se produce al embragar, no sólo se pueda absorber sin problemas, sino que también se pueda evacuar de la mejor forma posible.

Y como este componente ejerce una influencia decisiva sobre factores importantes tales como el comportamiento en la puesta en movimiento y el comportamiento frente al desgaste, la elección del material del volante de inercia es el empleo de la fundición gris.



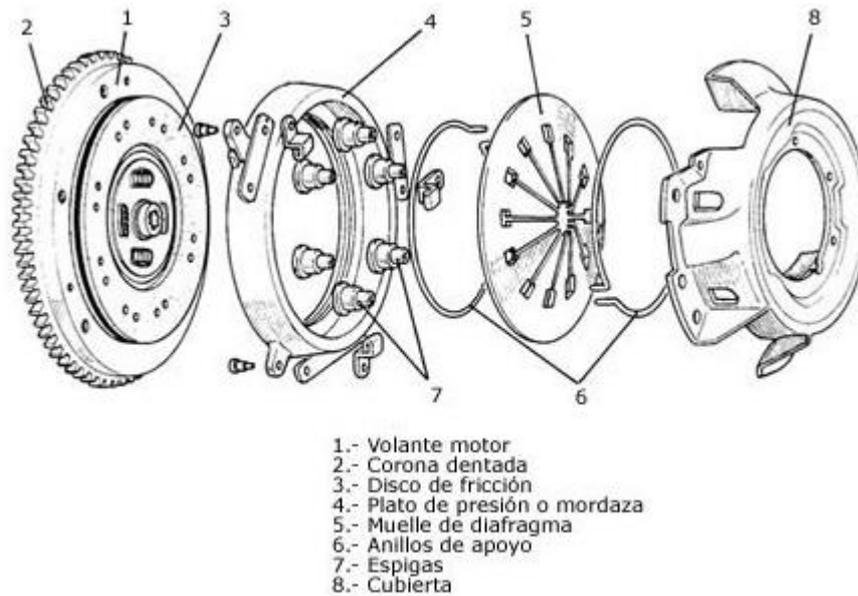
Gráfica 9: Volante de inercia

(embraguesviaweb, 2013)

Plato de accionamiento del embrague

El plato de accionamiento puede ser de hierro fundido o de plancha de acero. A él van aplicadas un resorte de membrana o cremallera, que es en forma de plato o de disco provisto de ranuras radiales. Y otra placa de presión (espejo

del plato de accionamiento) que es el que presiona al disco contra el volante de inercia. Además según sea el tipo de embrague, puede disponer de 6 a 12 ranuras radiales en la periferia de la cremallera.

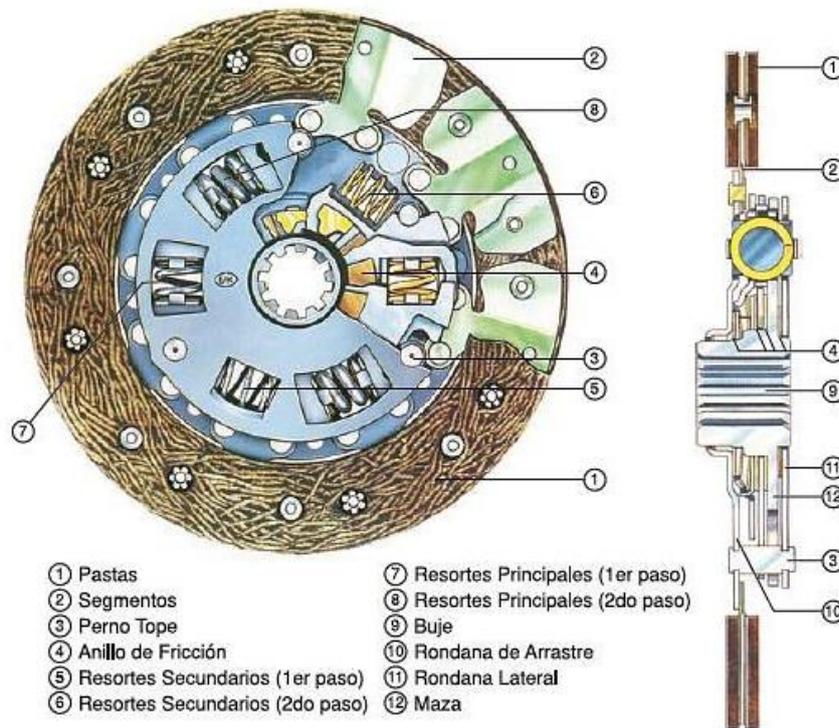


Gráfica 10: Despiece de un plato de accionamiento

(Garzón, 2008)

Disco de fricción de embrague

Sobre el disco de embrague va remachada la capa de guarnición o en discos pequeños sencillamente pegada a dicho disco. Sobre el eje motriz constituido a modo de árbol de chaveteos múltiples (estriado) puede deslizarse axialmente el disco de embrague. De esta manera se puede transmitir el momento de giro propulsor.



Gráfica 11: Componentes disco de embrague

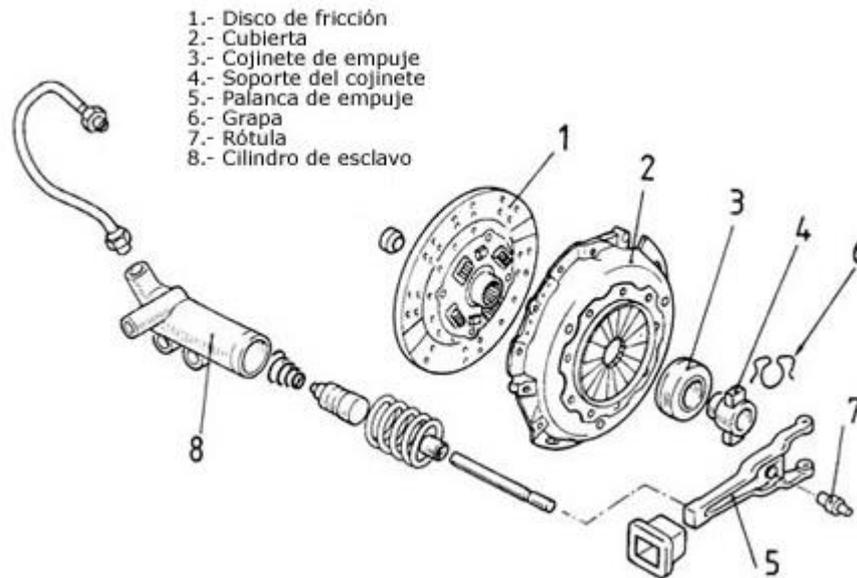
(embraguesviaweb, 2013)

Mecanismo de desembrague

Contiene un cojinete de empuje, que normalmente es un rodamiento cargado axialmente. Se utilizan cojinetes de desembrague colocados sobre un casquillo deslizante, o los oscilantes montados sobre una horquilla de desembrague.

El cojinete tiene un el anillo interior del rodamiento que se apoya constantemente la cremallera o lengüetas del plato de accionamiento y, cuando el motor está en marcha, gira con él también en caso que el embrague esté acoplado.

Los cojinetes de desembrague de anillo y superficie lateral de grafito se sustituyen en muchos casos por los cojinetes de desembrague con superficies revestidas de teflón.



Gráfica 12: Despiece del accionamiento del sistema de embrague

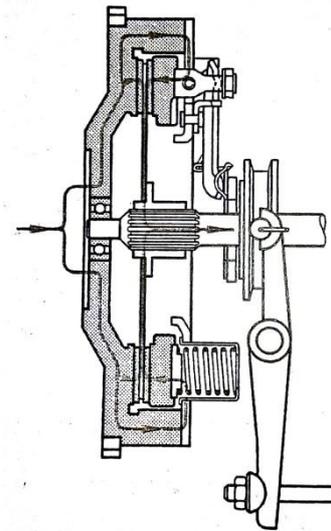
(Garzón, 2008)

4.2.3 Funcionamiento del Sistema de Embrague

Embrague acoplado

Los resortes o ranuras radiales de la cremallera aprietan el espejo del plato de accionamiento contra el disco de embrague. Como el disco de embrague puede desplazarse axialmente sobre el eje motriz, el espejo del plato de accionamiento lo aprieta contra la superficie de rozamiento del volante de inercia del motor.

De esta manera, el volante queda acoplado, por la acción de las fuerzas de rozamiento con el eje motriz de la caja de cambios a través del disco de embrague. Como el volante y el plato de accionamiento están atornillados entre sí, el disco de embrague es accionado tanto por el volante de inercia como por el plato de accionamiento del embrague.



Gráfica 13: Embrague acoplado

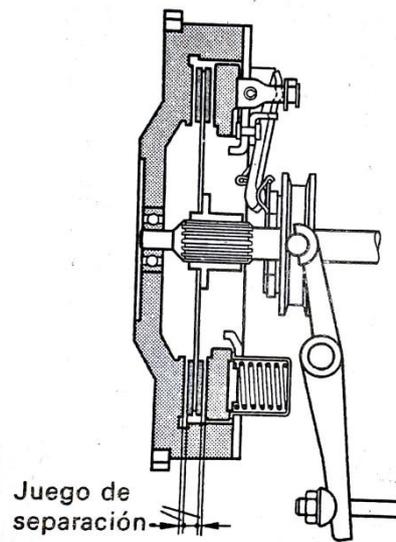
(Gerschler, 1980)

Embrague desacoplado

Al accionar el pedal de embrague, el cojinete de desembrague se aprieta contra las ranuras radiales de la cremallera. La cremallera levanta el espejo de presión del plato de accionamiento venciendo la fuerza de apriete de las ranuras radiales y separa el disco de embrague del espejo de accionamiento.

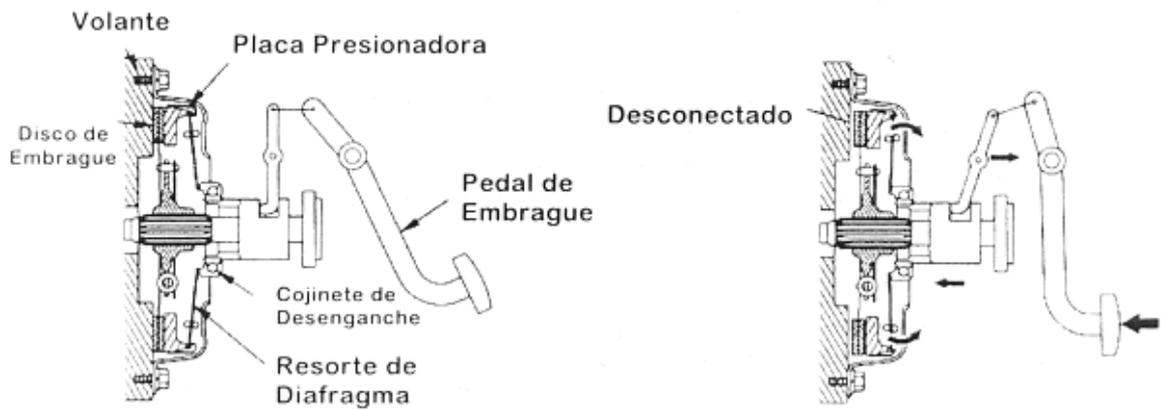
De ese modo el disco se desprende de la superficie de fricción del volante y queda libre entre éste y el espejo de presión por lo que la transmisión de fuerzas queda interrumpida, si se suelta de nuevo el pedal de embrague, éste vuelve a acoplarse. El pedal y el cojinete de desembrague vuelven a su posición inicial por la acción de un fuerte resorte de retroceso.

Aquí encontramos un juego de separación que es la distancia entre las dos superficies del disco de embrague, una de ellas con la superficie del volante de inercia y la otra con la superficie del espejo de presión del plato de accionamiento. La distancia a cada lado es de 0.3 a 0.5 mm, por lo que el juego de separación resulta tener en total de 0.6 a 1 mm.



Gráfica 14: Embrague desacoplado

(Gerschler, 1980)



Quando el embrague es conectado

Quando el embrague es desconectado

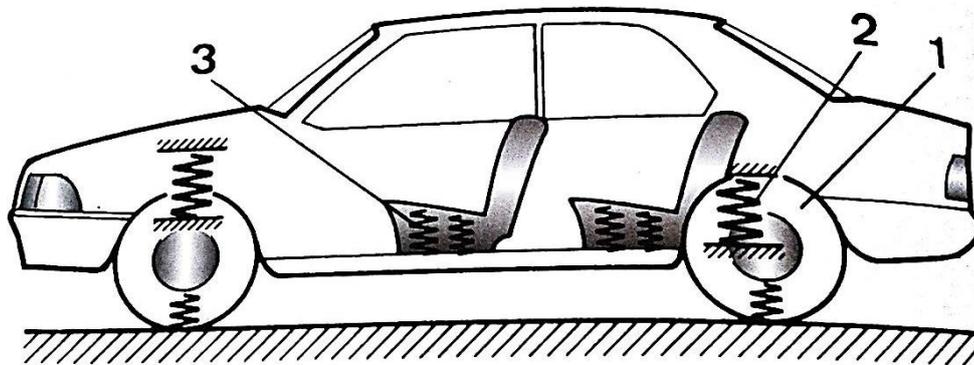
Gráfica 15: Operación del embrague

(Acosta, 2006)

4.3 Suspensión

4.3.1 Finalidad de la Suspensión

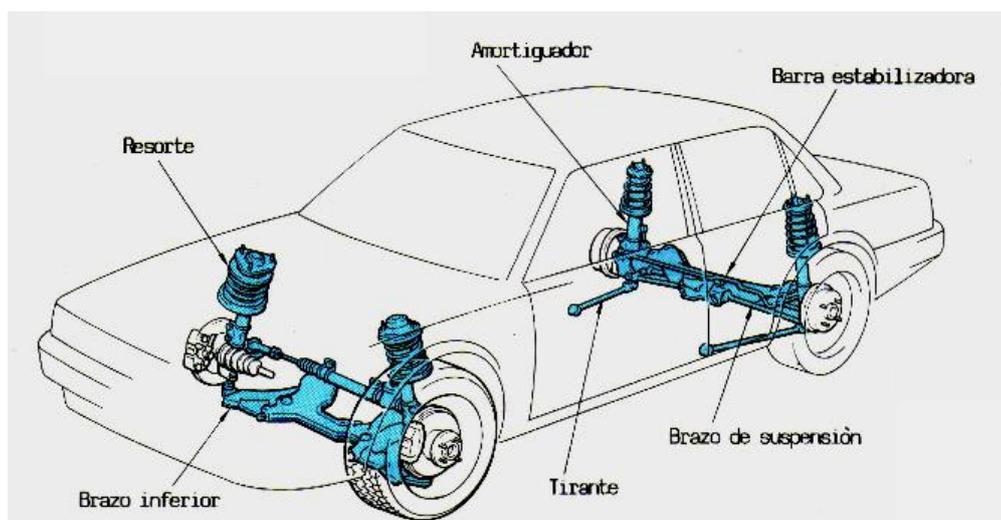
Llamamos suspensión al conjunto de elementos elásticos que se interponen entre las partes suspendidas de un automóvil: bastidor, motor, carrocería, pasajeros, etc. y las partes que no están suspendidas: las ruedas, los frenos y los puentes rígidos.



Suspensión de un turismo.
 1. Los neumáticos.
 2. Los muelles de la suspensión.
 3. Los muelles de los asientos.

Gráfica 16: Suspensión de un automóvil

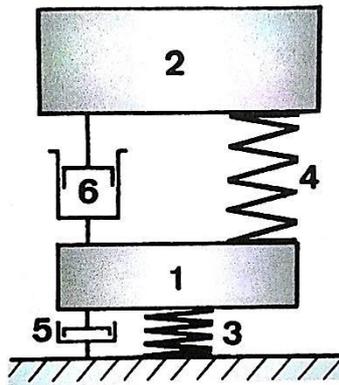
(Gil Martínez, 2002)



Gráfica 17: Constitución de una suspensión

(Coello, 2009)

En la siguiente figura se muestra de forma esquemática la composición de la suspensión. Las masas suspendidas son todas las que están soportadas por los elementos elásticos de la suspensión. Es decir, aquellas cuya posición vertical está fijada por la carga que hay sobre los elementos elásticos y por tanto su peso está soportado por estos elementos elásticos.



Esquematación de una suspensión pasiva por una rueda.

- 1. Masas no suspendidas - 2. Masas suspendidas -
- 3. Neumático - 4. Muelle suspensión -
- 5. Amortiguación interna del neumático -
- 6. Amortiguador de suspensión.

Gráfica 18: Esquema de una suspensión

(Gil Martínez, 2002)

Las masas no suspendidas son aquellas que están soportadas directamente por la rueda o neumáticos y se considera que se mueven con este.

Entre las masas suspendidas y las no suspendidas se interponen los muelles o resortes y los amortiguadores, que son los elementos elásticos de lo que se conoce como sistema de suspensión.

La finalidad de la suspensión es la de absorber los golpes provenientes de la calzada y asegurar la adherencia continua de las ruedas al suelo. Gracias a este sistema se permite el control de la trayectoria del vehículo gracias a la

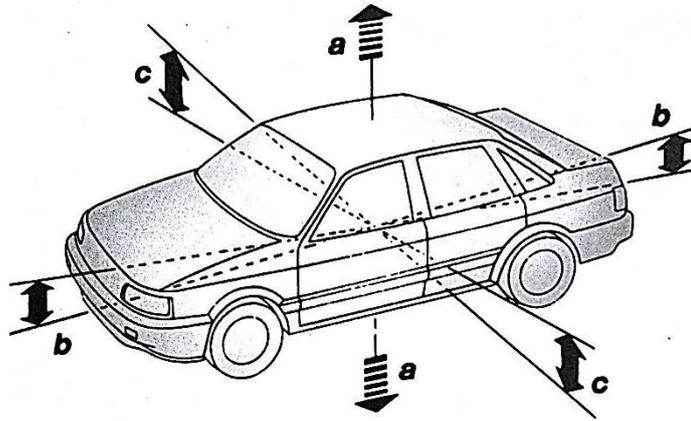
calidad del contacto rueda-suelo, asegurando la estabilidad del vehículo en cualquier circunstancia. También debe garantizar el confort de los ocupantes y de los objetos transportados adaptándose a cualquier superficie.

Además, también es necesario que cumplan con otras funciones complementarias:

- Transmitir las fuerzas de aceleración y de frenada entre los ejes y el bastidor o chasis.
- 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 y aguantar la carga del vehículo.

En virtud de los elementos o dispositivos elásticos el automóvil se ve convertido en un cuerpo susceptible de entrar en oscilación. Una mala conducción o un reparto desequilibrado de las cargas se generan en el centro de gravedad del coche y se propagan en las tres direcciones de los ejes en el espacio.

Los tres tipos de oscilaciones existentes los podemos ver en la siguiente figura, y son:



Oscilaciones del cuerpo del automóvil.

- a. Oscilaciones de empuje.
- b. Oscilaciones de cabeceo.
- c. Oscilaciones de bamboleo.

Gráfica 19: Oscilaciones de un automóvil

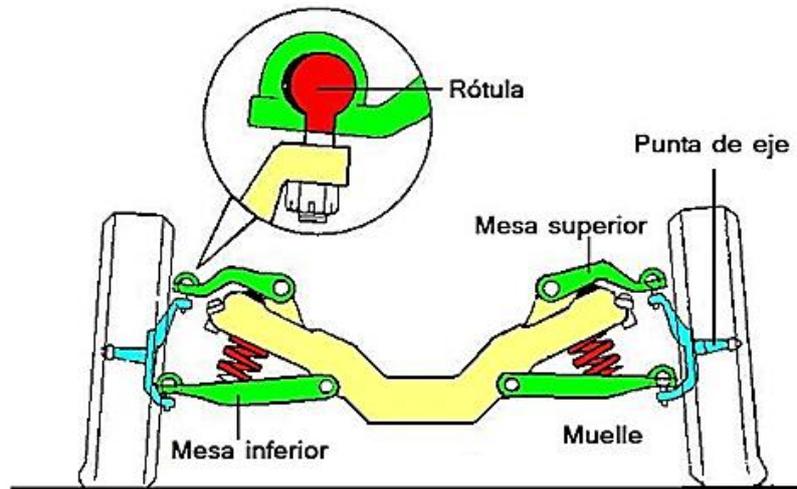
(Gil Martínez, 2002)

1. Empuje: se produce al pasar por terreno ondulado.
2. Cabeceo: fruto de frenadas o aceleradas bruscas.
3. Bamboleo: generado al tomar curvas a alta velocidad.

4.3.2 Sistema de Suspensión Mc-Pherson

El sistema de ruedas independientes tiene un montaje elástico independiente que no está interrelacionado a diferencia del sistema de eje rígido, el movimiento de una rueda no se transmite a la otra y la carrocería resulta menos afectada.

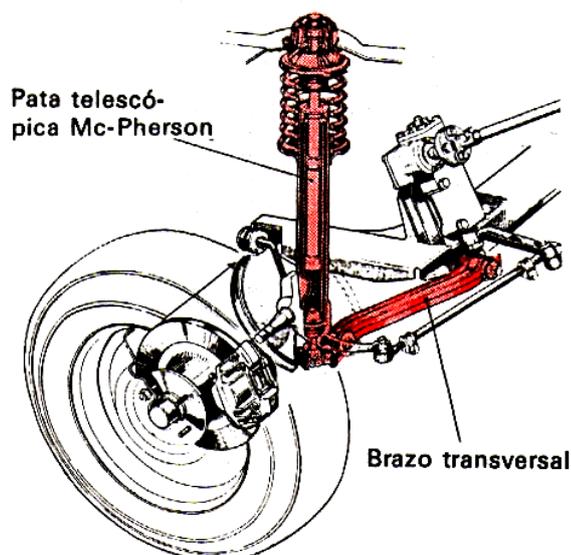
En el caso de suspensión independiente puede mantenerse pequeña la masa de las partes no soportadas elásticamente. Al pasar unilateralmente sobre un obstáculo la otra rueda no resulta afectada.



Gráfica 20: Suspensión Independiente

(Coello, 2009)

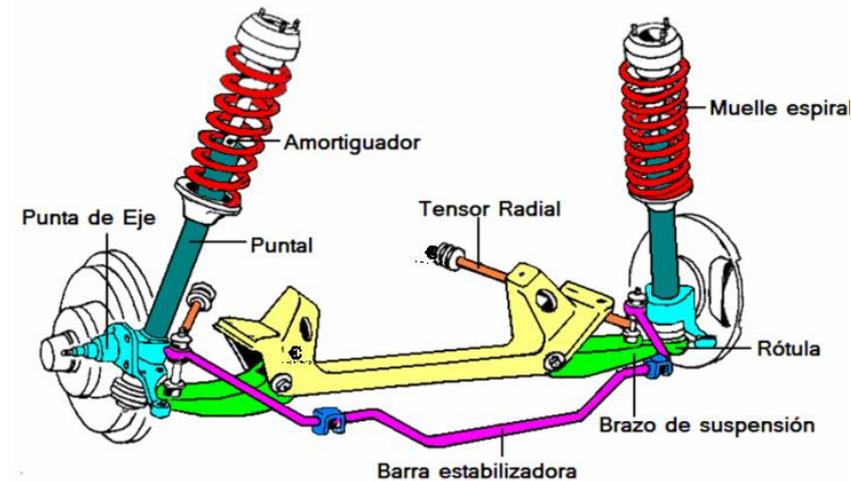
La suspensión Mc-Pherson es uno de los sistemas más utilizados para el montaje de trenes delanteros, sobre todo en motores de montaje transversal y longitudinal, también en vehículos de tracción posterior con el motor delantero.



Gráfica 21: Pata telescópica Mc-Pherson

(Gerschler, 1980)

La barra del émbolo del amortiguador se fija a la carrocería del coche por medio de un apoyo elástico de goma. Entre este punto de fijación superior y una guía de apoyo inferior, fijada sobre el cuerpo del amortiguador se encuentra un resorte helicoidal, mientras que la parte inferior del amortiguador va fijada al pivote de dirección que aloja las partes de la rueda.



Gráfica 22: Suspensión Mc-Pherson

(Coello, 2009)

Como el amortiguador con resorte telescópico tiene que absorber los esfuerzos de aceleración, frenado y giro, tanto el émbolo como su guía en el tubo tienen que ser muy robustos.

4.3.3 Componentes de la Suspensión Mc-Pherson

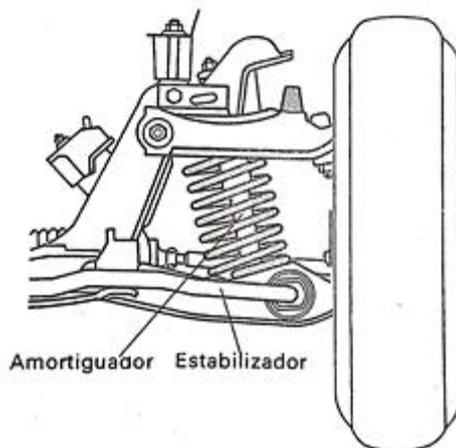
Los elementos elásticos

Los elementos elásticos de la suspensión son interpuestos entre las masas suspendidas y no suspendidas. Por su propia naturaleza tienen que ser

deformables para poder absorber el traqueteo generado por la marcha, y la amplitud de estas deformaciones tiene que estar limitado en un intervalo definido.

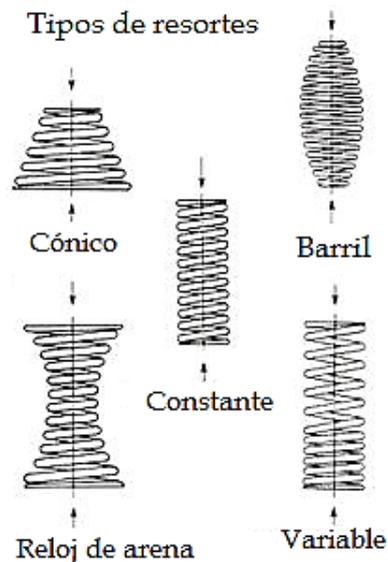
Muelles Helicoidales

Los muelles helicoidales son lo que más se utilizan en el automóvil actual. Están formados por arrollamientos helicoidales de acero elástico fabricado con un grosor de varilla adecuado a la rigidez que se quiera conseguir, así como con el número de espiras, la distancia entre espiras, el tipo de material y el diámetro del arrollamiento. Están solicitados a torsión y están exentos de acción amortiguadora.



Gráfica 23: Resorte helicoidal

(Gerschler, 1980)



Gráfica 24: Tipos de resortes

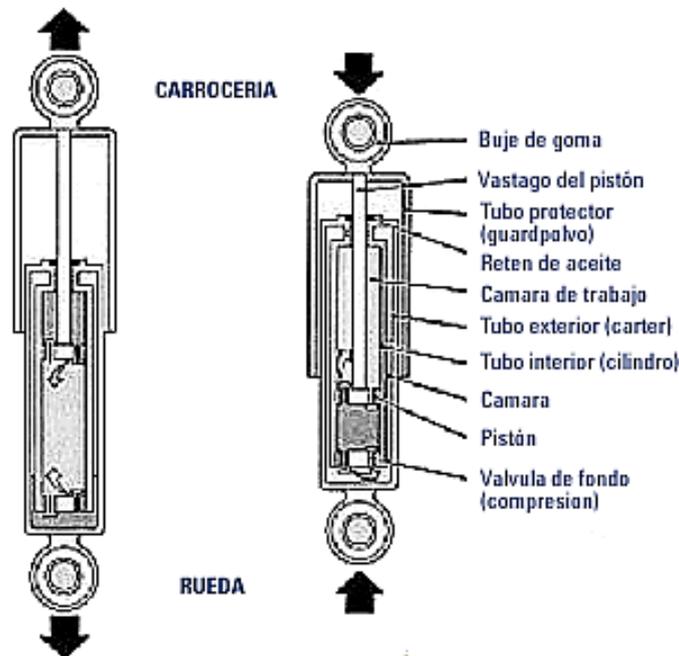
(Ma San, 2013)

Los amortiguadores

La misión de los amortiguadores es la de atenuar rápidamente las oscilaciones de la carrocería del automóvil, disminuir las variaciones de carga

dinámica de la rueda y evitar que salten sobre el suelo. En los automóviles aumentan con ello la seguridad y la comodidad en el viaje.

Las oscilaciones de las ruedas y de la carrocería tienen frecuencias distintas. Un amortiguador debe funcionar eficazmente para ambas oscilaciones.

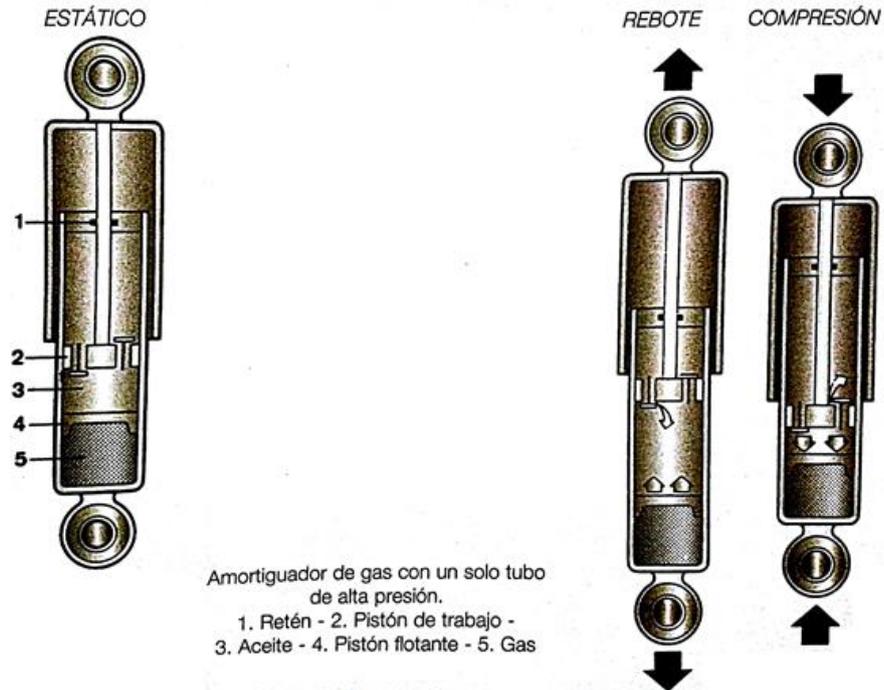


Gráfica 25: Partes de un amortiguador

(Norauto, 2013)

Amortiguador de un tubo

El amortiguador de un tubo que se llama también amortiguador a presión de gas, es un tipo de amortiguador de mejor refrigeración. Mediante un cojín de gas que generalmente está separado de la cámara de aceite y gracias a un pistón flotante se separa este gas del aceite impidiendo que se mezcle; y cuando el aceite, al desplazarse del vástago, comprime el gas, éste sufre una variación de volumen que permite dar una respuesta instantánea y un funcionamiento silencioso.



Gráfica 26: Amortiguador de gas

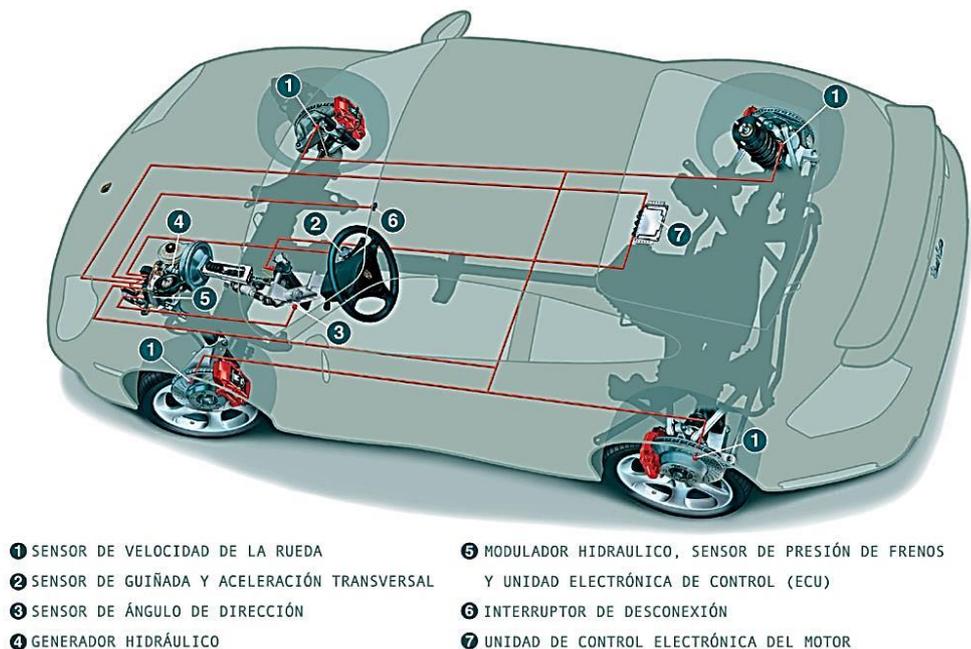
(Gil Martínez, 2002)

4.4 Frenos

4.4.1 Finalidad de los Frenos

El sistema de frenos de un vehículo es el conjunto de dispositivos y mecanismos diseñados para retardar y detener al vehículo en movimiento.

La finalidad de los frenos en un automóvil es la de conseguir detener o aminorar la marcha del mismo en las condiciones que determine su conductor. Para ello, la energía cinética que desarrolla el vehículo tiene que ser absorbida, en su totalidad o parte, por medio de rozamiento, es decir, transformándola en calor.



Gráfica 27: Sistema de Frenos Moderno

(Mecánica y Motores, 2012)

Para ello se equipa al vehículo con una serie de mecanismos que se encargan de conseguirlo, permitiendo realizarlo en las mejores condiciones de seguridad: tiempo y distancia mínimos, conservación de la trayectoria del

vehículo, con una frenada proporcional al esfuerzo del conductor, en diversas condiciones de carga, etc.

Cuando el vehículo está en movimiento se establece una fuerza de adherencia con respecto al piso sobre el que se desplaza. El valor de dicha fuerza depende, en cada instante, de la carga que gravite sobre las ruedas y el coeficiente de rozamiento entre los neumáticos y el suelo.

Por tanto, la fuerza de frenada aplicada debe ser, en todo momento, inferior al límite de adherencia del vehículo. Cuando superamos dicho valor las ruedas se bloquearán.

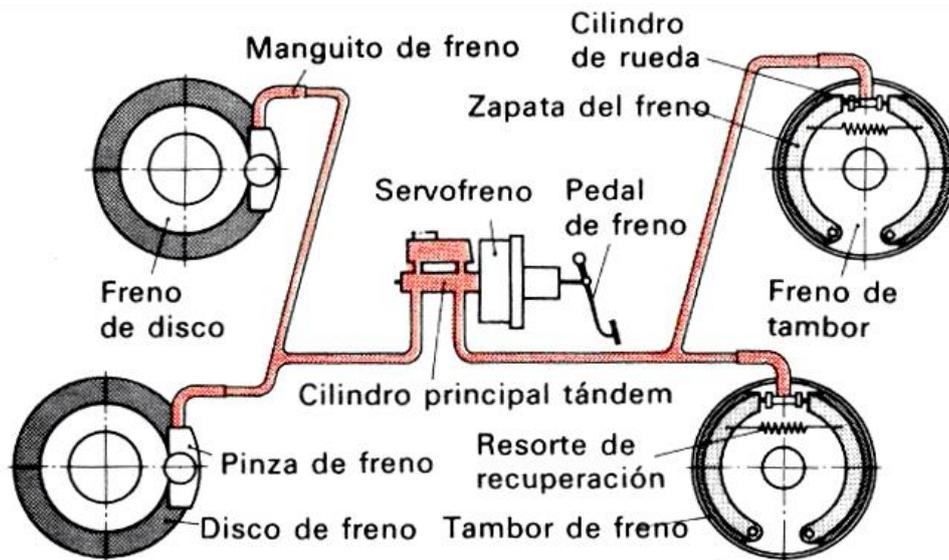
4.4.2 Proceso de frenado hidráulico

El sistema de frenos del vehículo dispone de un pedal de control, que es accionado por el conductor. Este pedal empuja mecánicamente a un pistón, quien, estando alojado dentro de un cilindro, se encarga de generar una presión hidráulica alta.

El líquido comprimido se transporta por medio de cañerías metálicas y en algunos casos cañerías flexibles cuando hay partes expuestas a movimientos (como suspensión o dirección), llegando hasta pistones alojados en cilindros de cada rueda.

La presión empuja a cada pistón, quien empuja a su vez a la pastilla o zapata, encargada de formar una alta fricción en contra de un disco de freno o tambor de freno.

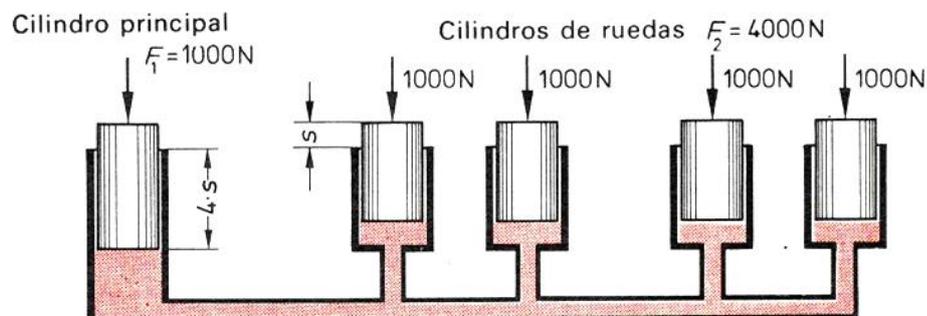
Es decir, la fuerza imprimida sobre el pedal de freno se transporta de forma hidráulica para generar alta fricción en los tambores o discos de freno, fricción que logra detener a las ruedas del vehículo.



Gráfica 28: Proceso de frenado hidráulico

(Gerschler, 1980)

Los sistemas de mando hidráulico son los que se emplean en la actualidad y se fundamenta en el hecho de que los líquidos son incompresibles y según el principio de Pascal: “Toda presión ejercida en un punto cualquiera en la superficie de un líquido se transmite en todas las direcciones y sin pérdida de sus intensidad”

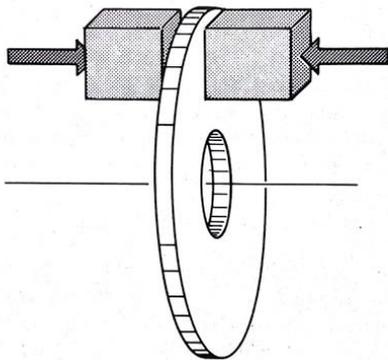


Gráfica 29: Esquema del funcionamiento de freno hidráulico

(Gerschler, 1980)

Frenos sobre las ruedas

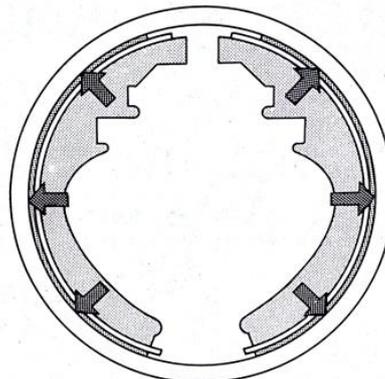
Como frenos sobre las ruedas se utilizan los de fricción en forma de tambor o de disco. Actualmente es frecuente montar frenos de disco en ambos ejes, pero todavía se monta frenos de tambor únicamente en el eje trasero para mayor sencillez de instalación del freno de estacionamiento.



Acción de un freno de disco. Dos zapatas se juntan para hacer contacto con las superficies del rotor o disco

Gráfica 30: Frenado con disco

(Remling, 1987)



Acción de un tambor de frenos. Dos zapatas se mueven hacia afuera para hacer contacto con la superficie interna del tambor

Gráfica 31: Frenado con tambor

(Remling, 1987)

4.4.3 Frenos de disco y sus componentes

Los frenos de disco se diferencian de los de tambor en que un rotor, o un disco de freno, se usan en lugar del tambor.

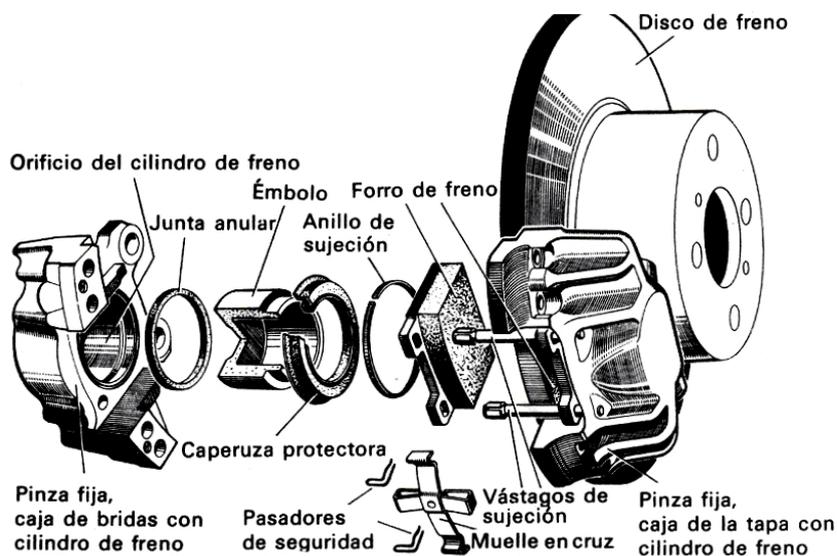


Gráfica 32: Frenos de disco

(Gosan, 2013)

En un freno de disco, las dos pastillas de frenos se presionan contra los lados opuestos de un rotor, en este caso el rotor es un disco que está conectado al interior de una rueda y que gira con la misma.

Las pastillas de freno se sostienen dentro de un caliper o mordaza operada hidráulicamente. La mordaza envuelve al disco como si fuera una prensa y esta fricción entre las pastillas de freno y el disco hace que disminuya la velocidad y que se detenga el vehículo.



Gráfica 33: Despiece freno de disco

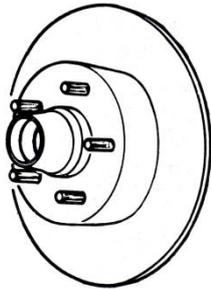
(Gerschler, 1980)

Disco de freno

El disco de freno, de fundición de hierro, fundición con grafito esférico o acero colado, suele tener la forma de cazuela. En el caso del eje trasero pueden alojarse en ella los elementos de un freno de tambor accionado mecánicamente como freno de estacionamiento.

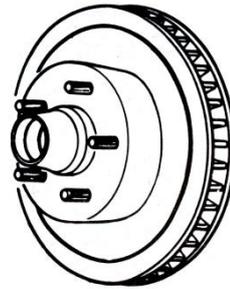
Para solicitaciones muy elevadas se utilizan discos de frenos con ventilación interior.

Estos discos contienen canales de ventilación dispuestos radialmente, y de forma que al girar hacen de ventilador. Se consigue así que las temperaturas sean más bajas al frenar y que, después del frenado, el enfriamiento sea más rápido.



Gráfica 34: Disco sólido

(Remling, 1987)

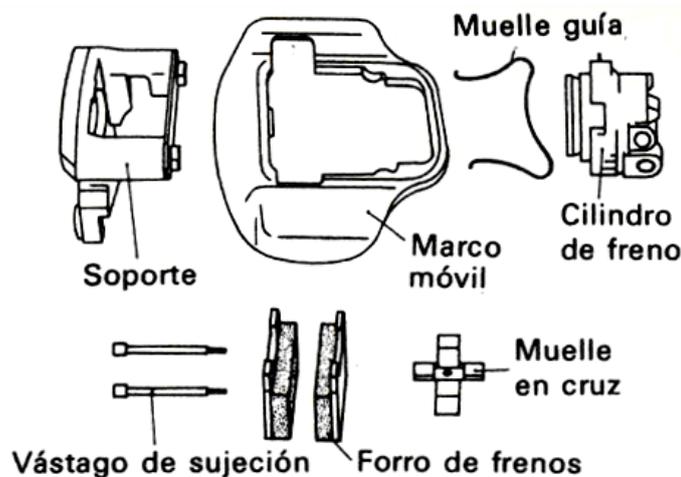


Gráfica 35: Disco ventilado

(Remling, 1987)

Caliper o Mordaza de freno

Existen mordazas de freno que tienen desde uno hasta doce pistones, pero el tipo de un pistón es el más usual. Cuando se oprime el pedal del freno, la presión hidráulica llena el fondo del cilindro. La presión aplicada empuja al pistón hacia afuera y produce el rozamiento entre las pastillas y el disco de freno.

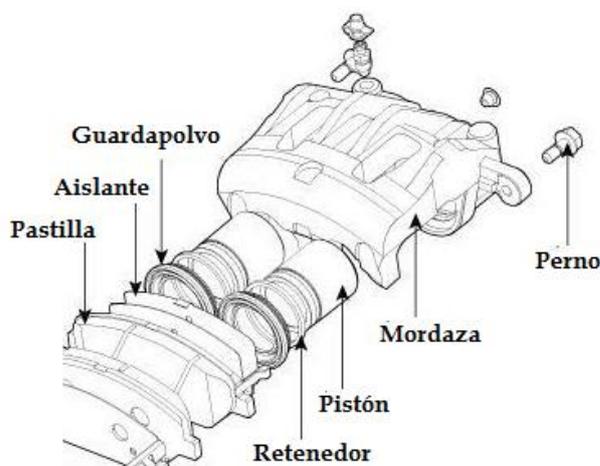


Gráfica 36: Mordaza de freno

(Gerschler, 1980)

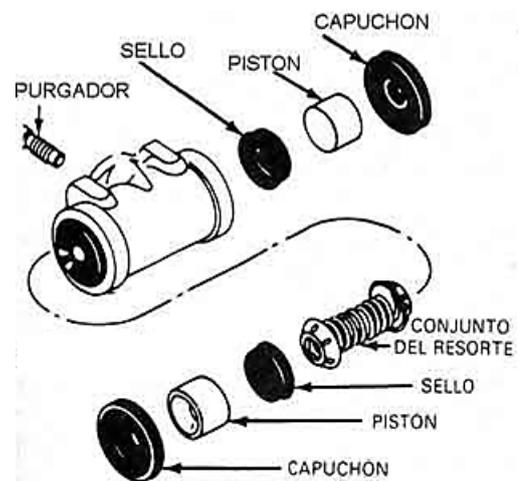
Cilindros y Pistones de freno

Los cilindros y sus pistones en el freno de disco, tienen mayor diámetro que los cilindros y pistones en una rueda de los frenos de tambor. De esta manera se pueden originar las fuerzas de apriete y frenado requeridas, que son mucho mayores que en los frenos de tambor, especialmente según el mayor peso que tenga el automóvil debido a la disposición del motor o transmisión, dependiendo si es tracción delantera o tracción posterior.



Gráfica 37: Cilindros freno disco

(Hyundai 4x4, 2011)



Gráfica 38: Cilindros freno tambor

(Auto mecánico, 2013)

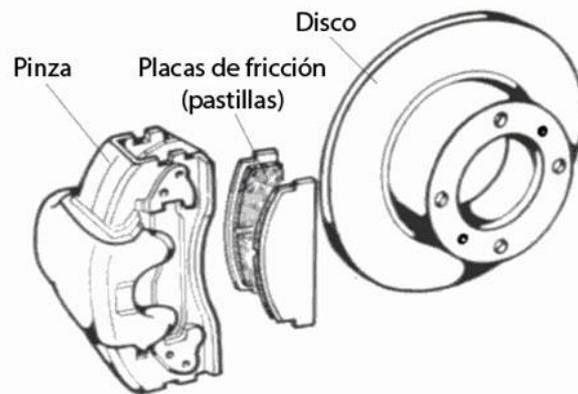
Pastillas de freno

Las pastillas de freno por el lado exterior están formadas por un soporte de acero, y por el lado interior un forro que va pegado con un adhesivo al acero. En los forros con aglomerante orgánico suelen utilizarse materiales de fricción metálicos, cerámicos. Y en los forros orgánicos aglomerados, una materia orgánica como caucho o resina sintética. (Ver anexo 1)

Algunas pastillas tienen unas guías para mantenerlas en posición correcta dentro de la mordaza, hay otras que tienen ranuras para pasadores de posición o

de fijación y otras que tienen detectores de desgaste que al desgastarse producen un chillido y avisan que se necesita pastillas nuevas.

La abrasión es mucho mayor que en los frenos de tambor debido a las altas temperaturas y a las grandes presiones superficiales, por lo que, se requieren inspecciones más frecuentes.



Gráfica 39: Pastillas de freno

(Vive el motor, 2013)

4.4.4 Líquido de Frenos

Al líquido de frenos se le exigen las siguientes propiedades que están fijadas esencialmente en las especificaciones internacionales de fabricación SAE e ISO. Clasificadas por la especificación americana (Department of Transportation) en DOT 3, DOT 4, DOT 5 y DOT 5.1. (Ver anexo 2)

- Baja compresibilidad
- Alto punto de ebullición (+230° C)
- Resistencia a altas temperaturas
- Bajo punto de congelación (-40° C)

- Resistencia al envejecimiento
- Poca higroscopicidad
- Poco rozamiento interno
- Buen poder lubricante
- Miscibilidad con otros líquidos de frenos del mismo tipo.
- No debe atacar a los metales ni a la goma.

Tipo de líquido de frenos	Naturaleza	Temperatura ebullición Seco	Temperatura ebullición Húmedo	Color	Usos comunes
DOT 3	Glicol	401° F/205° C	284° F/140° C	Incoloro a ámbar	Automóviles y camiones
DOT 4	Glicol	446° F/230° C	311° F/155° C	Incoloro a ámbar	Automóviles y camiones
DOT 5	Silicona	500° F/260° C	356° F/180° C	Ámbar/Púrpura	Militares y espectáculo
DOT 5.1	Glicol	518° F/270° C	374° F/190° C	Incoloro a ámbar	Autos de carreras

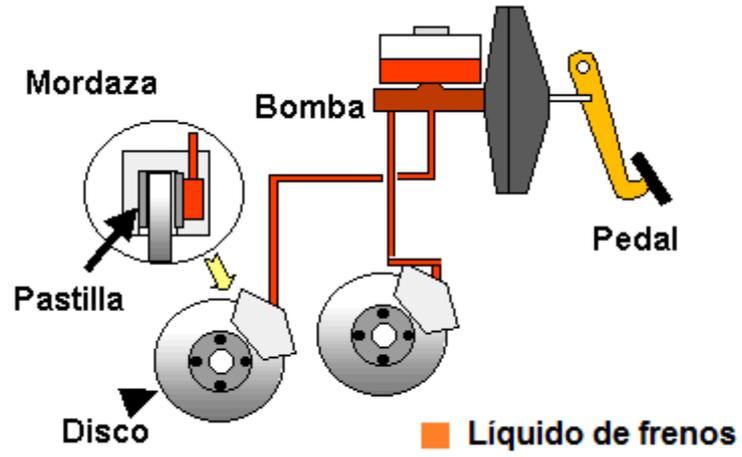
Tabla 1: DOT de Líquido de Frenos

(AFCO-USDOT, 2013)

Los líquidos de frenos usuales en el mercado están constituidos a base de alcohol y glicol éter predominante. Cumplen esencialmente las exigencias impuestas, incluso con mejores características, pero son higroscópicos y a la larga atacan a la pintura.

El líquido de frenos absorbe constantemente humedad del aire y también parcialmente humedad de agua debido al aire que hay en el recipiente de compensación y por las juntas flexibles. Dado que al aumentar el contenido de agua, el punto de ebullición del líquido de frenos desciende considerablemente, aumenta el peligro de que los frenos fallen debido a la formación de burbujas de

vapor. Por consiguiente los fabricantes recomiendan renovar el líquido de frenos al cabo de uno o dos años.



Gráfica 40: Recorrido del líquido de frenos

(Servicio de Frenos, 2009)

5 DESARROLLO DEL PROYECTO

El automóvil que se utilizó para la elaboración de este proyecto es uno de marca Volkswagen de procedencia alemana, modelo Golf GTI del año 2009.

Su planta de poder es un motor a de 4 cilindros 2,0 L Turbo FSI con 200 HP de potencia máxima y 280 Nm de par motor máximo con una caja de cambios manual de 6 velocidades.

Dentro del apartado estético, y a diferencia del Golf IV GTI, tiene detalles que hacen recordar al Golf GTI I, como varios acentos exteriores en negro y un marco interior rojo en la parrilla, que a diferencia de otras versiones del Golf V, presenta un diseño de "panal de abeja".

Cuenta con frenos hidráulicos de 2 circuitos en diagonal y con discos en las 4 ruedas. Posee una suspensión delantera de tipo McPherson independiente con brazos triangulares diagonales, y una suspensión trasera interdependiente con brazos longitudinales.

Ruedas de aleación de diseño exclusivo BBS en 17 pulgadas de diámetro, que dejan ver las mordazas de los frenos pintadas en rojo.



Ilustración 1: Volkswagen GTI

(Larrea, 2013)

5.1 Sistema de mejoramiento de la turbo alimentación Garrett

Características del sistema

El sistema que se instaló tiene la capacidad de producir 400HP. Utiliza un turbocompresor Garrett GT2871R específicamente diseñado para el Volkswagen 2.0T FSI. La turbina con rodamientos internos dobles GT2871R utiliza una válvula wastegate interna para la regulación de la cantidad de presión que se requiere. Otros de los componentes incluidos son el múltiple de escape, salida de tubo de escape de 3" (Downpipe), tuberías de admisión en aluminio de 3", mangueras de silicón de alta presión con abrazaderas para alta presión y un filtro de aire.

Instalación

1. Localizar la batería en el vehículo y desconectar el borne negativo. Es importante asegurarlo para que no haga contacto.
2. Desmontar el protector inferior del motor.
3. Aflojar la válvula de drenado del refrigerante y almacenarlo en un recipiente. Para acelerar el drenado, abrir la tapa de radiador.
4. Remover la tapa cobertora del motor que ya no será necesaria.
5. Remover las tuberías que salen del compresor y las abrazaderas que sujetan las mangueras.
6. Remover la manguera de ingreso completamente con la válvula bypass. Para realizar esto hay que remover el sensor MAP, la abrazadera de la válvula bypass y la manguera codo que ingresa al turbo cargador.
7. Remover la lata eliminadora de calor del turbo cargador.
8. Remover la tubería de vacío e identificarla para el ensamblaje.

9. Remover el codo de la salida del turbocompresor y el empaque metálico para luego ser ensamblado.
10. Por abajo del motor aflojar los pernos que sujetan la salida de escape del turbo cargador y soltar completamente el sistema de escape.
11. Aflojar las líneas de aceite del turbo cargador y retirarlas para luego ser instaladas en el nuevo turbo cargador.
12. Remover los pernos que sujetan el múltiple de escape al bloque del motor y removerlo completamente jalando del turbo cargador con firmeza. En este momento se pueden transferir los componentes del turbo original al turbo Garrett 2871R.



Ilustración 2: Turbo Garrett

(Garrett, 2013)

13. Se procede a instalar la nueva línea de aceite que permitirá trabajar al turbo. Asegurarse de que no se estrangule la línea ni el empaque.



Ilustración 3: Líneas de aceite

(Larrea, 2013)

14. Instalar el múltiple de escape suministrado por el fabricante del sistema de turbo alimentación en conjunto con el turbo cargador Garrett y proceder a ajustar las líneas de aceite y los pernos de sujeción. Los pernos de sujeción del múltiple deben ser ajustados con un torque de 44-55 Nm.



Ilustración 4: Múltiple de escape Garrett

(Larrea, 2013)

15. Instalar la línea de drenado de aceite al bloque del motor y alinearla con cuidado para no dañar los acoples.



Ilustración 5: Líneas de aceite para drenado

(Larrea, 2013)

16. Instalar el empaque de la turbina de admisión y acoplar el turbo cargador al múltiple y ajustarlo.
17. Instalar la línea de aceite al bloque del motor usando los pernos originales con las arandelas suministradas en el kit. Aplicar un torque de 15-19 Nm.
18. Instalar el nuevo tubo de escape a la turbina de escape utilizando el empaque subministrado en el kit con un torque de 59-69 Nm.



Ilustración 6: Tubo de escape y turbina

(Larrea, 2013)

19. Al tener el turbo cargador instalado, el siguiente paso es colocar todas las mangueras de vacío utilizando las abrazaderas suministradas en el kit.

20. Instalar el protector de calor del múltiple de escape.



Ilustración 7: Protector de calor

(Larrea, 2013)

21. Instalar las tuberías del turbocompresor y la válvula bypass utilizando un destornillador Phillips para ajustar abrazaderas, asegurando los nuevos acoples de alta presión.



Ilustración 8: Válvula

(Larrea, 2013)

22. Es recomendable cambiar el aceite y filtro del motor cuando se hace una instalación de un turbo compresor nuevo.

23. Llenar con refrigerante el radiador y el depósito de refrigerante. Es recomendable utilizar el refrigerante original suministrado por el concesionario.
24. Conectar la batería.
25. Encender el motor y revisar que no hayan fugas de aceite ni de refrigerante.
26. Apagar el motor y reajustar todas las tuercas, pernos y abrazaderas.
27. Encender de nuevo el motor para comprobar que no hayan fugas.
28. Después de comprobar que no hayan fugas se procede a instalar el protector plástico debajo del motor.



Ilustración 9: Turbo Garrett instalado

(Larrea, 2013)



Ilustración 10: Turbo Timer - Boost - Indicador relación mezcla

(Larrea, 2013)

5.2 Intercooler de mayor capacidad Garrett

Características del sistema

El intercooler que se instaló es de montaje en el frente del vehículo (FMIC), específicamente diseñado para el Volkswagen Golf GTI 2.0T FSI MK5 (2006 al 2010). El intercooler es de marca Garrett para 400HP GT Spec con paneles de aluminio alta densidad y eficiencia. Este combo permite tener el mínimo de caída de presión de aire y reduce la temperatura que ingresa al múltiple de admisión en 30 grados para mantener una potencia estable y el óptimo rendimiento del motor. Los componentes incluidos en el kit del intercooler son: tuberías pulidas de 2.5", mangueras multicapa de alta presión y abrazaderas tipo T para alta presión.

Instalación

1. Desmontar el protector inferior del motor y el guarda choques.
2. Desmontar las tuberías originales que van instaladas del intercooler al cuerpo de aceleración y del intercooler al turbo.
3. Desmontar el intercooler original.
4. Presentar el intercooler Garrett de gran capacidad al vehículo y señalar en el soporte frontal donde va a ser cortado para que pueda ser instalado el nuevo intercooler.



Ilustración 11: Intercooler Garrett

(Garrett, 2013)

5. Cortar el soporte frontal en las señales anteriormente mencionadas.
6. Proceder a instalar el intercooler con los soportes suministrados.



Ilustración 12: Soportes intercooler Garrett

(Larrea, 2013)

7. Instalar las tuberías de aluminio con los acoples de alta presión, utilizando las abrazaderas para alta presión que vienen incluidas en el kit del intercooler.



Ilustración 13 : Tuberías de aluminio Garrett

(Larrea, 2013)

8. Revisar que todos los pernos de sujeción y abrazaderas se encuentren bien apretadas para evitar fugas de aire.



Ilustración 14: Pernos y abrazaderas

(Larrea, 2013)

9. Proceder a instalar el guarda choques. No es necesario hacer ninguna modificación al guarda choques.
10. Instalar el protector inferior del motor.



Ilustración 15: Intercooler Garrett instalado

(Larrea, 2013)

5.3 Embrague de alto rendimiento y volante de inercia de competencia

SPEC

Características del sistema

El kit de embrague marca SPEC que se instaló se puede utilizar para las siguientes actividades: Calle, Piques, Drift, Rally de Asfalto, Rally de Tierra, Circuito.

El embrague presenta una estructura en base de kevlar y carbón, con un revestimiento orgánico que ofrece un emparejamiento suave y una prolongada vida útil. Este revestimiento tiene un dorso de acero integralmente unido para mayor duración bajo fuertes cargas y altas temperaturas. El kit contiene: plato de alta presión, disco de alto torque con resortes y una herramienta de montaje.

El volante de inercia de aluminio de la marca SPEC es desarrollado y producido para un uso específico en determinadas modalidades de competencias y dependiendo del tipo de masa rotativa del vehículo. Los volantes de la marca

SPEC son producidos con aluminio y acero de la más alta calidad y son los únicos en el mercado que mantienen una tolerancia de maquinado de .001 garantizando una superficie de asentamiento perfecta y balanceada, que permitirá mantener una masa rotativa estable asegurando una larga vida útil del motor.



Ilustración 16: Embrague SPEC

(SPEC, 2013)

Instalación

1. Retirar la llanta delantera izquierda y el cobertor inferior del motor.



Ilustración 17: Rueda izquierda – cobertor inferior

(Larrea, 2013)

2. Remover la tubería del intercooler y la tubería que sube al cuerpo de aceleración.



Ilustración 18: Remoción tuberías del intercooler

(Larrea, 2013)

3. Remover el motor de arranque de la transmisión.
4. Con el motor de arranque removido se tiene el acceso a los cables de la transmisión. No es necesario desconectar completamente el cableado del motor de arranque.



Ilustración 19: Remoción motor arranque y cableado principal

(Larrea, 2013)

5. Desmontar los retenedores de los cables de la transmisión teniendo cuidado de no perderlos ya que pueden salir disparados.
6. Desconectar los cables de la transmisión.



Ilustración 20: Remoción cables de transmisión-palanca de cambios

(Larrea, 2013)

7. Utilizar una gata hidráulica para aguantar el motor, ya que dos de los soportes del motor serán removidos.
8. Aflojar los pernos del eje que sale de la transmisión, es necesario que otra persona presione el freno para que no gire. Son un total de 6 pernos.
9. Remover el cubre polvos del guardafango.



Ilustración 21: Remoción de transmisión y ejes

(Larrea, 2013)

10. Remover los pernos que sujetan la transmisión y proceder a desmontarla.
11. Sacar los pernos que sujetan al plato de presión del embrague.
12. Quitar el disco de embrague.

13. Remover el volante de inercia desatornillando los pernos con una palanca de fuerza.
14. Proceder a la instalación del volante de inercia de aluminio SPEC.



Ilustración 22: Volante de inercia de aluminio SPEC

(Larrea, 2013)

15. Alinear el disco de embrague SPEC con la herramienta suministrada y atornillar el plato de embrague SPEC.

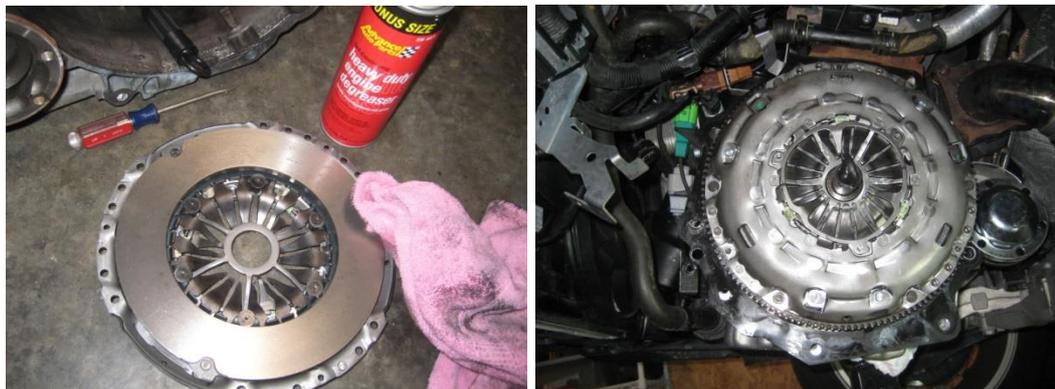


Ilustración 23: Alineado disco y plato de embrague SPEC

(Larrea, 2013)

16. Proceder a ensamblar la transmisión y acoplar todos los componentes en su lugar.

5.4 Sistema de escape MagnaFlow

Características del sistema

El sistema de escape es de la marca americana MagnaFlow producido para mejorar el rendimiento del Volkswagen Golf GTI 2.0 L FSI. La tubería fabricada de acero inoxidable en un 100% mantiene un diámetro de 3" permitiendo un desacoplamiento del volumen de gases más eficaz y permitiendo ganar potencia al ser un complemento para todos los sistemas anteriormente instalados. Los sistemas de escape de éste fabricante son diseñados en computadora y probados en el dinamómetro para alcanzar el mejor rendimiento y una larga vida útil. Cabe mencionar que mantienen una garantía de por vida.

Instalación

1. Desconectar el borne negativo de la batería.
2. Aflojar los pernos que sujetan al downpipe que baje del turbo y que lo conectan con el sistema de escape original.



Ilustración 24: Remoción downpipe

(Jibaja, 2013)

3. El escape está sostenido en bujes de caucho los cuales con un poco de fuerza se sueltan de las bases y el sistema original cae automáticamente.

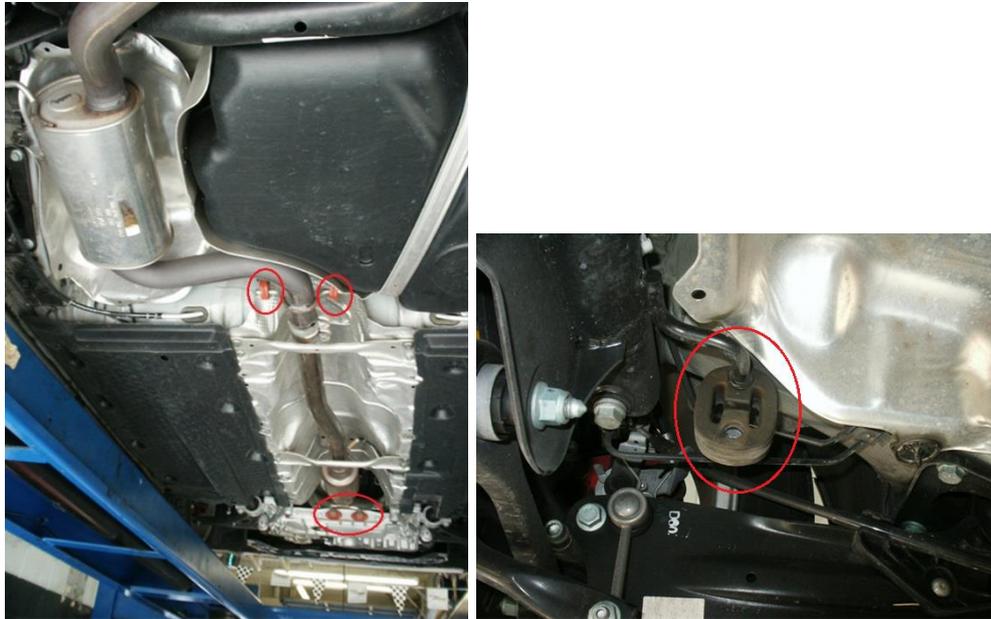


Ilustración 25: Remoción bujes sistema de escape

(Jibaja, 2013)

4. Instalar el sistema MagnaFlow de 3”.



Ilustración 26: Sistema MagnaFlow 3”

(MagnaFlow, 2013)

5. Utilizar los bujes originales del vehículo para sujetarlo a la carrocería.
6. Instalar los pernos originales para acoplarlo con el downpipe utilizando el empaque especial suministrado por el fabricante del sistema de escape.



Ilustración 27: Pernos y empaques MagnaFlow 3”

(MagnaFlow, 2013)

7. Conectar la batería y encender el vehículo para revisar posibles fugas.

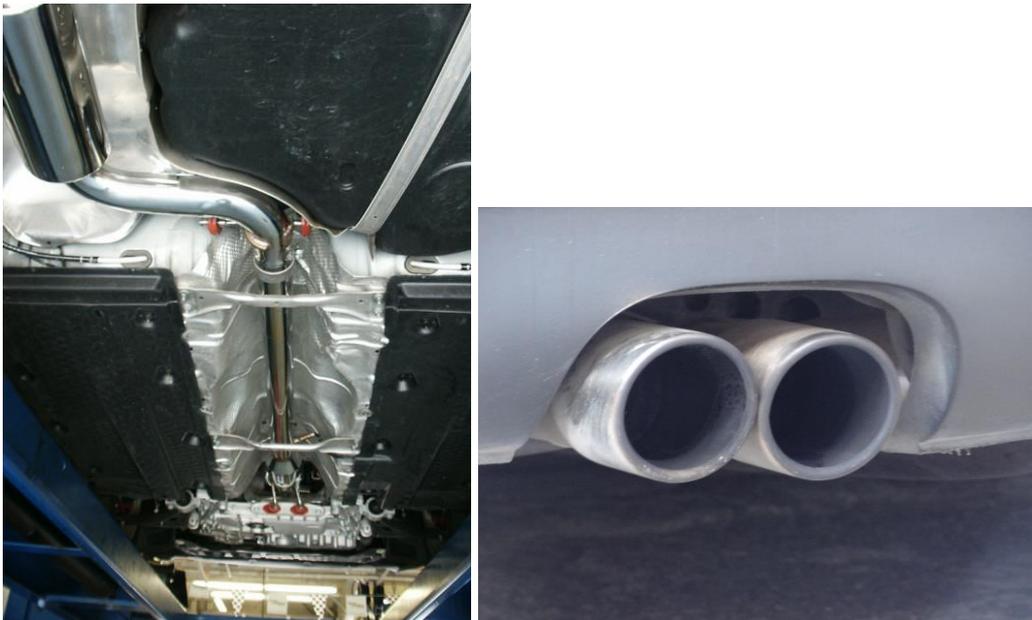


Ilustración 28: Sistema MagnaFlow 3” instalado

(Jibaja, 2013)

5.5 Suspensión D2

Características del sistema

D2 Suspensiones con más de 16 años en el mercado, es una marca especializada en el desarrollo y producción de suspensiones de alto rendimiento para uso deportivo y amateur. Todos los amortiguadores regulables D2, son diseñados, producidos y probados en fábrica para alcanzar los más altos estándares de control y calidad. El kit que se instaló en el Volkswagen Golf GTI 2.0 L FSI es un sistema diseñado para ser utilizado en calle y circuito, lo que permite circular normalmente en la vía pública y al mismo tiempo tener un excelente rendimiento en las competencias. Las características técnicas son variadas y entre ellas se pueden citar: 36 regulaciones de compresión y rebote, regulación de altura, terminado anodizado y teflón para prevenir la corrosión, platos superiores de aluminio (construcción 6061) para la regulación de camber y 1 año de garantía.



Ilustración 29: Suspensión D2

(D2, 2013)

Instalación

1. Instalar los amortiguadores en la parte posterior, para esto se debe remover el perno de 18 mm que sujeta el brazo de control a la manzana.

2. Asegurarse de tener un Jack stand ya que el brazo de control baja ejerciendo presión al momento de aflojarlo para que no golpee en el piso.
3. En este momento es posible remover el resorte original.
4. Remover los dos pernos de 16 mm que sujetan al amortiguador a la parte superior de la carrocería.

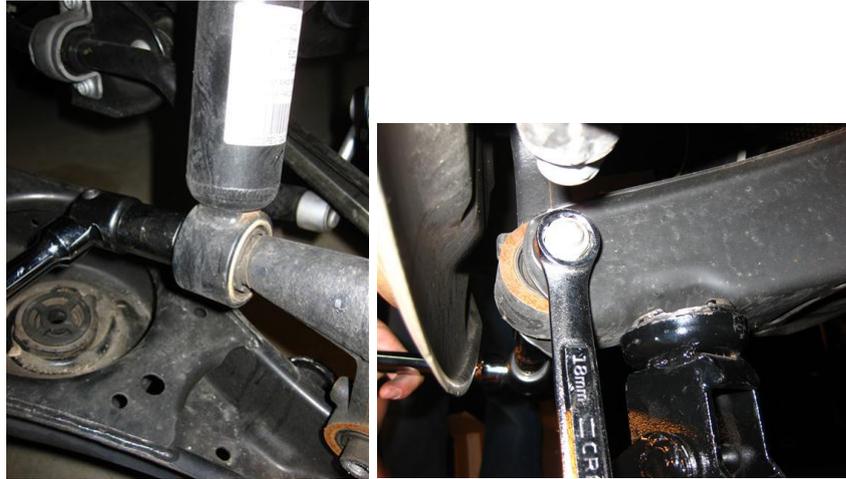


Ilustración 30: Remoción pernos suspensión trasera

(Jibaja, 2013)

5. Remover el perno de 18 mm que sujeta la base del amortiguador y retirar el amortiguador.



Ilustración 31: Remoción amortiguador posterior

(Jibaja, 2013)

6. Con el amortiguador retirado, desmontar la base superior del amortiguador que se va a instalar en la nueva suspensión.
7. Instalar la base superior en el amortiguador D2 posterior y colocarlo en el vehículo atornillando los dos pernos de 16 mm.
8. Instalar la base del amortiguador sujetando al brazo de control con el perno de 18 mm.
9. Montar el nuevo resorte con regulación de altura y proceder a colocar el brazo de control levantándolo con una gata hidráulica y acoplándolo a la manzana con el perno de 18 mm.
10. El mismo procedimiento es para el otro amortiguador posterior, con esto está lista la suspensión trasera.



Ilustración 32: Suspensión D2 posterior instalada

(Jibaja, 2013)

11. Para trabajar con la suspensión delantera hay que remover el perno de 18 mm de la barra estabilizadora.
12. Utilizando una gata hidráulica hay que comprimir el amortiguador desde el brazo de control.
13. Instalar el compresor de espirales.



Ilustración 33: Compresor de espirales

(Jibaja, 2013)

14. Remover los pernos de la mangueta.
15. Retirar los pernos que sujetan el amortiguador a la carrocería, y remover el amortiguador completo.



Ilustración 34: Remoción amortiguador delantero

(Jibaja, 2013)

16. En este momento se procede a instalar la suspensión D2.



Ilustración 35: Instalación Suspensión D2

(Jibaja, 2013)

17. Ajustar los pernos de la carrocería en la parte superior.
18. Poner los pernos a la mangueta y a la barra estabilizadora y asegurarse que todo quede bien apretado.



Ilustración 36: Suspensión D2 delantera instalada

(Jibaja, 2013)

19. Calibrar la suspensión en altura y en regulaciones de dureza para su desempeño en las pistas.

5.6 Sistema de frenos Brembo

Características del sistema

En el Volkswagen Golf GTI 2.0 L FSI se instaló un sistema de frenos de la marca Italiana Brembo. Brembo es líder mundial en ingeniería, desarrollo y producción de sistemas de frenos de alto rendimiento y demás componentes.

El sistema Brembo Stage II presenta las siguientes características: discos de dos piezas de 328x28 mm (13") y mordazas de color rojo de gran tamaño con 4 pistones. Cañerías de freno Goodridge de acero inoxidable. Soportes de aluminio de calidad aeroespacial.



Ilustración 37: Frenos Brembo

(Brembo, 2013)

Instalación

1. Retirar los neumáticos delanteros.



Ilustración 38: Neumático delantero retirado

(Jibaja, 2013)

2. Retirar las mordazas y discos originales desmontando los pernos que sujetan a la mordaza original del vehículo.



Ilustración 39: Mordazas, discos y cañerías desmontadas

(Jibaja, 2013)

3. Desmontar la cañería de freno original e instalar la cañería de acero inoxidable suministrada en el kit.
4. Instalar el adaptador de la nueva mordaza Brembo.

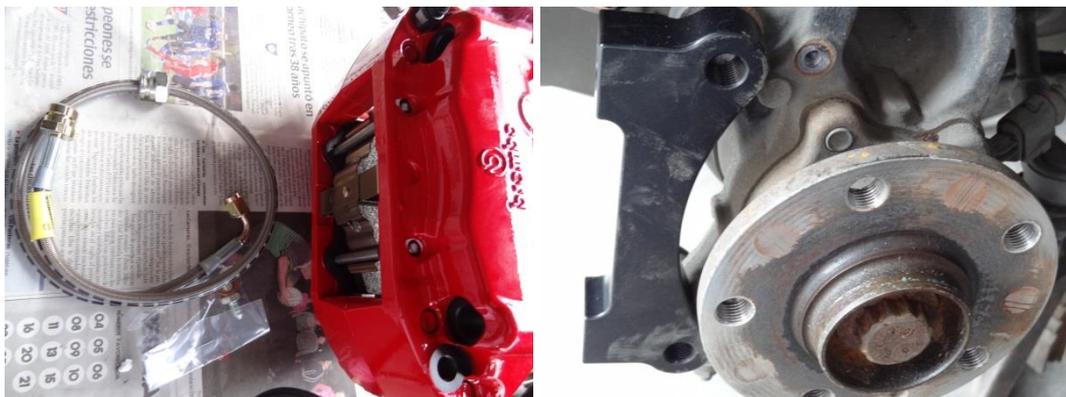


Ilustración 40: Cañería y adaptador de mordaza Brembo

(Jibaja, 2013)

5. Colocar la cañería de acero inoxidable en la mordaza Brembo con los acoples del kit.

6. Montar el disco de dos piezas Brembo e instalar la mordaza en el adaptador alineándolo con el disco.



Ilustración 41: Discos y mordazas Brembo

(Jibaja, 2013)

7. Sangrar el sistema para que no queden burbujas en las líneas de freno y completar el líquido de frenos que se podría haber derramado.



Ilustración 42: Purgado del sistema de frenos

(Jibaja, 2013)

8. Revisar que no hayan fugas de líquido en los acoples que se han instalado.
9. Comprobar que todos los pernos que sujetan el kit estén perfectamente ajustados y montar el neumático en su lugar.



Ilustración 43: Frenos Brembo instalados

(Jibaja, 2013)

10. Con el kit de frenos Brembo instalado, se realizó la primera prueba de manejo. Los discos vienen con una película protectora de corrosión, para lo cual llevando el vehículo a una velocidad de 45 km/h se realizó frenadas de 3 segundos durante una distancia de aproximadamente 5 kilómetros.
11. Con el material de anticorrosión removido se procede a acoplar los discos de freno a las pastillas, para lo cual se ubicó una autopista abierta en la que se realizarán frenadas suaves de 5 segundos. Permitiendo que el sistema vaya adquiriendo temperatura poco a poco y que los componentes se adapten al calor.
12. Luego de repetir este proceso varias veces se puede utilizar el sistema de frenos de manera normal.

6 ANÁLISIS COMPARATIVO DEL PROYECTO Y RESULTADOS

Para el completo análisis del antes y después del automóvil, utilizamos dos fuentes principales como el *Manual de Taller Volkswagen* y un centro de mediciones de potencia y frenado *CCICEV* de la *Escuela Politécnica Nacional*. Los cuales permitieron hacer comparaciones entre el auto de serie, y el que en ésta tesis se ha preparado.

6.1 Potencia

- **Datos y cálculos basados sin pérdida de rendimiento (nivel del mar).**

	SIN MODIFICACIONES	CON MODIFICACIONES
POTENCIA	200 HP a 5100-6600 rpm Ver Anexo 3 y 4	313.5 HP a 6400 rpm Ver Anexo 5 y 6

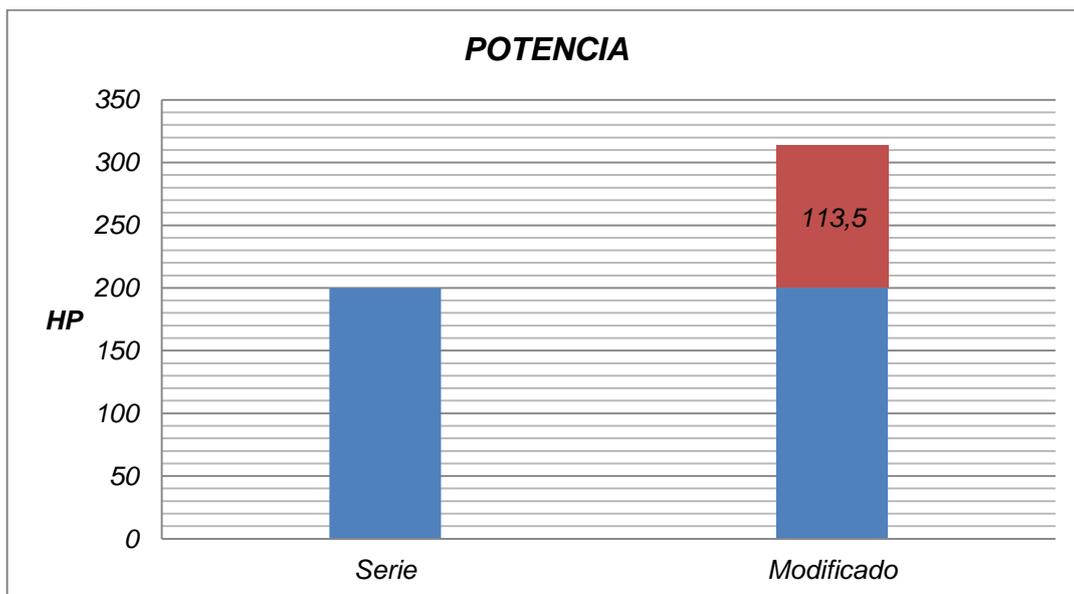
Tabla 2: Potencia a nivel del mar CCICEV

(Autores, 2013)

$$x = \text{potencia modificado} - \text{potencia de serie}$$

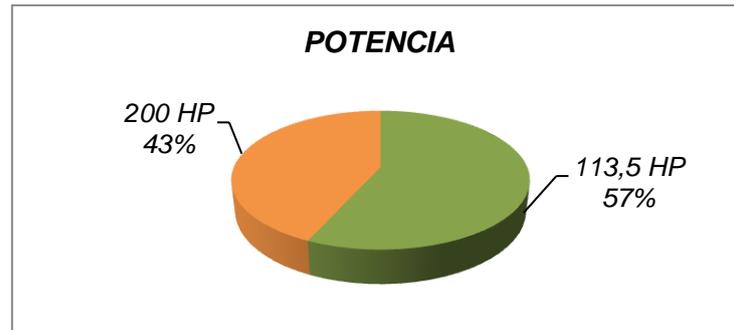
$$x = 313.5 \text{ HP} - 200 \text{ HP}$$

$$x = 113.5 \text{ HP}$$



Comparativa 1: Potencia a nivel del mar

(Autores, 2013)



Comparativa 2: Porcentaje de Potencia a nivel del mar

(Autores, 2013)

- ✓ Se puede observar en la Comparativa 1 que la potencia del auto de serie a nivel del mar es de 200 HP. Gracias a las modificaciones realizadas se consiguió un aumento de 113.5 HP, dando como resultado una potencia total de 313.5 HP.
- ✓ Se puede concluir en la Comparativa 2 que el porcentaje de potencia ganado a nivel del mar es del 57%. Valor que representa el aumento de 113.5 HP gracias a las modificaciones realizadas.

➤ **Datos y cálculos basados con pérdida de rendimiento.**

La pérdida de potencia debido a la altitud de la ciudad de Quito (2800 msnm) se hace presente. Gira en torno al 1% por cada 100 metros de altura que se sube.

- *porcentaje perdido = altura de Quito * 0.01*

$$\text{porcentaje perdido} = 2800 \text{ m} * 0.01$$

$$\text{porcentaje perdido} = 28\%$$

- *porcentaje disponible = porcentaje sin pérdidas – porcentaje perdido*

$$\text{porcentaje disponible} = 100\% - 28\%$$

$$\text{porcentaje disponible} = 72\%$$

Como resultado se tiene que en Quito se dispone de solo el 72% de la potencia. Ya que el 28% restante se pierde por la altura a la que estamos ubicados y en la cual la presión atmosférica es menor con respecto a la del nivel del mar.

- *potencia disponible sin modificaciones = potencia sin pérdidas * 0.72*

$$\text{potencia disponible sin modificaciones} = 200 \text{ HP} * 0.72$$

$$\text{potencia disponible sin modificaciones} = 144 \text{ HP}$$

- *potencia disponible con modificaciones = potencia sin pérdidas * 0.72*

$$\text{potencia disponible con modificaciones} = 313.5 \text{ HP} * 0.72$$

$$\text{potencia disponible con modificaciones} = 225.7 \text{ HP}$$

	SIN MODIFICACIONES	CON MODIFICACIONES
POTENCIA	144 HP a 5100-6600 rpm Ver Anexo 3 - 4	225.7 HP a 6400 rpm Ver Anexo 5 - 6

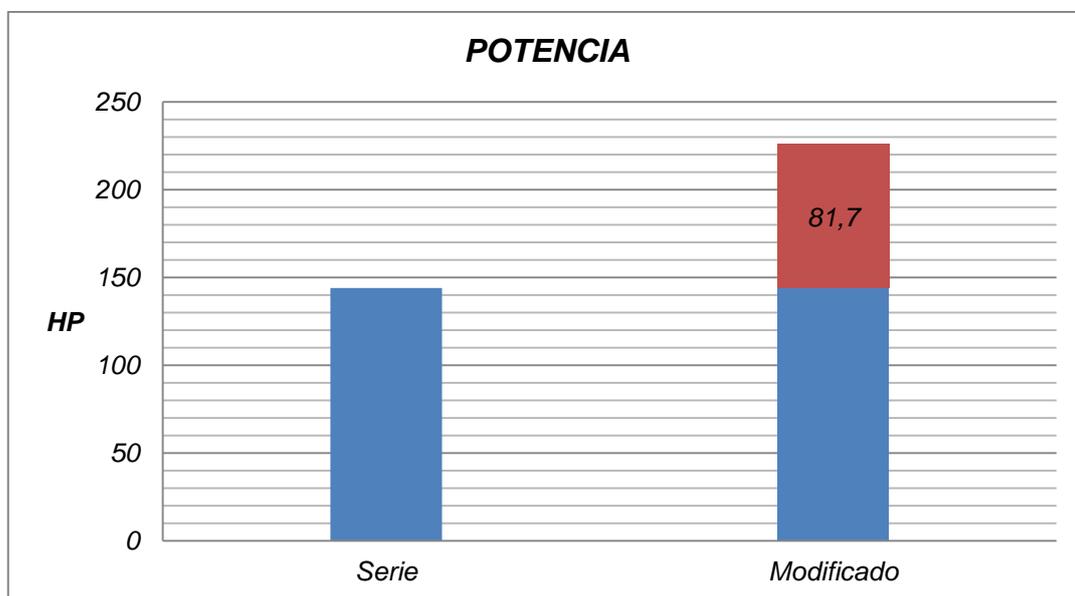
Tabla 3: Potencia en la ciudad de Quito CCICEV

(Autores, 2013)

$$x = \text{potencia modificado} - \text{potencia de serie}$$

$$x = 225.7 \text{ HP} - 144 \text{ HP}$$

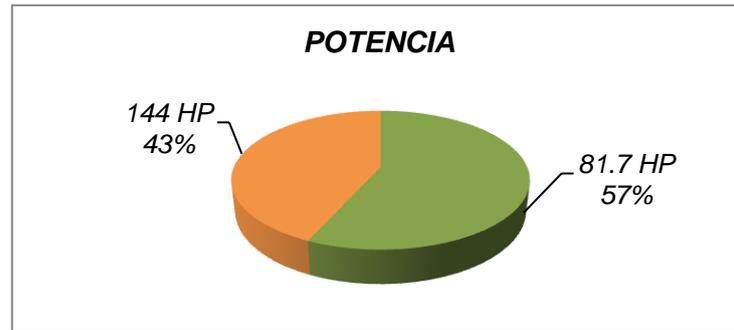
$$x = 81.7 \text{ HP}$$



Comparativa 3: Potencia en Quito

(Autores, 2013)

- ✓ Se puede observar en la Comparativa 3 que la potencia del auto de serie en la ciudad de Quito (2800 msnm) es de 144 HP. Gracias a las modificaciones realizadas se consiguió un aumento de 81.7 HP, dando como resultado una potencia total de 225.7 HP.



Comparativa 4: Porcentaje de Potencia en Quito

(Autores, 2013)

- ✓ Se puede concluir en la Comparativa 4 que el porcentaje de potencia ganado en la ciudad de Quito (2800 msnm) es del 57%. Valor que representa el aumento de 81.7 HP gracias a las modificaciones realizadas.

6.2 Torque

La altitud de la ciudad de Quito no es un factor que incida directamente en el Torque para que se tenga pérdidas.

	SIN MODIFICACIONES	CON MODIFICACIONES
TORQUE	207 ft.lb. a 1800-4700 rpm	272.9 ft.lb. a 6400 rpm
	Ver Anexo 3 - 4	Ver Anexo 5 - 6

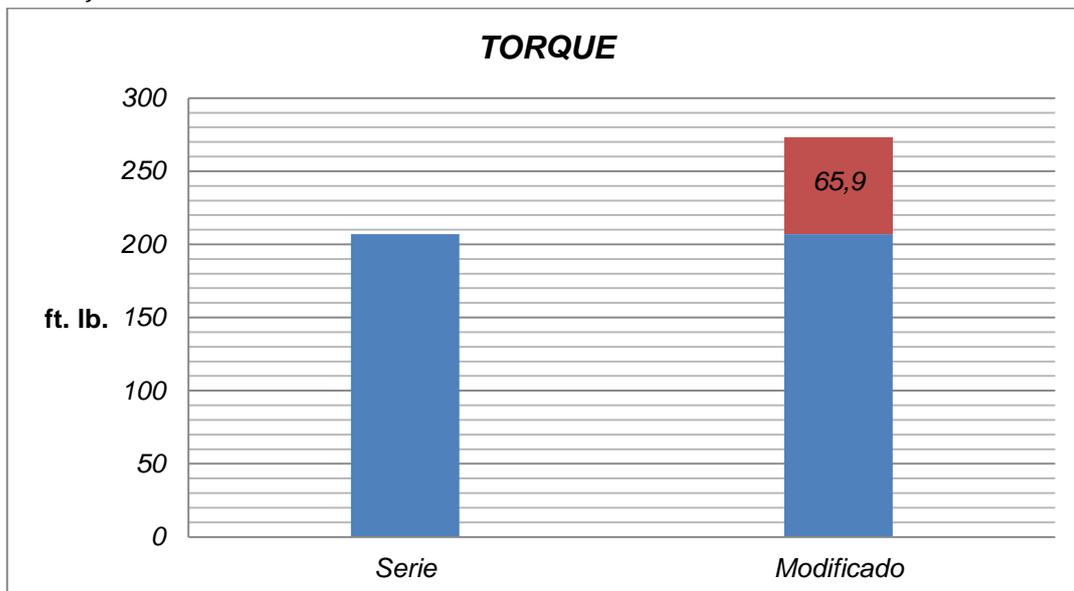
Tabla 4: Torque CCICEV

(Autores, 2013)

$$x = \text{torque modificado} - \text{torque de serie}$$

$$x = 272.9 \text{ ft. lb.} - 207 \text{ ft. lb.}$$

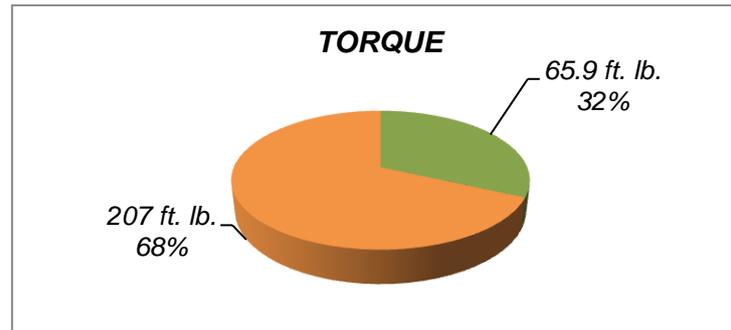
$$x = 65.9 \text{ ft. lb.}$$



Comparativa 5: Torque

(Autores, 2013)

- ✓ Se puede observar en la Comparativa 5 que el torque del auto de serie es de 207 ft. lb. Gracias a las modificaciones realizadas se consiguió un aumento de 65.9 ft. lb, dando como resultado un torque total de 272.9 ft. lb.



Comparativa 6: Porcentaje de Torque

(Autores, 2013)

- ✓ Se puede concluir en la Comparativa 6 que el porcentaje de torque ganado es del 32%. Valor que representa el aumento de 65.9 ft. lb. gracias a las modificaciones realizadas.

Volante de inercia

➤ Original

Volante de inercia doble masa	Medida	Valor
Peso	lbs	25.7
Diámetro	diámetro en mm	350.52
Espesor	mm	66.04

Tabla 5: Información volante de inercia original

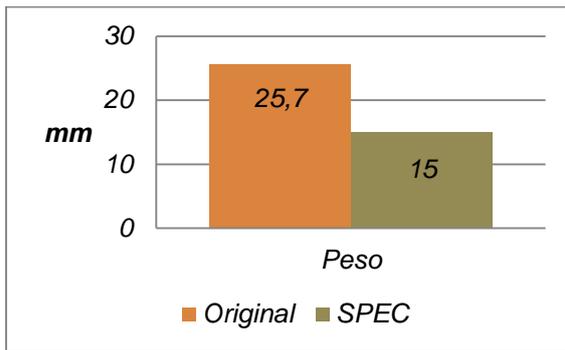
(Autores, 2013)

➤ SPEC

Volante de inercia una masa	Medida	Valor
Peso	lbs	15
Diámetro	diámetro en mm	350.52
Espesor	mm	45.72

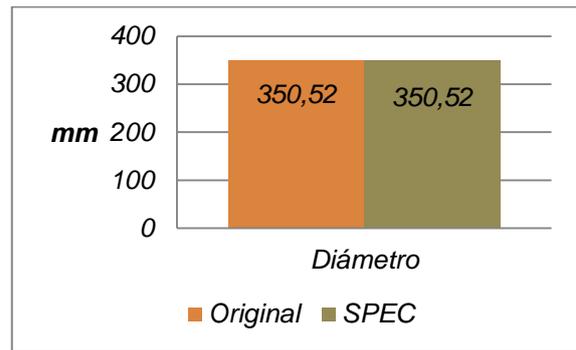
Tabla 6: Información volante de inercia SPEC

(Autores, 2013)



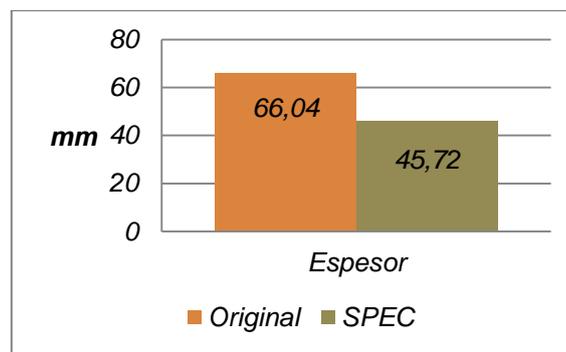
Comparativa 7: Peso volante de inercia

(Autores, 2013)



Comparativa 8: Diámetro volante de inercia

(Autores, 2013)



Comparativa 9: Espesor volante de inercia

(Autores, 2013)

- ✓ Se puede observar en las Tablas 5 y 6 los valores de peso, diámetro y espesor del volante de inercia tanto de serie como el de la marca SPEC.
- ✓ Se puede concluir en la Comparativa 7 que el peso del volante de inercia SPEC es menor con un valor de 10.7 lbs. con respecto al de serie. Lo que lo hace más liviano.
- ✓ En la Comparativa 8 se puede ver que los diámetros de los volantes de inercia son los mismos.
- ✓ Y en la Comparativa 9 que el espesor del volante de inercia SPEC es menor con un valor de 20.32 mm. Lo que ayuda también a hacerlo más liviano.

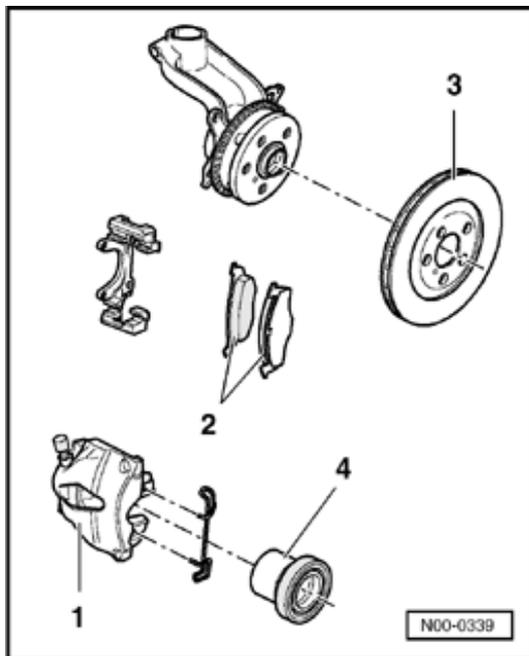
6.3 Frenos

➤ Original

Ítem	Parte	Medida	1ZD / 1LV
1	Mordaza de freno		FN3 (16)
2	Pastilla de freno (espesor)	mm	14
3	Disco de freno	diámetro en mm	312
	Disco de freno, (espesor)	mm	25
4	Pistón mordaza de freno	diámetro en mm	54

Tabla 7: Información técnica de frenos originales

(Volkswagen of America, 2005)



(Volkswagen of America, 2005)



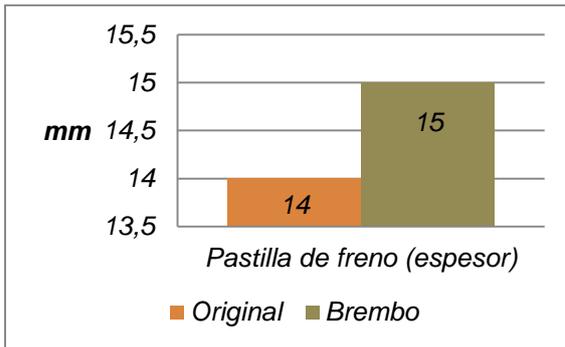
(Brembo, 2013)

➤ Brembo

Parte	Medida	1ZD / 1LV
Mordaza de freno		Brembo
Pastilla de freno (espesor)	mm	15
Disco de freno	diámetro en mm	328
Disco de freno, (espesor)	mm	28
Pistón mordaza de freno	diámetro en mm	36/40

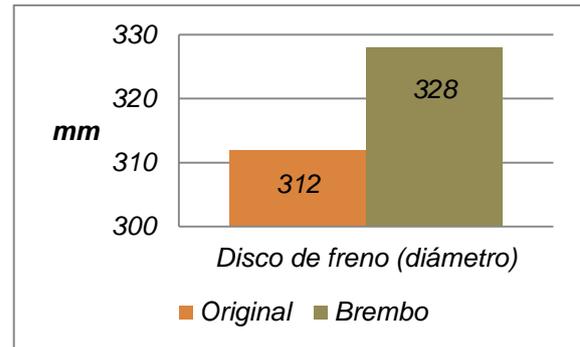
Tabla 8: Información técnica de frenos Brembo

(Brembo, 2013)



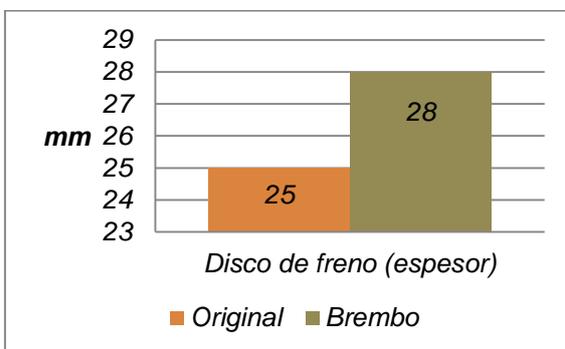
Comparativa 10: Espesor pastilla de freno

(Autores, 2013)



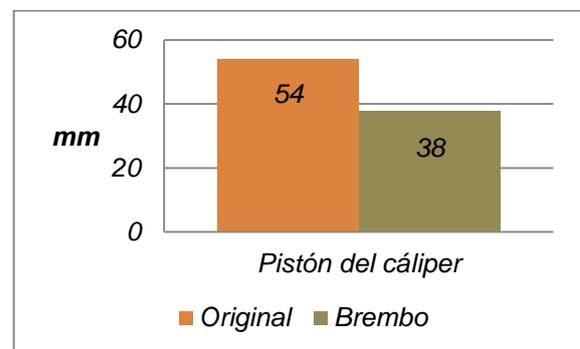
Comparativa 11: Diámetro disco de freno

(Autores, 2013)



Comparativa 12: Espesor disco de freno

(Autores, 2013)



Comparativa 13: Diámetro pistón de mordaza

(Autores, 2013)

- ✓ Se puede observar en las Tablas 7 y 8 los valores del espesor de la pastilla de freno, el diámetro y espesor del disco de freno y el diámetro del pistón de la mordaza de freno, tanto de serie como el de la marca Brembo.
- ✓ Se puede concluir en la Comparativa 10 que el espesor de la pastilla de freno Brembo es mayor con un valor de 1 mm. con respecto al de serie. Lo que lo hace más robusto.
- ✓ En la Comparativa 11 se tiene que el diámetro del disco de freno Brembo es mayor con un valor de 16 mm. con respecto al de serie. Con la Comparativa 12 el espesor del disco de freno es mayor con 3 mm. con respecto al de

serie. Lo que hace al disco de freno más grande y robusto dando como resultado una mayor vida útil y un mejor frenado.

- ✓ Y en la Comparativa 13 que el diámetro de los pistones de la mordaza Brembo es menor con un valor de 16 mm. con respecto al de serie. Pero se obtiene un frenado uniforme debido a que la mordaza Brembo tiene 4 pistones comparados a los 2 pistones de serie.

Fuerza Frenado	Izquierda	Derecha	Total Eje	Diferencia
Resist. Rodadura	0.27 kN	0.32 kN		
Fuerza Frenado máx.	3.86 kN	3.91 kN	7.77 kN	1%
Ovalidad	10%	12%		

Peso eje estático	450 kg	440 kg	890 kg	2%
Peso eje dinámico	487 kg	471 kg	958 kg	3%

Eficacia	Izquierda	Derecha	Total Eje	Diferencia
Eficacia estática	87%	91%	89%	4%
Eficacia dinámica	81%	85%	83%	5%

Ver Anexo 7

Tabla 9: Datos prueba de frenado CCICEV

(Autores, 2013)

- ✓ Se puede observar en la Tabla 9 los valores obtenidos en la prueba de frenado. Los cuales indican una fuerza de frenado máxima de 3.86 kN en la rueda izquierda y 3.91 kN en la rueda derecha, con un valor de 1% de diferencia entre las ruedas y una fuerza total de 7.77 kN en el eje delantero.
- ✓ También se puede deducir que la eficacia de frenado dinámica es de 81% en la rueda izquierda y 85% en la rueda derecha, con un valor de 4% de diferencia entre las ruedas y una eficacia dinámica de frenado de 89%.

7 APORTES ADICIONALES

- Luego de instalar el sistema de turbo alimentación en el vehículo, se procedió a realizar las primeras pruebas en las cuales surgió un código de falla debido a que el sensor MAP está detectando un exceso de presión en la entrada del aire de admisión, ya que originalmente trabajaba con una presión inferior a 10 psi. Para obtener el rendimiento deseado se incrementó las libras de presión a 15 psi utilizando una válvula wastegate externa. Se hizo una adaptación en el alojamiento del sensor que está ubicado en la tubería de admisión para que el sensor MAP quede alejado del flujo de aire directo. Teniendo como resultado que la ECU no presente el código de falla mencionado anteriormente.

- Luego de instalar las tuberías y acoples de alta presión se sugiere instalar un manómetro de presión de aire y por medio de un compresor inyectar aire comprimido al sistema para así asegurarse que no van a existir caídas de presión y que el sistema tenga un sellado perfecto y que funcionará a la perfección.

- Para conservar la vida útil del turbo cargador se instaló un equipo llamado Turbo Timer. Este dispositivo permite que al momento de apagar el vehículo el turbo cargador disminuya de revoluciones progresivamente manteniéndose en todo momento con una buena lubricación ya que uno de los principales factores por los cuales se dañan los turbo cargadores es

que al momento de apagar el vehículo se les corta repentinamente la lubricación de aceite.

- Para el acoplamiento del sistema de frenos es importante seguir un procedimiento para lograr un rendimiento óptimo del sistema, y también para evitar posibles vibraciones en el futuro:
 1. Traslade el vehículo a un área remota y realice al menos 30 frenados suaves con duraciones de intervalos de 3 segundos. Repita este procedimiento de frenado cada 800 metros.
 2. El propósito de este procedimiento es incrementar gradualmente la temperatura de los componentes sin llegar a un shock térmico, y emparejar las superficies de fricción (pastillas y disco).
 3. Después de haber repetido varias frenadas, maneje el vehículo varios kilómetros procurando no frenar, de manera que la temperatura se vaya disipando en los componentes. En este momento el sistema está listo para su uso normal.

- Con respecto a la suspensión regulable, la correcta regulación de la altura como también del rebote y la compresión van a mejorar el desempeño del vehículo al momento del frenado, curvas y aceleración. Para un trazado que esté resbaloso es apropiado suavizar la suspensión para que tenga mayor agarre y tracción, por el contrario en un trazado con un piso regular se utilizarán unos ajustes en donde será recomendable endurecer la suspensión.

8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Mediante el conocimiento automotriz aprendido durante los 4 años de estudio en la Universidad San Francisco de Quito, se ha desarrollado un vehículo de calle para ser utilizado en competencias deportivas, alcanzando los siguientes resultados:

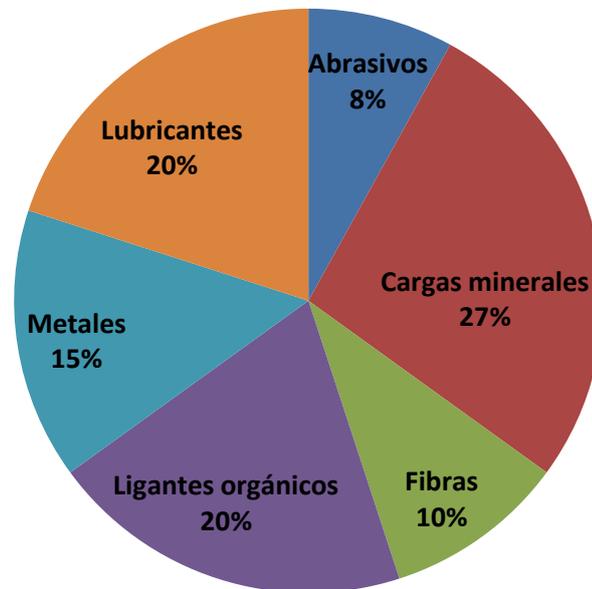
- ✓ Se incrementó la potencia del motor en un 56.75%, alcanzando los 313.5 HP a 6400 rpm a nivel del mar utilizando 15 psi, y un aumento del torque del vehículo en un 31.84%. Si se sube las libras de presión a 20 psi desde la válvula wastegate, se podría lograr los 400 HP.
- ✓ Con los resultados obtenidos se dedujo que con las leyes ambientales propuestas a futuro se van a utilizar motores de bajo cilindraje, pero con el uso de turbo cargadores para poder compensar la potencia.
- ✓ Con el kit de frenos se logró un desempeño superior en la eficacia del frenado, que permitió tener mayor respuesta al momento de accionar el pedal del freno y así brindar una conducción segura.
- ✓ Con la instalación de la suspensión de alto rendimiento se incrementó la estabilidad al momento de curvar a grandes velocidades, así como también la tracción y adherencia al mantener siempre los neumáticos sobre el asfalto, y una respuesta eficaz en la aceleración al momento de salir de las curvas.

RECOMENDACIONES

- ✓ Cuando se ha instalado el kit de turbo es necesario revisar que no existan fugas de aceite, ni de aire que pueden afectar y causar un daño en el motor. Además es importante realizar a tiempo el mantenimiento periódico del sistema de lubricación para preservar la vida útil de los componentes del kit.
- ✓ Para poder lograr incrementar los caballos de fuerza al tope máximo que especifica el fabricante (400 HP), es necesario modificar el software de la ECU para evitar daños en el motor. Existen diferentes compañías en el mercado que ofrecen este producto que por medio de internet envían una reprogramación dependiendo las modificaciones realizadas.
- ✓ Al momento de instalar el intercooler es importante realizar una prueba de presión de aire con un manómetro, ya sea en bares o en libras de presión, para asegurar que no existan fugas perjudiciales al rendimiento del motor.
- ✓ Durante la instalación del sistema de frenos hay que realizar varias pruebas para comprobar su correcto funcionamiento antes de que el vehículo circule en la vía pública, para esto se debe que efectuar un correcto purgado en el sistema y revisar posibles fugas del líquido de frenos.
- ✓ Con respecto a la suspensión deportiva hay que tener en cuenta el revisar las regulaciones antes de su uso, ya que nunca debe estar completamente cerrada según indicaciones del fabricante.

9 ANEXOS

Anexo 1: Composición del material de fricción



(Gerschler, 1980)

Anexo 2: DOT (3, 4, 5.1)

ISO	4925	ISO	4925
FMVSS	116/ DOT-3	FMVSS	116/ DOT-4
SAE	J-1703	SAE	J-1703
UNE	26.106.88	UNE	26.109.88
INTA	157113-D	INTA	157113-D

- ISO: 4925
- FMVSS: 116/DOT-5.1
- SAE: J-1703
- UNE: 26.409.92
- INTA: 157113-D

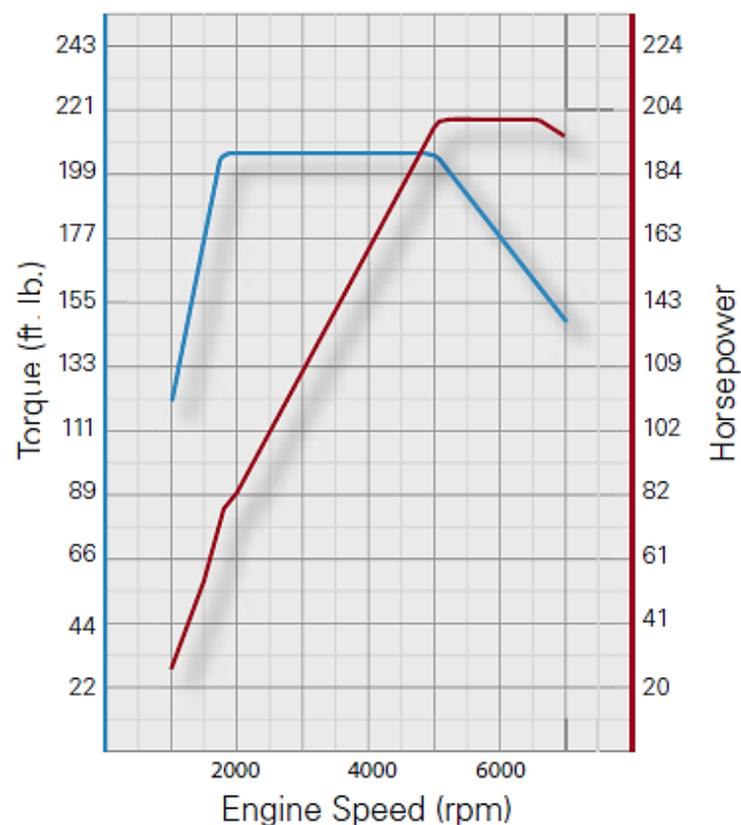
(Krafft, 2012)

Anexo 3: Datos Técnicos Volkswagen Golf GTI

Tipo	4 cilindros en línea
Cilindraje	121 cu. in. (1984 cc)
Diámetro del cilindro	3.2 in. (82.5 mm)
Carrera del cilindro	3.7 in. (92.8 mm)
Válvulas por cilindro	4
Relación de compresión	10.5:1
Máxima potencia	200 HP (147 kW) a 5100-6600 rpm
Par motor máximo	207 ft. lb. (280 Nm) a 1800-4700 rpm
Gestión de motor	Bosch Motronic MED 9.1
Ángulo árbol de levas	42°
Combustible	Premium Plus sin plomo, Premium sin plomo, Regular sin plomo con ligera reducción de potencia
Tratamiento Gases de Escape	Convertidor catalítico de 2-3 vías con regulación de sensor de oxígeno

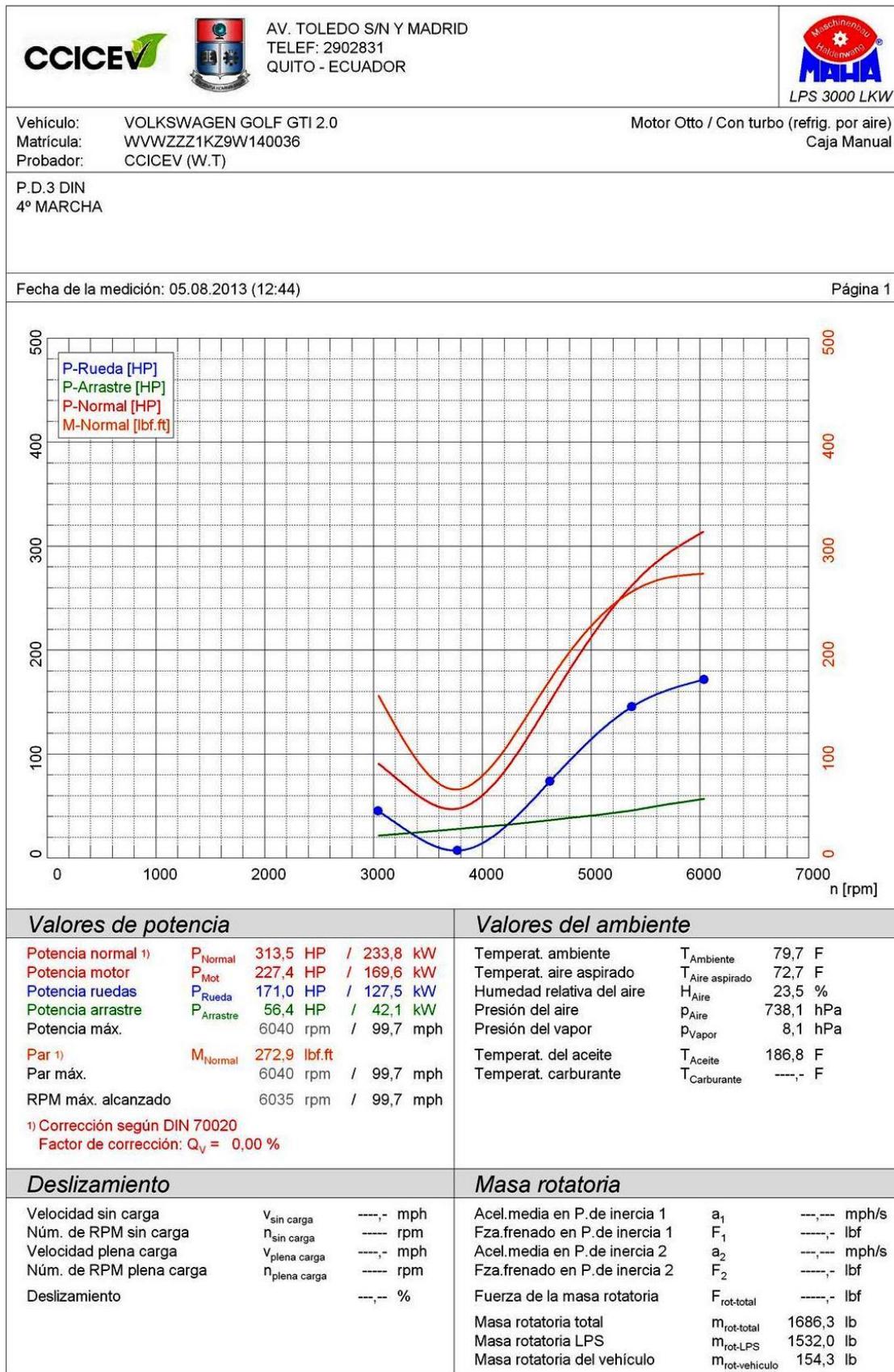
(Volkswagen of America, 2005)

Anexo 4: Gráfica torque-potencia Volkswagen Golf GTI de serie



(Volkswagen of America, 2005)

Anexo 5: Gráfica torque-potencia Volkswagen Golf GTI modificado



(CCICEV, 2013)

Anexo 6: Datos medidos de torque-potencia

				AV. TOLEDO S/N Y MADRID TELEF: 2902831 QUITO - ECUADOR				LPS 3000 LKW	
Vehículo: VOLKSWAGEN GOLF GTI 2.0 Matricula: WVVZZZ1KZ9W140036 Probador: CCICEV (W.T)						Motor Otto / Con turbo (refrig. por aire) Caja Manual			
P.D.3 DIN 4º MARCHA									
Fecha de la medición: 05.08.2013 (12:44)								Página 2	
Tabla de datos									
n [rpm]	v [mph]	P _{Rueda} [HP]	P _{Mot} [HP]	P _{Normal} [HP]	M _{Normal} [lb.ft]				
3043	50,3	44,8	65,9	90,6	156,3				
3773	62,3	6,7	34,2	47,0	65,5				
4621	76,3	73,3	109,2	150,2	170,7				
5374	88,8	144,9	190,2	261,6	255,6				
6038	99,7	171,2	227,6	313,8	272,9				
Valor mínimo		Valor máximo							

Anexo 7: Datos prueba de frenado

Auto		Auto	
Nombre/Empresa:		Matrícula:	VOLKSWAGEN GOLF GTI
Calle:		Kilometraje:	
C.P. Ciudad:		Matriculación:	/ /
Teléfono:		Fabricante:	
Fecha de prueba:	05/08/2013	Tipo de Vehic.:	
Hora de prueba:	13:29	Nº chasis:	
Estado de carga:		Cantidad de ejes:	2

MAHA - Prueba de Frenado

Auto				
Eje Delantero				
Medición de eje				
Fuerza Frenado:	Izq.	Der.	Total Eje	Dif.
Resist. Rodadura:	0,27 kN	0,32 kN		
Fuerza Frenado máx.:	3,86 kN	3,91 kN	7,77 kN	1 %
Ovalidad:	10 %	12 %		
Peso eje estático:	450 kg	440 kg	890 kg	2 %
Peso eje dinám.:	487 kg	471 kg	958 kg	3 %
Eficacia	Izq.	Der.	Total Eje	Diferencia
Eficacia estática:	87 %	91 %	89 %	4 %
Eficacia dinámica:	81 %	85 %	83 %	5 %
Fuerza de pedal	--- N	--- N		
Freno Estacionamiento				
Medición de eje				
Fuerza Frenado:	Izq.	Der.	Total Eje	Dif.
Resist. Rodadura:	0,18 kN	0,28 kN		
Fuerza Frenado máx.:	1,17 kN	1,30 kN	2,47 kN	10 %
Ovalidad:	7 %	8 %		
Peso eje estático:	---- kg	---- kg	---- kg	--- %
Peso eje dinám.:	---- kg	---- kg	---- kg	--- %
Eficacia	Izq.	Der.	Total Eje	Diferencia
Eficacia estática:	--- %	--- %	--- %	--- %
Eficacia dinámica:	--- %	--- %	--- %	--- %
Fuerza de pedal	--- N	--- N		
Eje Trasero				
Medición de eje				
Fuerza Frenado:	Izq.	Der.	Total Eje	Dif.
Resist. Rodadura:	0,19 kN	0,29 kN		
Fuerza Frenado máx.:	1,91 kN	1,81 kN	3,72 kN	5 %
Ovalidad:	16 %	13 %		
Peso eje estático:	290 kg	260 kg	550 kg	10 %
Peso eje dinám.:	280 kg	242 kg	522 kg	14 %
Eficacia	Izq.	Der.	Total Eje	Diferencia
Eficacia estática:	67 %	71 %	69 %	6 %
Eficacia dinámica:	70 %	76 %	73 %	8 %
Fuerza de pedal	--- N	--- N		

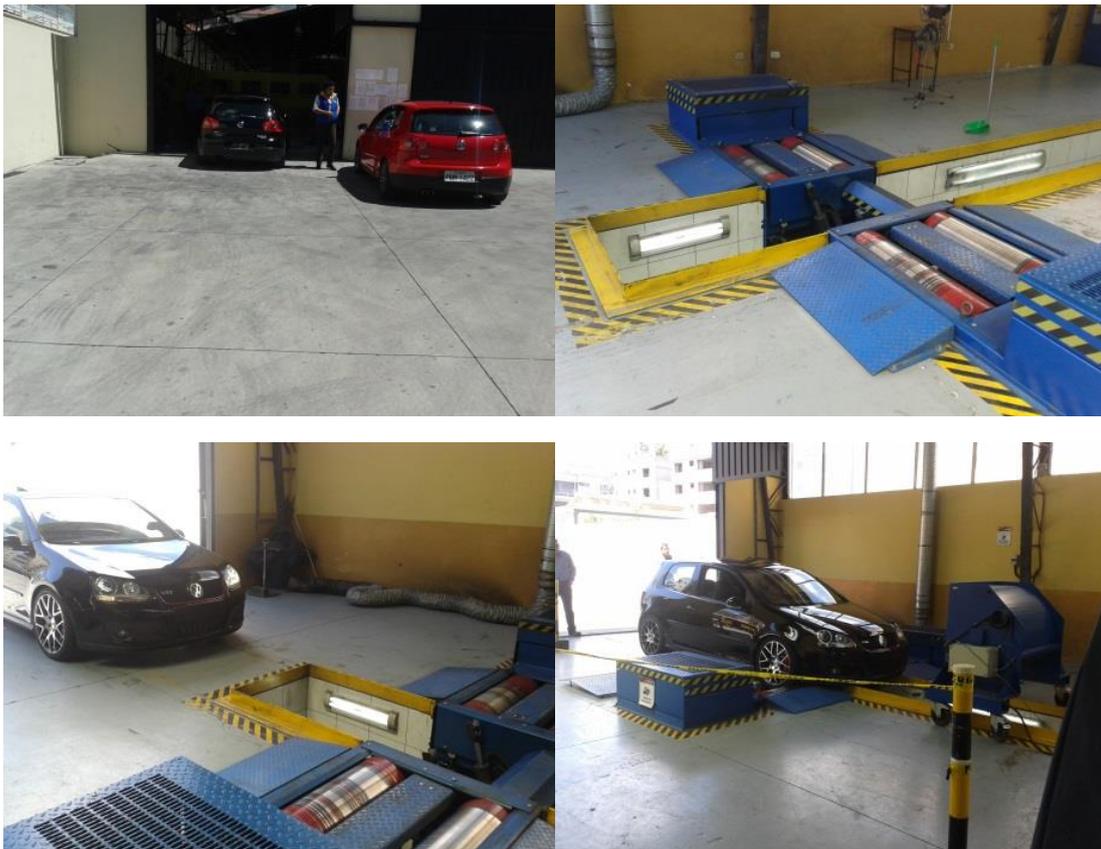
Inspector::	Firma:
-------------	--------------

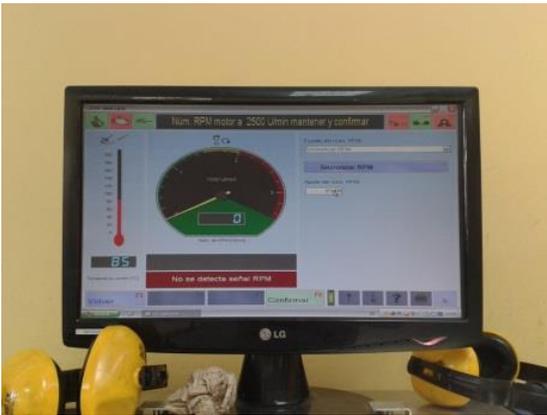
Anexo 8: Inversión del Proyecto

COMPONENTE	PRECIO
Kit Turbo Garrett	\$ 5500
Kit Intercooler Garrett	\$ 1800
Turbo Timer Apexi	\$ 95
Reloj Mezcla Aire/Combustible DBXR	\$ 135
Sistema de Escape MagnaFlow	\$ 950
Suspensión D2	\$ 1800
Kit embrague y volante SPEC	\$ 2000
Kit Frenos Brembo	\$ 4500
TOTAL	\$ 16780

(Autores, 2013)

Anexo 9: Fotos pruebas de potencia y frenado





(Autores, 2013)

Anexo 10: Fotos Volkswagen GTI modificado



(Autores, 2013)

10 GLOSARIO

Acción servo. Acción de frenado en la cual una zapata se utiliza para aumentar la fuerza de aplicación de la otra. Esta acción proporciona una elevada fuerza de aplicación de frenado sin requerir un esfuerzo muy fuerte del pedal por parte del conductor.

Acelerador. Mecanismo que controla el flujo de la mezcla aire-combustible al múltiple de admisión.

Alineamiento. El ajuste de los componentes para colocarlos en una posición predeterminada. En general, se considera como una combinación del caster, camber y toe-in.

Altura de la suspensión. La distancia desde un punto determinado en el vehículo a la superficie del piso.

Amortiguador. Dispositivo que se utiliza para suavizar las oscilaciones de un muelle.

Área de contacto. La parte de un neumático que está en contacto con el piso en un momento dado.

Asbesto. Mineral no inflamable, resistente al calor; se utiliza para fabricar pastillas para frenos y discos de embragues.

Bancos para vehículos. Soporte tipo pedestal para sostener un vehículo cuando ya ha sido elevado del piso.

Bimetálico. Fabricado con dos metales diferentes.

Bujía. Artefacto que proporciona a la cámara de combustión un salto de chispa para encender la mezcla aire-combustible.

Brembo. Es una multinacional italiana fundada en 1961 que se dedica a fabricar discos de freno para automóviles deportivos de lujo.

Caballo de fuerza. (HP) Esta unidad de medida corresponde a una unidad de potencia, que en el sistema métrico corresponde al equivalente de la fuerza que se necesita para levantar 1 libra a 550 pies de altura en 1 segundo.

Calibrador. Herramienta ajustable de medición con precisión.

Calor: Energía que pasa de un cuerpo a otro y es causa de que se equilibren sus temperaturas.

Caliper. Dispositivo de accionamiento de un freno de disco. Accionado hidráulicamente para forzar a las pastillas de frenos a hacer contacto con el disco de freno.

Cañería de frenos. Tubería especial rígida y de acero que se utiliza para transmitir presión en la parte hidráulica de un sistema de frenos.

Centro de gravedad. El punto del vehículo alrededor del cual el peso del mismo está distribuido en forma uniforme. El punto de balance.

Ciclo de cuatro tiempos. Término utilizado para describir la operación de ciertos tipos de motores de combustión interna. Los tiempos indican las acciones que ocurren en cada movimiento del pistón: 1) admisión, 2) compresión, 3) explosión y potencia, y 4) escape.

Cilindro. Orificio en el cual se aloja y se mueve el pistón.

Cilindro maestro. Parte del sistema hidráulico de frenos que convierte la fuerza desarrollada por el conductor en presión hidráulica.

Coeficiente de fricción. Una medición relativa de la fricción desarrollada entre dos objetos que hacen contacto entre sí.

Compresor de muelles. Herramienta para comprimir un resorte de espiras con objeto de permitir su extracción e instalación.

Convergencia (Toe-in). Condición en la cual la parte delantera de las ruedas de un eje común está más cerrada que la parte posterior.

Combustión. Encendido y combustión rápida de combustible.

Conjunto del embrague. El conjunto del plato opresor de embrague, el disco de embrague y el ruliman de embrague que actúan para conectar y desconectar un embrague.

Convertidor catalítico. Una cámara en el sistema de escape que contiene un catalizador que reduce la cantidad de gases de escape no combustionados.

D2 Suspensiones. Con más de 16 años en el mercado, es una marca especializada en el desarrollo y producción de suspensiones de alto rendimiento para uso deportivo y amateur.

Detonación. Combustión violenta de la mezcla de aire-combustible en un cilindro.

Diagnosis. Proceso científico para determinar las causas de problemas.

Disco de embrague. El miembro impulsado por el plato de accionamiento que conecta y desconecta al volante de inercia para transferir el movimiento rotatorio hacia la transmisión.

Disco de freno. Disco que se fija a una rueda o maza para proporcionar la superficie de fricción de un sistema de frenos.

Disco ventilado. Disco de freno que tiene integrado de fabricación aletas y orificios fundidas entre sus superficies de fricción.

Disipación del calor. Transferencia de calor por lo general al aire.

Divergencia (Toe-out). Condición en la cual la parte delantera de las ruedas de un eje común está más separada que la trasera.

DOHC. Árbol de levas doble ubicado en el cabezote.

DOT. Departamento de transporte.

Downpipe. Parte del escape que sale del turbo hacia la tubería de escape.

ECU. Electronic Control Unit (en Inglés), es una computadora que controla todos los sistemas OBD dentro del vehículo.

Émbolo (del cilindro maestro). Varilla que transmite el movimiento y fuerza del pedal de frenos al pistón del cilindro maestro.

Embrague. Un artefacto de fricción que se utiliza para conectar y desconectar el motor de la transmisión.

Empaque o junta. Lámina de material para forrar o empaclar, intercalada entre dos partes con el fin de obtener una unión a prueba de fugas.

Estabilidad. Propiedad de un cuerpo que le permite, al ser sacado de una condición de equilibrio o de movimiento uniforme, desarrollar fuerzas o tendencias para restaurarlo a su condición original.

Filtro. Artefacto filtrador que elimina materias extrañas sea en gasolina, aceite y aire.

Freno de disco. Sistema de frenos que utiliza un disco conectado a la rueda. El vehículo disminuye la velocidad o se detiene cuando las pastillas de frenos se aferran y abrazan al disco por una acción de prensado.

Frenos hidráulicos. Frenos que se hacen funcionar por medio de presión hidráulica.

Fricción. La resistencia al movimiento entre dos objetos que están en contacto.

Garrett. Compañía que produce turbo cargadores de altas prestaciones.

Gato. Artefacto para subir un vehículo.

Grado. Unidad utilizada para medir ángulos. Es $1/360$ de un círculo. Se abrevia con el signo $^{\circ}$ colocado detrás de un número.

Hidráulica. La ciencia de la utilización de fluidos para transmitir fuerza y movimiento.

Higroscópico. Tendencia a absorber agua.

Inclinación de las ruedas delanteras (Camber). La inclinación hacia adentro o hacia afuera de una rueda. El ángulo formado por la línea central de la rueda y la verdadera línea vertical.

Inclinación eje delantero (Caster). La inclinación hacia delante o hacia atrás de la línea central del eje de la dirección. El ángulo formado por la línea central del eje de la dirección y la verdadera vertical visto lateralmente.

Inercia. La tendencia de un cuerpo estacionado a permanecer estacionario y la tendencia de un cuerpo en movimiento a seguir moviéndose.

Intercooler. Un intercambiador (radiador) aire-aire o aire-agua que se encarga de enfriar el aire comprimido por el turbocompresor o sobre alimentador de un motor de combustión interna.

Ley de Pascal. Ley básica de la hidráulica: "Cuando se ejerce una presión sobre un líquido confinado, la presión se transmite en forma igual y en todas las direcciones sin perder intensidad."

Líquido de frenos. Líquido especial que se utiliza en los sistemas hidráulicos de frenos.

Llave Allen. Herramienta de forma hexagonal que encaja en el orificio de la misma forma hexagonal de un perno o tornillo.

Llave de purga. Una válvula para drenar.

Llave purgadora. Herramienta utilizada para abrir las válvulas purgadoras.

Lubricante. Cualquier material, por lo general líquido o semilíquido, que reduce el rozamiento cuando se le coloca entre partes en movimiento.

MagnaFlow. Es un fabricante de piezas y accesorios de escape ubicado en Rancho Santa Margarita, California.

Manguera de frenos. Tubo flexible que se usa para transmitir presión en la parte hidráulica de un sistema de frenos.

Manguera purgadora. Trozo de manguera de hule que se utiliza para purgar los frenos.

Micrómetro. Instrumento de precisión para medidas lineales.

Milímetro. Unidad métrica equivalente a 0.039370 de pulgada. Por lo general, se abrevia con mm, como en 1 mm.

Minuto. Medida angular igual a 1/60 de grado. Generalmente se encuentra abreviado por un apóstrofe en seguida de un número, como en 30'.

Modificación. Cambiar o mejorar lo original por algo de mejor calidad.

Motor. Artefacto que convierte la energía del calor en energía mecánica.

Motor de arranque: motor eléctrico auxiliar que pone en marcha a otro, generalmente de combustión interna.

Motor en línea. Motor cuyos cilindros están colocados en una sola línea.

Múltiple de admisión. Sistema de conductos que conecta el inyector con cada uno de los cilindros de un motor.

Múltiple de escape. Sistema de conductos que conectan cada cilindro del motor con el tubo de escape.

Panal. Sección tubular de un radiador en la cual el refrigerante transfiere su calor al aire.

Pastillas de freno. Material de fricción que se adhiere al disco de la ruedas.

Pedal alto. Condición que se presenta cuando los frenos se aplican al presionarse sólo ligeramente el pedal del freno.

Pedal bajo. Condición en la cual el pedal del freno tiene que realizar un recorrido muy largo o quedar muy pegado al piso para aplicar los frenos.

Pedal suave o flojo. La sensación de suavidad que se siente cuando se oprime el pedal del freno y cuando hay aire en el interior del sistema de frenos.

Peso bruto. El peso de un vehículo con su dotación completa de combustible, aceite y refrigerante pero sin conductor, ni pasajeros ni equipaje.

Pie-libra. Unidad de medida del momento o par de torsión. Un pie-libra es el momento que produce una fuerza de una libra aplicada a un brazo de palanca de 12 pulgadas de largo.

Pistón. Émbolo movable que encaja en un cilindro.

Plato opresor de embrague. Parte enresortada del conjunto de embrague que mantiene el disco de embrague en contra del volante de inercia del motor.

Potencia: Se define potencia como la rapidez a la cual se efectúa trabajo, o bien, como la rapidez de transferencia de energía en el tiempo.

Presión. Magnitud de la fuerza aplicada a un área definida. Se mide en libras por pulgada cuadrada.

Presión atmosférica. Presión ejercida por el peso de la atmósfera; 14.7 psi a nivel del mar.

PSI. Abreviación en Inglés que significa libras por pulgada cuadrada y que sirve para medir presiones.

Punto de ebullición. La temperatura exacta a la cual un líquido se convierte en vapor.

Purgar. Procedimiento por el cual se purga o extrae el aire de un sistema hidráulico.

Radiador. Intercambiador de calor que permite que el calor en el refrigerante sea trasladado al aire.

Ralentí. Régimen mínimo de revoluciones por minuto en el funcionamiento de un motor.

Rango de calor. Rango de temperaturas operacionales de una bujía.

Rango de octanaje. Medición de la capacidad de un combustible para ser resistente a la detonación.

Rebote. El movimiento de un muelle o resorte que es liberado súbitamente después de haber sido comprimido. La descarga o liberación de energía por un resorte comprimido.

Refrigeración: Sistema o dispositivo que se utiliza para refrigerar (hacer más fría una habitación u otra cosa).

Refrigerante. Mezcla de agua y anticongelante que se utiliza en el sistema de enfriamiento.

Rendimiento. Proporción entre el producto o el resultado obtenido y los medios utilizados.

Reserva o depósito. Área de almacenamiento.

Resistencia. La suavidad o dureza de un muelle. La carga que se requiere para hacer que un muelle o resorte deflexionen una pulgada (2.54 cms).

RPM. Revoluciones por minuto.

SAE. Siglas de Sociedad de Ingenieros Automotrices (en Inglés).

Secuencia de torsión. El orden en el cual deben apretarse una serie de pernos o tuercas.

Sensor MAP. Mass Air Pressure (en Inglés), es un sensor que mide la presión de aire en la admisión.

Silenciador. Artefacto que se utiliza para silenciar el ruido de los gases de escape de un motor.

Sistema combinado de frenos. Sistema doble de frenos que utiliza los frenos de disco en las ruedas delanteras y los de tambor en las traseras.

Sistema doble de frenos. Sistema de frenos que utiliza dos sistemas hidráulicos separados.

SPEC. Marca especializada en producir y comercializar partes de embrague de alta fabricación.

Supercargador. Artefacto que introduce a presión la mezcla aire-combustible en el múltiple de admisión.

Suspensión independiente. Sistemas de suspensión en los cuales una rueda de un lado del vehículo puede moverse verticalmente sin afectar la rueda del otro.

Tapón de presión. Tapón del radiador diseñado para retener parte de la presión ejercida por el refrigerante que se calienta.

Temperatura: Magnitud física que expresa el grado o nivel de calor de los cuerpos o del ambiente. Su unidad en el Sistema Internacional es el kelvin (K).

Termostato. Válvula operada por la temperatura que controla el paso del refrigerante en un sistema de enfriamiento.

Tolerancia. Variación aceptable, por lo general anotada en el renglón de extremos de una especificación.

Torque: se llama torque o momento de una fuerza a la capacidad de dicha fuerza para producir un giro o rotación alrededor de un punto.

Transmisión: Conjunto de mecanismos que comunican el movimiento de un cuerpo a otro, alterando generalmente su velocidad, su sentido o su forma.

Tubo de escape. Tubería para la salida de gases de escape.

Turbosupercargador. Supercargador impulsado por la presión de los gases de escape.

Vacío. Presión inferior a la presión atmosférica.

Viscosidad. Medida de la habilidad de flujo de un líquido.

Volante de inercia. Rueda conectada al eje del cigüeñal.

Volkswagen. Con sede en Wolfsburg, es uno de los grupos líderes de automoción en el mundo.

Wastegate. Válvula que desvía los gases de escape directamente a la salida para evitar la sobre presión en el turbo compresor.

11 ÍNDICE

B

Brembo, 12, 14, 15, 74, 75, 76, 77, 86, 87, 88, 98, 102, 112

D

D2, 12, 14, 69, 71, 72, 73, 98, 103

G

Garrett, 11, 14, 52, 53, 54, 57, 58, 59, 60, 61, 98, 104
Golf GTI, 51, 58, 66, 69, 74, 94, 95

I

intercooler, 18, 21, 22, 58, 59, 62, 63, 92

M

MagnaFlow, 11, 14, 66, 67, 68, 98, 106
modificaciones, 9, 16, 17, 79, 81, 82, 83, 84, 92

P

potencia, 9, 17, 18, 51, 58, 66, 78, 79, 80, 81, 82, 91, 94, 95, 96, 98, 102, 107

R

rendimiento, 9, 16, 17, 58, 61, 66, 69, 74, 78, 80, 89, 90, 103

S

sistemas, 9, 16, 17, 36, 43, 66, 74, 104, 105, 109
SPEC, 11, 14, 15, 61, 62, 65, 84, 85, 98, 109

T

torque, 54, 55, 61, 83, 84, 91, 94, 95, 96, 109
turbo, 11, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 66, 89, 91, 92, 104, 110

V

Volkswagen, 19, 20, 21, 22, 23, 51, 52, 58, 66, 69, 74, 78, 86, 94, 95, 100, 110

12 BIBLIOGRAFÍA

AFCO Racing. (15 de Octubre de 2010). *Understanding Brake Fluid*. Recuperado

el 15 de Abril de 2013, de AFCO Racing:

http://afcoracing.com/tech_pages/fluid.shtml

Alonso, J. (1998). *Técnicas del AUTOMÓVIL*. Madrid: Paraninfo.

Aparicio, F., & Vera, C. (2001). Teoría de los vehículos automóviles 2. 69.

AutoMD. (13 de Octubre de 2010). *How to Check the Brake Fluid Level*.

Recuperado el 15 de Julio de 2013, de Auto MD:

<http://www.automd.com/596/how-to-check-the-brake-fluid-level/>

AutoMD. (12 de Octubre de 2010). *How to Flush Brake Fluid*. Recuperado el 15

de Julio de 2013, de Auto MD: [http://www.automd.com/16/how-to-flush-](http://www.automd.com/16/how-to-flush-brake-fluid/)

[brake-fluid/](http://www.automd.com/16/how-to-flush-brake-fluid/)

Bleck, A. (29 de Noviembre de 2012). *La importancia del sistema de frenos en el*

automóvil. Recuperado el 11 de Julio de 2013, de Kmph:

<http://www.kmph.es/la-importancia-del-sistema-de-frenos-en-el-automovil/>

Brembo. (2013). *Brembo Brakes*. Recuperado el 2013, de www.brembo.com

Celis, E. (Abril de 2013). *Frenos de tambor*. Recuperado el 8 de Agosto de 2013,

de Automecanico: <http://www.automecanico.com/auto2036/rearb2.html>

Clavero, D. (26 de Abril de 2013). *¿Por qué se pierde potencia al coronar cimas*

como el Pikes Peak? Recuperado el 12 de Septiembre de 2013, de

Tecmovia: <http://www.tecmovia.com/2013/04/26/por-que-se-pierde-potencia-al-coronar-cimas-como-el-pikes-peak/>

Davis, A. (14 de Octubre de 2010). *Do I Need to Flush My Brake Fluid?*

Recuperado el 15 de Julio de 2013, de Trust My Mechanic:

http://www.trustmymechanic.com/brake_fluid_change.htm

Demere, M. (7 de Octubre de 2010). *Brake Fluid: Are DOT 3 and 4 Good Enough?*

Recuperado el 15 de Julio de 2013, de Valvoline:

<http://www.valvoline.com/car-care/automotive-system/brakes/ccr20081001v4>

Dixon, J. (1996). *Tires, suspension and handling*. Gran Bretaña: Society of Automotive Engineers.

Dixon, J. (1999). *The Shock Absorber Handbook*. Warrandale, PA, EEUU: SAE International.

Embragues Vía Web. (Junio de 2010). *Conocimientos básicos - Función del embrague*. Recuperado el 16 de Agosto de 2013, de Embragues Via Web: http://embraguesviaweb.com/recambios/productos/VOLKSWAGEN_GOLF%20V%201K|AJ_GOLF%20V%202004%20-%202009_2.0%20FSI_SPORTBACK%203%20PUERTAS_6%20VEL.%20MANUAL/Embrague%20--%20Kit%20de%20embrague

Frenos Auto Red. (23 de Noviembre de 2009). *Freno Hidráulico*. Recuperado el 26 de Julio de 2013, de Servicio de Frenos:

<http://www.serviciodefrenos.cl/2009/11/23/freno-hidraulico/>

- Gabatel, A. (26 de Enero de 2012). *Líquidos para frenos*. Recuperado el 11 de Julio de 2013, de Docstoc:
<http://www.docstoc.com/docs/111511288/L%EF%BF%BDquidos-para-frenos>
- García, D., Gaucha, A., Boada, B., & Díaz, V. (2009). Mejoras en el procedimiento de inspección del alabeo en discos de freno. 3, 25-32.
- Garzón, J. (17 de Julio de 2008). *Sistema de Embrague de Fricción*. Recuperado el 18 de Septiembre de 2013, de 8000 Vueltas:
<http://8000vueltas.com/2008/07/17/sistema-de-embrague-de-friccion-parte-1>
- Gerschler, H. (1985). *Tecnología del automóvil*. Barcelona: Reverté S. A.
- Gil Martínez, D. (2002). *Manual del Automóvil Reparación y Mantenimiento*. Madrid: Cultural S. A.
- Gillespie, T. (1992). *Fundamentals of Vehicle Dynamics*. Warrendale PA: Society of Automotive Engineers.
- Haggit, C. (Marzo de 2013). *What is DOT in Brake Fluid?* Recuperado el 24 de julio de 2013, de How Stuff Works: <http://auto.howstuffworks.com/auto-parts/brakes/brake-tests/how-to-check-brake-fluid2.htm>
- Kojima, M. (2002). *Honda/Acura Engine Performance*. New York: HPBooks.
- Kraft. (31 de Diciembre de 2009). *DOT - 4 ABS Líquido de Frenos*. Recuperado el 24 de Julio de 2013, de Docstoc:

<http://www.docstoc.com/docs/20867611/DOT---4-ABS-LIQUIDO-DE-FRENOS>

Kraft. (31 de Diciembre de 2009). *DOT – 5.1 Competition Líquido de Frenos*.

Recuperado el 24 de Julio de 2013, de Docstoc:

<http://www.docstoc.com/docs/20867648/DOT---5-1-COMPETITION-LIQUIDO-DE-FRENOS>

Kraft. (31 de Diciembre de 2009). *Super DOT -3 Líquido de Frenos*. Recuperado

el 24 de Julio de 2013, de Docstoc:

<http://www.docstoc.com/docs/20867652/SUPER-DOT-3-LIQUIDO-DE-FRENOS>

Mayz, E. (28 de Mayo de 2006). *Conocimientos Básicos*. Recuperado el 16 de

Agosto de 2013, de Automotriz:

<http://www.automotriz.net/tecnica/conocimientos-basicos-29.html>

Mecánica y Motores. (14 de Septiembre de 2012). *¿Qué es un turbocompresor?*

Recuperado el 11 de Julio de 2013, de Mecánica y Motores:

<http://www.mecanicaymotores.com/que-es-un-turbocompresor.html>

Mecánica y Motores. (4 de Marzo de 2013). *Motores Sobrealimentados*.

Recuperado el 11 de Julio de 2013, de Mecánica y Motores:

<http://www.mecanicaymotores.com/motores-sobrealimentados.html>

Milliken, F., & Milliken, D. (1995). *Race Car Vehicle Dynamics*. EEUU: SAE International.

Norauto. (2007). *Suspensión*. Recuperado el 9 de Julio de 2013, de Norauto:

<http://www.norauto.com.ar/moduloMecanicaProd01.php>

Pascott, P. (Junio de 2009). *How Does Brake Fluid Work?* Recuperado el 11 de

Julio de 2013, de HubPages: [http://puppascott.hubpages.com/hub/How-](http://puppascott.hubpages.com/hub/How-Does-Brake-Fluid-Work)

[Does-Brake-Fluid-Work](http://puppascott.hubpages.com/hub/How-Does-Brake-Fluid-Work)

Remling, J. (1987). *El Consultor Automotriz*. México D. F. : Limusa S. A.

San Zapata, J. (2013). *Diseño de Elementos de Máquinas I*. Piura: EUMED.

US Dept. of Transportation. (15 de Octubre de 2010). *Motor Vehicle Brake Fluids*.

Recuperado el 15 de Julio de 2013, de FMCSA:

<http://www.fmcsa.dot.gov/rules->

[regulations/administration/fmcsr/fmcsrruletext.aspx?section=571.116](http://www.fmcsa.dot.gov/rules-regulations/administration/fmcsr/fmcsrruletext.aspx?section=571.116)

Volkswagen of America. (2005). *The 2.0L FSI Turbocharged Engine Design and*

Function. Auburn Hills, MI 48326: Volkswagen Academy.

www.brembo.com

www.d2racing.com

www.goodridge.net

www.magnaflow.com

www.specclutch.com

www.turbobygarrett.com

www.volkswagen.com

