

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Ciencias e Ingenierías**

**Modificación de un sistema de frenos para competencia  
Trabajo de investigación**

**Danny Alexis León Chacón**

**Electromecánica Automotriz**

Trabajo de titulación presentado como requisito  
para la obtención del título de  
Licenciado en Electromecánica Automotriz

Quito, diciembre de 2015

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

COLEGIO DE CIENCIAS E INGENIRIAS

**HOJA DE CALIFICACIÓN DE  
TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Modificación de un sistema de frenos para competencia**

**Danny Alexis León Chacón**

Calificación:

Nombre del profesor, Título académico

Eddy Villalobos, Ing.

Firma del profesor

---

Quito, diciembre de 2015

## **DERECHOS DEL AUTOR**

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

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

Firma del estudiante: \_\_\_\_\_

Nombres y apellidos: Danny Alexis León Chacón

Código: 00073312

Cédula de Identidad: 1717212631

Lugar y fecha: Quito, septiembre 2015

## RESUMEN

En esta investigación se plantea el estudio del sistema de frenos de un vehículo Suzuki Forsa modelo 89, que ha sido modificado para competencias, en el cual se han realizado varios cambios en su diseño original, en el caso del sistema de frenos se realizó la sustitución del disco de freno original por uno de mayor diámetro y ventilado, lo que proporcionará una mayor disipación de la temperatura evitando que se cristalicen las pastillas al ser sometido a rigurosas pruebas de frenado; otra modificación que se realizó fue el cambio del líquido de freno por uno de mayor grado de ebullición que permitirá mantener una temperatura adecuada para el correcto funcionamiento de los frenos. En las ruedas posteriores las modificaciones que se desarrollaron fue cambiar los cilindros secundarios por unos de un mayor diámetro, que permite obtener una frenada más eficiente. Para respaldar esta investigación se utilizó fuentes bibliográficas y documentales que aportaron con conceptos e información científica acerca de los principios de funcionamiento del sistema de frenos, materiales de fabricación, así como las ventajas y desventajas de las modificaciones realizadas en el sistema de frenos del vehículo; Esto permitió desarrollar las estrategias más adecuadas para lograr el mejor desempeño del vehículo cuando es sometido a las pruebas de rendimiento y funcionamiento.

**PALABRAS CLAVES:** Suzuki forsa 89, Sistema de frenos, Discos ventilados, modificaciones, competencia, Líquido de frenos, Mayor grado de ebullición.

## **ABSTRACT**

In this research, the study of the brake system of a vehicle model 89 Suzuki Forsa, which has been modified for competitions, in which there have been several changes in its original design, in the case of replacement brake system performed arises original brake disc with a higher diameter and airy to provide greater heat dissipation avoiding the pills to crystallize when subjected to rigorous testing braking; other modification that was made was the change brake fluid with a higher degree of boiling it possible to maintain a suitable temperature for proper operation of the brakes. On the rear wheels changes which developed it was changed for a secondary cylinder of larger diameter, which allows a more efficient braking. To support this research bibliographical and documentary sources that provided with concepts and scientific information about the principles of operation of the brake system, manufacturing materials, and the advantages and disadvantages of the changes made to the brake system of the vehicle is used; This allowed to develop the most appropriate to achieve the best vehicle performance when subjected to performance testing and operation strategies.

**KEYWORDS: Suzuki Forsa 89, brakes, ventilated discs, changes, competition, Brake fluid, Mayor degree of boiling.**

## TABLA DE CONTENIDO

\_Toc432079844

<b>RESUMEN.....</b>	<b>4</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>5</b>
<b>TABLA DE CONTENIDO .....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS .....</b>	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS.....</b>	<b>9</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>10</b>
<b>1. DESARROLLO DEL TEMA.....</b>	<b>12</b>
1.1. Sistema de frenos .....	12
1.1. Elementos del sistema de frenos .....	14
1.1.1. Pedal de freno.....	14
1.1.2. Servo freno .....	15
1.1.3. La bomba principal.....	17
1.2.4. Cañerías de frenos .....	18
1.1.5. Disco de freno .....	19
1.1.6. Mordaza.....	20
<i>1.1.6.1. Estructura.....</i>	<i>20</i>
<i>1.1.6.2. Funcionamiento.....</i>	<i>20</i>
1.1.7. Tambor de freno .....	21
<i>1.1.7.1. Cilindro de freno de rueda.....</i>	<i>22</i>
1.1.8. Pastillas y zapatas de freno.....	22

1.1.9. Líquido de freno .....	24
<b>2. RESULTADOS.....</b>	<b>25</b>
2.1. Discos de frenos .....	26
2.2. Líquido de frenos .....	26
2.2.1. Características del líquido de freno DOT 5.1 .....	27
2.2.2. Cilindros secundarios .....	27
<b>3. CONCLUSIONES.....</b>	<b>29</b>
<b>4. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>30</b>
<b>5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>31</b>
<b>6. GLOSARIO .....</b>	<b>32</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro N° 1.</b> Materiales de fabricación de los forros de zapatas y pastillas .....	23
<b>Cuadro N° 2.</b> Discos de freno.....	26



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico N° 1.</b> Pedal de freno.....	15
<b>Gráfico N° 2.</b> Servo freno.....	16
<b>Gráfico N° 3.</b> Bomba principal de frenos .....	18
<b>Gráfico N° 4.</b> Cañerías de frenos.....	19
<b>Gráfico N° 5:</b> Discos de frenos.....	20
<b>Gráfico N° 6.</b> Mordaza de freno .....	21
<b>Gráfico N° 7.</b> Tambor de freno.....	22
<b>Gráfico N° 8.</b> Zapatas y pastillas de frenos .....	23
<b>Gráfico N° 9.</b> Líquido de freno.....	24

## INTRODUCCIÓN

El sistema de frenos de un vehículo puede ser considerado como uno de los complementos más importantes en el óptimo desempeño del automóvil, ya que representa el principal componente de seguridad al momento de transitar. En esta investigación se describen los componentes del sistema de frenos de un vehículo Suzuki Forza del año 89, que ha sido modificado para competencias, habitualmente este sistema es sometido un riguroso control y mantenimiento preventivo a fin de garantizar la seguridad del automóvil, así como la integridad de sus ocupantes.

En el caso de los vehículos de competencia están sometidos a altas exigencias y sus sistemas complementarios deben responder de forma eficiente en todo momento, esto se logra con la sustitución de elementos originales por piezas modificadas y mejoradas, como es el caso de los discos de frenos que fueron reemplazados por discos ventilados y de mayor diámetro, así como el uso de líquido de frenos de un grado más alto de ebullición.

En la primera parte de esta investigación se describe cada uno de los elementos que conforman el sistema de frenos, desde el pedal, servo freno, bomba principal, cañerías, mordazas, pastillas, tambor de frenos, zapatas y cilindros secundarios.

En la segunda parte se presentan los resultados que se han obtenido, donde se describen las ventajas y desventajas de la utilización de los discos ventilados, las propiedades de líquido de freno DOT 5.1 que se utiliza en este vehículo, así como la sustitución de los cilindros secundarios en el tambor de frenos.

Finalmente se señalan las conclusiones y recomendaciones que se han obtenido a través de toda la investigación, la que se desarrolló utilizando información bibliográfica y documental que respaldan cada concepto y teoría utilizada. A continuación se presenta el desarrollo de la investigación con la descripción de cada uno de los elementos que conforman el sistema de frenos del Suzuki Forza.

# 1. DESARROLLO DEL TEMA

## 1.1. Sistema de frenos

El sistema de frenos de un vehículo es el elemento que cumple una de funciones más indispensables, visto en términos de seguridad es el elemento más importante del vehículo, el mismo que debe ser sometido constantemente a mantenimiento preventivo, para que se encuentre siempre en las mejores condiciones de funcionamiento, y responder a de manera eficiente a todas las condiciones donde sea requerido. El sistema de frenos está diseñado para que a través del funcionamiento de sus componentes se pueda detener el vehículo a voluntad del conductor. La base del funcionamiento del sistema principal de frenos es la transmisión de fuerza a través de un fluido que amplía la presión ejercida por el conductor, para conseguir detener el vehículo con el mínimo esfuerzo posible.

*“El sistema de frenado se encarga de ralentizar o detener el vehículo cuando sea necesario, y en las mejores condiciones; y además, permite mantener el vehículo parado mediante el freno de estacionamiento”.* (Ortega & Del Hoyo, 2009, pág. 2) Contar con un sistema de frenos eficientes garantiza la seguridad del vehículo, y de los ocupantes, y para que eso ocurra es necesario que se cumpla con especificaciones de técnicas tanto de fabricación como de mantenimiento, así mismo.

Entre las características que se pueden mencionar están.

- **Eficacia.** Detener el vehículo en un tiempo mínimo y sobre una distancia mínima.
- **Estabilidad.** Conservando la trayectoria del vehículo.

- **Progresividad.** Con un frenado proporcional al esfuerzo del conductor.
- **Confort.** Con un esfuerzo mínimo para el conductor. Como principio básico lo describiríamos como la manera de crear una fuerza que se opone al avance del vehículo pero teniendo en cuenta 3 factores:
  - **Mecánico.** Es aquel en el que interviene el conductor al pisar el freno y que hace al sistema funcionar.
  - **Físico.** Se trata de la adherencia del vehículo al terreno y puede variar por: Peso del vehículo, características y estado de los neumáticos. naturaleza y estado del terreno por el que circulamos.
  - **Fisiológico.** Se trata del tiempo de reflejo del conductor. Este tiempo es variable según los conductores (presenta un promedio de 0,75 segundos), influye directamente en la distancia de frenado. (Ortega & Del Hoyo, 2009, pág. 2)

Los componentes del sistema de freno permiten que se cumplan cada una de las características de este mecanismo del automóvil, como eficacia, estabilidad, progresividad y confort, y a la vez son sinónimo de seguridad. En esta investigación se realizará una modificación en el sistema de frenos de un Suzuki Forza modelo 89 que ha sido preparado para competencias, con el fin de mejorar la eficacia del sistema de frenos.

A continuación se describe el funcionamiento y estructura del sistema de frenos del vehículo mencionado, que está compuesto por un sistema de frenos mixto, es decir tambor y disco de accionamiento hidráulico, y mecánico para el freno de estacionamiento. Los elementos que componen el sistema de frenos son: pedal, servo freno, bomba principal o cilindro maestro, cañerías, mordaza, discos, cilindros secundarios, tambor y zapatas; que son los elementos encargados de disminuir paulatinamente la trayectoria del vehículo.

## **1.1. Elementos del sistema de frenos**

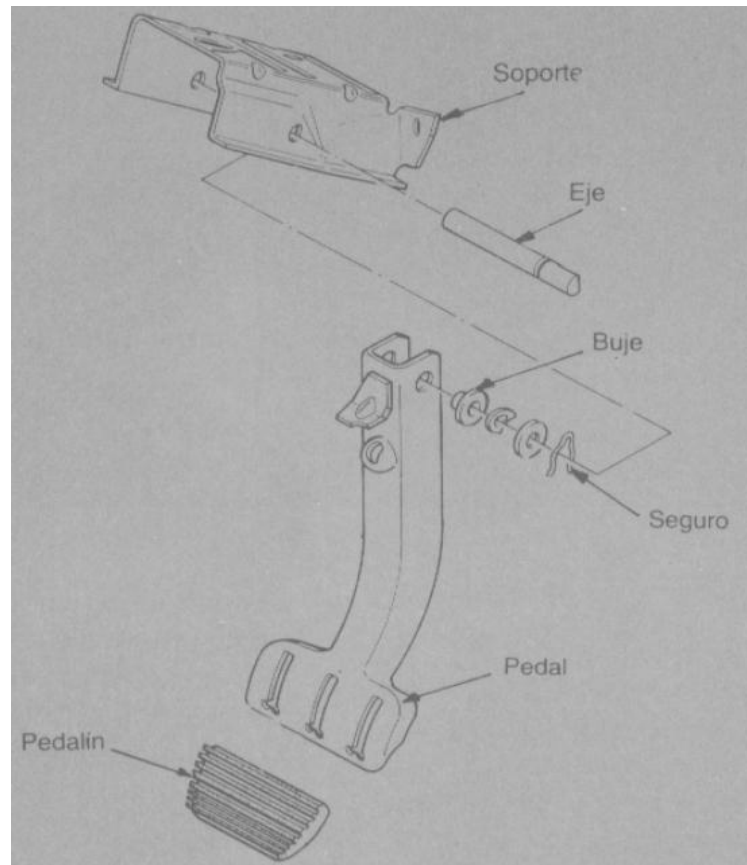
La base del funcionamiento del sistema principal de frenos es la transmisión de fuerza a través de un fluido que amplía la presión ejercida por el conductor, con el propósito de detener el vehículo con el mínimo esfuerzo posible. El sistema de frenos se constituye por dos sistemas:

- El sistema que se encarga de frenar el vehículo durante su funcionamiento normal (funcionamiento hidráulico).
- El sistema auxiliar o de emergencia que se utilizará en caso de inmovilización o de fallo del sistema principal (funcionamiento mecánico). (Martínez & Romero, 2012, pág. 34)

### **1.1.1. Pedal de freno**

El pedal de freno es el elemento que permite al conductor del vehículo accionar al sistema según las necesidades de frenado. Una condición esencial que el pedal de freno debe brindar es una adecuada relación entre de palanca para proporcionar el más correcto balance entre carrera de accionamiento y fuerza que se aplica.

En este caso se trata de un pedal del tipo colgante cuya disposición es una palanca de segundo género, es decir, el vástago de accionamiento del servofreno se encuentra en un punto intermedio entre el eje pivote del pedal y el punto de aplicación de la fuerza que hace el conductor con el pie. En algunos casos el pedal forma parte de un conjunto denominado pedalera que en algunos casos está conformado por 2 o 3 palancas de accionamiento individual que permiten el manejo de los principales sistemas del automóvil.

**Gráfico N° 1. Pedal de freno**

**Fuente:** Manual de taller Sierra (2005)

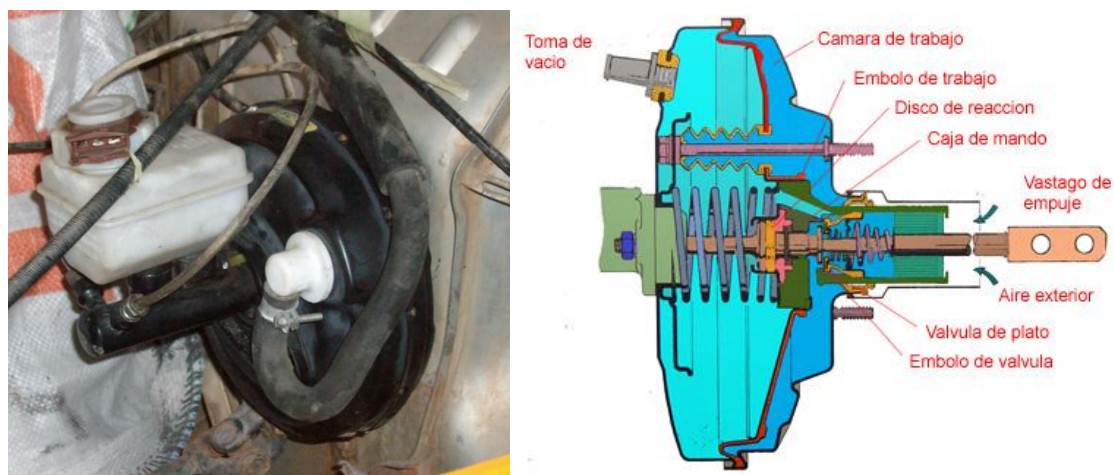
### 1.1.2. Servo freno

Este elemento se utiliza en el vehículo para ayudar al conductor en la acción de frenado. El servofreno se suma a la fuerza ejercida por el conductor sobre el pedal de freno, con el fin de mejorar la frenada, funciona por medio del vacío generado en el colector de admisión del propio motor del vehículo. En los motores Otto este vacío es suficiente para el funcionamiento del servofreno, pero en los motores Diesel, la depresión reinante en el colector de admisión no es suficiente y se necesita de una bomba de vacío auxiliar.

La función que cumple el servofreno es la de producir un efecto multiplicador de la fuerza aplicada por el conductor del vehículo sobre el pedal de freno. El sistema de servofreno se basa en el aprovechamiento de la depresión que se produce en el múltiple de admisión del motor, el cual se halla comunicado con la cámara anterior de vacío del servofreno a través de una manguera y una válvula de retención que permite mantener el vacío en el servo aun cuando en el múltiple de admisión reine presión atmosférica. (Ortega & Del Hoyo, 2009)

A través de este dispositivo se reduce la presión el pedal que debe ejercer el conductor con el fin de reducir y detener la marcha del vehículo. Con el avance tecnológico los vehículos aumentaron de tamaño al igual que la potencia, lo que provocaría el incremento en la velocidad de circulación y para que el frenado sea efectivo se desarrolló el servofreno que ayudado con el vacío del motor ya no es necesaria la presión excesiva en el pedal del freno.

**Gráfico N° 2.** Servo freno



**Fuente:** google.com.ec

El servofreno está compuesto básicamente por dos cámara separadas entre ellas por una pared móvil y un sistema de válvulas que permiten la comunicación entre una de esas cámaras y el exterior, si se está aplicando un esfuerzo en el pedal de freno, al deja de aplicar presión el



sistema se encuentra en posición de reposo. La estanqueidad entre estas cámaras y el exterior debe asegurarse en todo momento, únicamente permitiendo el paso de vacío por la válvula atmosférica, ya que la existencia de fugas provocaría la pérdida de asistencia en el momento de la frenada en el vehículo y el consiguiente riesgo de accidente.

### **1.1.3. La bomba principal**

Este elemento es el encargado de crear la fuerza necesaria para que los elementos de fricción frenen el vehículo al presionar el pedal de freno, desplazando los elementos interiores de la bomba, desarrollando la fuerza necesaria para detener el automóvil, básicamente, la bomba de freno es un cilindro con diversas aperturas donde se desplaza un émbolo en su interior, provisto de un sistema de estanqueidad y un sistema de oposición al movimiento, de tal manera que, cuando cese el esfuerzo, vuelva a su posición de reposo.

“La bomba o cilindro maestro es la encargada de generar la presión en el circuito hidráulico cuando el conductor pisa el pedal de freno. Transforma la fuerza de empuje aplicada sobre el pedal de freno en presión hidráulica”. (Dominguez & Ferrer, 2012, pág. 274) El funcionamiento de la bomba es más eficiente cuanto menor es el diámetro del cilindro. Debido a que genera mayor presión y envía menos caudal de líquido- Una bomba bien diseñada debe tener un recorrido suficiente que no sea excesivo que evite que el pedal llegue hasta el fondo y que el conductor ejerza demasiada presión.

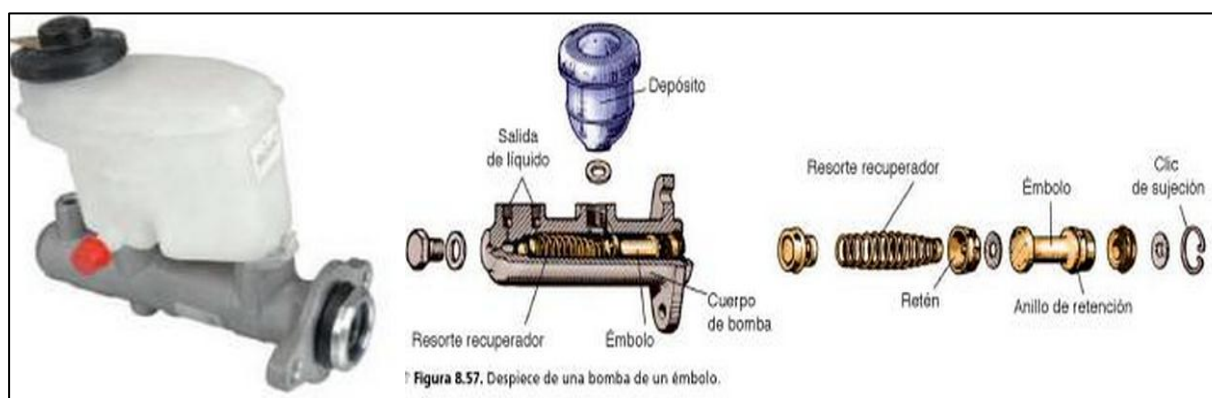
Las características de las bombas de freno son las siguientes

- El número de cámaras y émbolos.

- El tipo de retén de estanqueidad (fijo o flotante).
- Emplear o no válvula de presión residual.

La bomba de freno está constituida por los siguientes elementos, depósito de líquido, cuerpo de la bomba y cilindro, émbolos, retenes, y muelle recuperador.

**Gráfico N° 3.** Bomba principal de frenos



**Fuente:** (Dominguez & Ferrer, 2012, pág. 275)

#### 1.2.4. Cañerías de frenos

La instalación del circuito de frenos hidráulicos en los vehículos se une mediante cañerías. Según las normas existentes deberán emplearse cañerías de acero y muchas veces están recubiertas con polímero para resistir la corrosión; usualmente tienen un ánima nominal de 2,5 mm, y un diámetro externo de 4.5 mm. Las cañerías flexibles están construidas en capas, de los que el revestimiento, debe resistir al aceite mineral, y el externo a partículas duras y daños producido por piedras, agua, sal y demás contaminantes que puedan existir en la carretera. El producto que se utiliza es un polímero de mezcla de etileno propileno dieno. (Manual tecnico de la pastilla de freno, 2009, pág. 17)

Las cañerías deben soportar la presión interna del fluido al momento de presionar el pedal, al igual que los factores externos como golpes, temperatura, o torceduras que pueden deteriorar la cañería y poner en riesgo la seguridad del conductor y de los ocupantes.

**Gráfico N° 4.** Cañerías de frenos



**Fuente:** google.com.ec

### 1.1.5. Disco de freno

Los discos de freno son construidos en acero, su diseño puede ser macizo o con ranuras o perforaciones que sirven como medio de ventilación y refrigeración, para disipar el calor, las ranuras evacuan los residuos de las pastillas. En este caso el vehículo de estudio está conformado por disco de frenos macizos en su diseño original, sin embargo en las respectivas modificaciones que se realizan para los procesos de competencia se sustituyen con discos ventilados y de mayor diámetro para obtener un frenado más eficaz, ya que está provisto de un sistema de ventilación propio que garantiza un eficiente frenado, minimizando los riesgos de cristalización debido al exceso de temperatura.

**Gráfico N° 5:** Discos de frenos



**Fuente:** google.com.ec

### **1.1.6. Mordaza**

La presión hidráulica del cilindro principal actúa sobre el freno de disco de mordaza fija, que genera con ella la fuerza tensora para los forros de freno, ya que soporta los forros de freno apoya las fuerzas de freno y ajusta automáticamente la carrera de aflojamiento.

#### ***1.1.6.1. Estructura***

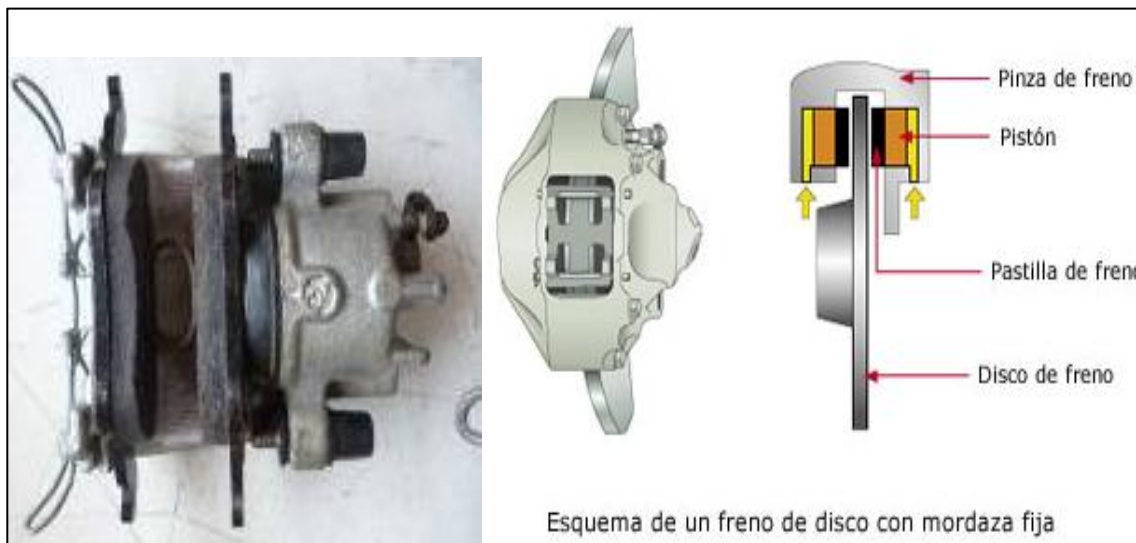
Las mordazas pueden ser un solo cuerpo o estar divididas en dos mitades, y en cada mitad se encuentra uno o dos émbolos que empujan las pastillas contra el disco de freno, los émbolos están montados con retenedores para evitar fugas del líquido al igual que están protegidos con guardapolvos para evitar que ingresen impurezas o humedad que pueden afectar el correcto funcionamiento del sistema.

#### ***1.1.6.2. Funcionamiento***

Durante el proceso de frenado actúa presión hidráulica del cilindro principal, a través de las cañerías sobre el o los émbolos situados en las mordazas, que genera así la fuerza de

presión para apretar las pastillas contra las superficies de fricción del disco de freno. La presión que llegue a los mordazas es graduable dependiendo de la fuerza aplicada al pedal de freno, Al liberar de presión al pedal de freno, el embolo del cilindro principal regresa de nuevo a su posición original, a causa de la fuerza de su muelle de compresión; los émbolos de las mordazas al no recibir presión regresan a su posición de origen liberando al disco para que vuelva a girar nuevamente. En el siguiente gráfico se muestra la estructura de la mordaza y su principio de funcionamiento.

**Gráfico N° 6.** Mordaza de freno



**Fuente:** [google.com.ec/search?q=mordaza](https://www.google.com.ec/search?q=mordaza)

### 1.1.7. Tambor de freno

Los frenos de tambor para generar las fuerzas de frenado en la superficie interior del mismo, utilizan un cilindro de freno de rueda, que actúa por ambos extremos y acciona las zapatas del freno, apretándolas contra las paredes del tambor. Las zapatas de freno se apoyan en el lado opuesto al cilindro de freno de rueda en un soporte fijado en el porta frenos;

mediante el cable y la palanca del freno de mano se puede accionar el freno de tambor como freno de estacionamiento. (Manual de servicio Bosch, 2003, pág. 46)

### ***1.1.7.1. Cilindro de freno de rueda***

Este elemento está fijado en el porta frenos del tambor, transmite a las zapatas de freno a través de la guarnición el émbolo y los pernos de presión, la presión generada en el cilindro principal y aprieta las zapatas contra el tambor de freno, y regresan a su posición de origen después de soltar el pedal freno, al igual que en el émbolo de las mordazas está protegido con guarda polvos a fin de evitar daños por impurezas o humedad.

**Gráfico N° 7.** Tambor de freno



**Fuente:** (Shiguano & Farinango, 2012, pág. 13)

### **1.1.8. Pastillas y zapatas de freno**

Los forros de freno están constituidos fundamentalmente por cuatro grupos de materiales, distinguiéndose las proporciones de esos grupos según el campo de aplicación y el coeficiente exigido de frotamiento por deslizamiento (coeficiente de adherencia. Así, por ejemplo, los forros de freno de disco de un vehículo de la categoría superior están constituidos de otra

manera que los forros de freno de tambor de un vehículo pequeño. (Manual de servicio Bosch, 2003, pág. 58)

Las zapatas y pastillas de freno tienen que mantener un coeficiente de rozamiento, que no altere sus funcionamiento al estar sometido a altas temperaturas, es por ello que con el paso del tiempo y el avance tecnológico se han innovado sus materiales de construcción, lo que ha permitido un mejor desempeño y eficiencia de frenado a altas prestaciones.

**Cuadro N° 1.** Materiales de fabricación de los forros de zapatas y pastillas

1 Grupo de materiales	Materiales	% en volumen
Metales	Lana de acero Polvo de cobre	14
Sustancias de raimo	Oxido de aluminio Polvo de mica Espato pesado Codo ferroso	23
Antigripantes	Sulfuro de antimonio Grafito Polvo do coque	35
Componentes Orgánicos	Fibra de aramida Polvo de relleno de resina Resina aglutinante	28

**Fuente:** (Manual de servicio Bosch, 2003, pág. 58)

**Gráfico N° 8.** Zapatas y pastillas de frenos



**Fuente:** (Manual de servicio Bosch, 2003, pág. 58)

### 1.1.9. Líquido de freno

El líquido de frenos sirve como medio hidráulico para la transmisión de fuerza en los sistemas de frenos, el mismo que debe cumplir requisitos muy estrictos a fin de que los frenos funcionen con eficiencia. “Las propiedades de los líquidos de frenos están establecidas en diferentes normas de contenido muy similar (SAEJ 1703, FMVSS116, IS04925)”. (Heinz, 2005, pág. 329) Los mismos que son abalados por el Department of Transportation (DOT), el líquido tiene la propiedad de absorber la humedad, y mantener un punto de ebullición alto a fin de garantizar la eficiencia del frenado, ya que se calienta el fluido y puede generar burbujas provocando una deficiencia en el frenado.

Gráfico N° 9. Líquido de freno



Fuente: [easy.cl/easy/ProductDisplay?mundo](http://easy.cl/easy/ProductDisplay?mundo)



## 2. RESULTADOS

El sistema de frenos en un vehículo relacionado a los aspectos de la seguridad representa el más importante, ya que a través de este se puede controlar la aceleración y des aceleración en la circulación del vehículo, para el desarrollo de esta investigación se han realizado dos modificaciones que proporcionaran un mejor desempeño en el vehículo preparado para competencia.

En relación al diseño original del vehículo se han modificado el diámetro del disco de freno, de 1/2 pulgada del disco swif conjunto calibre y pastillas swif marca multen y en la parte posterior en el tambor se cambiaron los cilindros por un diámetro mayor de 1/16. El líquido de freno a utilizar DOT 5.1. Marca A T

Disco de freno original por ventilado 1:d4

La modificación de los diámetros tanto en el disco como en los cilindros secundarios permitirán un mejor desempeño del sistema de frenos, en el caso de los discos al ser ventilados provocaran un frenado más efectivo, ya que las pastillas se encontraran siempre libres de restos o polvo, de igual manera la temperatura del disco se mantendrá en condiciones óptimas de frenado evitando que se cristalice por el excesivo calor, en relación al incremento del diámetro permite una mayor superficie de rozamiento entre el disco y las pastillas lo que representa una mayor efectividad en los frenos.

## 2.1. Discos de frenos

**Cuadro N° 2.** Discos de freno

Discos macizos		Discos ventilados	
Ventajas	Desventajas	Ventajas	Desventajas
Menor peso que los discos ventilados	Menor refrigeración que los discos ventilados	Mayor rango de enfriamiento a los discos que uno solido	Cuando llueve o hay niveles de agua altos el agua cruza de extremo a extremo de los discos provocando un mal frenado
Mejor eficiencia de frenado cuando llueve	Un solo disco que soporte la fuerza de frenado	El frenado es más rápido	Produce desgaste excesivo de las pastillas de freno
Menor desgaste de las pastillas	Ruidos producidos por restos de las pastillas	No se produce ruidos al frenar	Exceso de polvo de las pastillas alojado en las ranuras del disco

Fuente: (Club DSM Mexico, 2011, pág. 1)

Elaborado por: Danny León

## 2.2. Líquido de frenos

El sistema de frenos de un vehículo de competición está sometido a violentos frenados y alcanzan temperaturas muy elevadas. El líquido de freno convencional entraría en temperatura de ebullición muy tempranamente, lo que generaría una gran pérdida de potencia y eficacia de frenado. Es por ello que resulta necesario sustituir el líquido de origen por un líquido elaborado para la competición.

### **2.2.1. Características del líquido de freno DOT 5.1**

Una de las características del líquido de frenos con la denominación DOT 5 “varia del DOT 3 y DOT 4 en que su base no es mineral sino sintética.” (Mecanica Básica, 2012, pág. 2) Esta característica del DOT 5 no permite que se pueda mezclar con DOT 3 o DOT 4 lo que establece su utilización solo a vehículos de serie que vengan con esta especificación, de lo contrario se podría dañar por completo el sistema de frenos, el DOT 5 establece su ebullición cerca de los 260 grados centígrados.

En el caso del líquido de frenos DOT 5.1, no representa una variante significativa del DOT 5. Este es de la familia de Base Glicol como lo son los DOT 3 y DOT 4, su punto de ebullición se enmarca sobre los 270 Grados que lo hace superior a los anteriores, “este tipo de líquido también es higroscópico lo que genera que absorba húmeda.” (Mecanica Básica, 2012, pág. 2) Las propiedades del líquido de freno hacen referencia a su funcionalidad sobre el punto de ebullición ya sea en seco o mojado. Cuando se habla de ebullición en seco se quiere decir que el líquido no posee porcentaje de humedad alguno, y cuando se refiere al punto de ebullición en mojado quiere decir que el porcentaje higroscópico ya alcanzo el 3% y por esta humedad dentro del líquido su punto de ebullición desciende.

### **2.2.2. Cilindros secundarios**

Los trabajos que se realizaron en los tambores de freno para mejorar la eficiencia de frenado, fue sustituir los cilindros originales por cilindros de un mayor diámetro, que se incrementó en un 1/16.

Esta acción permite que se aloje una mayor cantidad de líquido en el cilindro, que al momento de presionar el pedal de freno provocara un mayor desplazamiento de las zapatas, y por consecuencia un mejor frenado; ya que al tener un mayor desplazamiento en el recorrido de las zapatas, se incrementará la presión que se genera contra las paredes del tambor.

A través de estas modificaciones que se han realizado al sistema de frenos del Suzuki Forsa, la eficacia y precisión del sistema de frenos tendrá un mejor desempeño, en relación al recalentamiento de pastillas y disco, se reducirá debido a la utilización de discos ventilados, las pastillas estarán libres de residuos y polvo, mientras que el líquido de freno fue cambiado por un de mayor grado de ebullición lo que mejora las condiciones del fluido de transmisión.

### 3. CONCLUSIONES

- La utilización de los discos ventilados mejora de manera significativa la eficacia del frenado, ya que incrementó el diámetro y la superficie de fricción, la misma que se encontrará libre de residuos o polvo de las pastillas ya que las perforaciones y ranuras evacuan los residuos del frenado.
- Los discos ventilados presentan varias ventajas sobre los discos macizos o sólidos, como son una mejor disipación del calor, una superficie de rozamiento sin residuos, y por ende una mayor eficacia de frenado sin embargo la utilización de este disco provoca un desgaste prematuro de las pastillas de freno, debido a la constante fricción de las ranuras.
- La utilización del líquido de freno de mayor grado de ebullición garantiza la eficacia del frenados ya que no permite que se generen burbujas debido a las altas temperaturas que provoca el frenado, adicional a estas propiedades tiene una gran resistencia a la humedad, así como deterioro mínimo de las elementos de caucho.
- La sustitución del cilindro secundario permitirá una mayor acumulación del líquido en su interior, lo que provocará un mayor desplazamiento de las zapatas al momento de presionar el pedal de frenos, ya que se producirá una mayor presión contra las paredes del tambor para proporcionar un frenado más adecuado.

## 4. RECOMENDACIONES

- Al realizar modificaciones a los vehículos de competencia se debe tomar en cuenta que los discos de freno ventilados provocan el desgaste más acelerado de las pastillas de freno, lo que resulta un inconveniente ya que necesitan ser remplazadas con mayor frecuencia.
- Desarrollar prácticas de innovación en tecnológica que permitan explotar las iniciativas de los estudiantes para generar tecnología propia, y de esta manera contribuir al desarrollo tecnológico del país, donde se involucre la participación de la institución y las autoridades de gobierno.
- Promover la exposición de nuevos proyectos de tecnología aplicada a la industria automotriz, y el desarrollo de prototipos que incorpore estas nuevas tendencias a fin de impulsar la producción de tecnología nacional.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Club DSM Mexico. (12 de Abril de 2011). *Frenos Ventilados ventajas y desventajas*.

Obtenido de <http://www.clubdsmmexico.com/project/archive/index.php/t-758.html>

Dominguez, E., & Ferrer, J. (2012). *Elementos y piezas del sistema de frenos (Sistemas de transmisión y frenado)*. Madrid: EDITEX.

Heinz, K. (2005). *Manual de la técnica del automóvil*. Alemania: Reverte.

Manual de servicio Bosch. (2003). *Sistemas de freno convencionales y electrónicos*. Reverte.

Manual tecnico de la pastilla de freno. (2009). *Manual tecnico de la pastilla de freno*.

Martínez, F., & Romero, D. (2012). *Preparación y repotenciación del motor de un vehículo Zuzuki Forza 993 cm<sup>3</sup> para competición*. Riobamba : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Mecanica Básica. (2012). *Líquido de frenos Ate Blue Racing Dot 4*. Obtenido de <http://www.mecanicabasicacr.com/frenos/liquido-de-frenos-ate-blue-racing-dot-4.html>

Ortega, J., & Del Hoyo, V. (2009). *Frenos*. EFA, Moratalaz.

Shiguano, L., & Farinango, P. (2012). *implementación de un tablero didáctico de un sistema de frenado hidráulico con accionamiento manual, control de parada y presión de frenado electrónico, para el laboratorio de la escuela de ingeniería automotriz de la ESPOCH*". Ribamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

## 6. GLOSARIO

**Desplazamiento.-** El desplazamiento hace mención al hecho de desplazar y a sus consecuencias. Este verbo, por otra parte, tiene diversos usos: puede referirse a moverse de lugar, sacar a alguien de una posición o viajar desde un sitio hacia a otro, entre otras cuestiones.

**Ebullición.-** Movimiento violento del agua u otro líquido, con producción de burbujas, como consecuencia del aumento de su temperatura o por estar sometido a fermentación o efervescencia.

**Embolo.-** Pieza de una bomba o del cilindro de un motor que se mueve hacia arriba o hacia abajo impulsando un fluido o bien recibiendo el impulso de él.

**Fricción.-** Del latín frictio, el término fricción deriva de friccionar. Este verbo refiere a frotar, restregar o rozar algo. Se conoce como fuerza de fricción a la que realiza una oposición al desplazamiento de una superficie sobre otra, o a aquella opuesta al comienzo de un movimiento.

**Guardapolvo.-** Resguardo que se pone sobre un objeto para impedir que se cubra o llene de polvo.

**Líquido de frenos.-** El líquido de frenos es un líquido hidráulico que hace posible la transmisión de la fuerza ejercida sobre el pedal de freno a los cilindros de freno en las ruedas de automóviles, motocicletas, camionetas y algunas bicicletas avanzadas.



**Mordaza.-** Elemento metálico sobre el cual se montan las pastillas, en el caso de un freno de disco.

**Muelle.-** Pieza elástica dispuesta en espiral, generalmente de metal, que se usa en ciertos mecanismos por la fuerza que desarrolla al recobrar su posición natural después de haber sido deformada (estirada, comprimida, doblada, etc.).

**Rozamiento.-** Es una fuerza que aparece cuando hay dos cuerpos en contacto y es una fuerza muy importante cuando se estudia el movimiento de los cuerpos. Es la causante, por ejemplo, de que podamos andar (cuesta mucho más andar sobre una superficie con poco rozamiento, hielo, por ejemplo, que por una superficie con rozamiento como, por ejemplo, un suelo rugoso).

**Servofreno.-** Mecanismo auxiliar que multiplica automáticamente el esfuerzo realizado por el conductor de un vehículo en el manejo del freno.

**Zapata.-** Pieza del freno de algunos vehículos que actúa por fricción contra el eje o contra las ruedas.