



# INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**Proyecto previo a la Obtención del Título de Ingeniero en  
Mecánica Automotriz**

**Autor:** Cesar Alfonso Ordoñez Vernaza

**Tutor:** Ing. Fernando Gómez Berrezueta

**Pruebas Mecatrónicas en Frenómetro según Parámetros de  
Revisión Técnica Vehicular. Caso de Estudio Chevrolet Aveo  
Family**



### **Aprobación del Tutor**

Yo, Fernando Gómez Berrezueta certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

---

Ing. Fernando Gómez Berrezueta, MsC.

Director de Proyecto

### **Certificación de Autoría**

Yo, Ordoñez Vernaza Cesar Alfonso, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada. Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

---

Ordoñez Vernaza Cesar Alfonso

C.I: 0953908738

## **Dedicatoria**

Este trabajo de titulación se lo dedico a mi madre Ana María Vernaza Paredes. Que gracias a su esfuerzo, dedicación y recursos que me supo brindar durante todo el transcurso de mi carrera, los cuales me han sido de mucha ayuda para poder alcanzar mis objetivos profesionales.

También dedico este trabajo a mi Dios padre y a toda mi familia, ya que, sin las fuerzas, el apoyo y los grandes valores que me supieron inculcar tampoco hubiese sido posible terminar con éxito esta gran etapa de mi vida.

*Cesar Alfonso Ordoñez Vernaza*

## **Agradecimiento**

Agradezco a mi Dios padre por haberme brindado las fuerzas que me han permitido culminar mi carrera profesional y saber que todo en esta vida es posible, siempre y cuando des todo de ti.

Agradezco de manera muy especial a mis padres, familiares y amigos por todo el apoyo y confianza brindado de manera incondicional durante todos estos años de mi carrera universitaria.

Muchas gracias.

*Cesar Alfonso Ordoñez Vernaza*

## Resumen

El sistema de frenos como es de conocimiento general es una parte indispensable para la seguridad vehicular, por tal razón la SGS que se encarga de la revisión técnica vehicular. Entre los parámetros que revisa para entregar el certificado de circulación se contempla el sistema de frenos, el mismo que debe cumplir con los parámetros establecidos para garantizar que el automotor pueda circular por las avenidas y carreteras del país, a través de pruebas mecánicas altamente calificadas, más un conjunto de parámetros de medición establecidos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). El proceso metodológico se desarrolla empleando la investigación documental y bibliográfica, a partir de este proceso se establecieron los referentes teóricos de las variables de investigación, con los datos obtenidos por medio de las pruebas mecánicas de frenómetro, se pudo describir las principales fallas que presenta el sistema de frenos del vehículo Chevrolet Aveo Family y que se puede establecer como las principales causantes por la que no aprueba la revisión técnica vehicular. A partir de la investigación de campo donde se realizó pruebas mecánicas al vehículo Chevrolet Aveo Family en el centro de revisión técnica vehicular se determinó el estado del sistema de freno en el cual se encontraba el vehículo, con estos datos se confirma que existe el 72% y 24% de eficacia de frenos de servicio en el eje delantero y posterior respectivamente, con relación al desequilibrio este representa el 3% y 8% en el eje delantero y posterior, por lo que se concluye que la eficacia total del freno de servicio equivale al 52% con respecto a la fuerza que actúa en las cuatro ruedas, la cual resulta insuficiente para garantizar un óptimo funcionamiento. Entre los principales resultados del proceso investigativo se determinó que los fallos en el sistema de frenos se dan por falta de mantenimiento y calidad de los materiales de repuestos que inciden de forma directa en fallos tales como pérdida de fuerza de frenado y desequilibrio de fuerza de frenado entre las ruedas de un mismo eje, que repercute en la eficacia total del freno de servicio.

**Palabras clave:** Frenómetro, sistema de frenos, eficacia, desequilibrio, centro de revisión, parámetros.



## Abstract

The brake system, as is generally known, is an essential part for vehicle safety, for this reason the SGS, which is in charge of the vehicle technical revision. Among the parameters reviewed to approve the circulation certificate one is the correct work of the brake system, It must comply with the parameters established to guarantee that the vehicle can circulate safe on avenues and highways of the country, highly qualified mechatronic tests, plus a set of measurement parameters established by the Ecuadorian Institute for Standardization (INEN) are carried out. The methodological process is developed using documentary and bibliographical research, from this process the theoretical references of the research variables were established, with the obtained data through the mechatronic tests of the brake meter was possible to determine the main faults present in the brake system of the Chevrolet Aveo Family vehicle and it was also established as the main causes for which it does not pass the vehicle technical review. For the field investigation mechatronic tests were carried out on the Chevrolet Aveo Family vehicle in the vehicle technical review center, the state of the brake system in which the vehicle was found was determined, with these data it is confirmed that there is 72% and 24% efficiency of service brakes on the front and rear axle respectively, in relation to the imbalance it represents 3% and 8% on the front and rear axle, so it is concluded that the total effectiveness of the service brake is equivalent 52% with respect to the force that acts on the four wheels, which is insufficient to guarantee optimal operation. Among the main results of the investigative process, it was determined that the failures in the brake system are due to lack of maintenance and quality of the spare parts materials that directly affect failures such as loss of braking force and braking force imbalance. between the wheels of the same axle, which affects the total effectiveness of the service brake.

**Key Word:** Brake tester, brake system, efficiency, unbalance, inspection center, parameters.

## Introducción

El sistema de frenos desde la invención del automóvil es uno de los sistemas más importantes de un vehículo. ¡Quizás el más indispensable! A nivel de apartado de seguridad, ya que se encarga de disminuir la velocidad del automóvil o de detener su marcha si es necesario.

En cada país hay entes reguladores encargados de garantizar a través de pruebas mecánicas altamente calificadas que todos los vehículos cumplan con los parámetros mínimos de funcionamiento del sistema de frenos, para poder circular por las avenidas y carreteras de sus respectivos países.

A partir de lo antes mencionado, el trabajo plantea la siguiente pregunta de investigación ¿Por qué los modelos de vehículo Aveo Family tienen constantes problemas de eficacia y desequilibrio en el eje posterior al momento de pasar la revisión técnica vehicular mecánica? Por lo que el objetivo de este proyecto de titulación es realizar el estudio técnico del sistema de frenos posterior del vehículo Chevrolet Aveo Family, identificando las condiciones que permitan el cumplimiento de los límites de la revisión técnica vehicular anual en la ciudad de Guayaquil.

Para llevar a cabo el estudio, el trabajo se lo ha distribuido en 4 capítulos. En el capítulo I “Planteamiento de Problema” se definen los objetivos específicos, hipótesis y la justificación teórica del proyecto. En el capítulo II “Marco Teórico” es para conocer el funcionamiento del equipo mecánico frenómetro utilizado en la revisión técnica vehicular del sistema de frenos, como sus respectivos parámetros de medición. En el capítulo III “Diseño de la Propuesta” se efectuaron encuestas que ayudaran a validar y sustentar la realización de este estudio, también normas a seguir antes y después de realizar la revisión técnica vehicular, entre otros. Finalmente, en el capítulo IV “Análisis de Resultados” son las conclusiones que obtenemos a través de las evaluaciones realizadas en el frenómetro del centro de revisión técnica vehicular,

permitiéndonos responder a la pregunta de la investigación y llevando a cabo los objetivos del proyecto.

## Índice General

Certificación de Autoría.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	ix
Introducción.....	x
Índice General.....	xii
Índice de Figuras.....	xv
Índice de Tabla.....	xvii
Capítulo I .....	1
Problema de la Investigación .....	1
1.1 Planteamiento del Problema.....	1
1.2 Formulación del Problema .....	2
1.3 Sistematización del Problema .....	2
1.4 Objetivos de la Investigación .....	2
1.4.1 <i>Objetivo General</i> .....	2
1.4.2 <i>Objetivos Específicos</i> .....	2
1.5 Justificación e Importancia de la Investigación .....	3
1.5.1 <i>Justificación Teórica</i> .....	3
1.5.2 <i>Justificación Metodológica</i> .....	3
1.5.3 <i>Justificación Práctica</i> .....	4
1.5.4 <i>Delimitación Temporal</i> .....	4
1.5.5 <i>Delimitación Geográfica</i> .....	4
1.5.6 <i>Delimitación del Contenido</i> .....	4

1.6 Hipótesis.....	4
1.6.1 Variables de Hipótesis.....	4
1.6.2 Variables Independientes.....	4
1.6.3 Variables Dependientes.....	5
Capítulo II.....	6
Marco de Referencia.....	6
2.1 Sistema de Frenos.....	6
2.2 Pruebas Mecatrónicas.....	7
2.3 Frenómetro.....	12
2.4 Procedimiento para Medir la Eficacia y Desequilibrio en el Frenado.....	13
2.5 Parámetros de Revisión Técnica Vehicular.....	14
2.5.1 Banco de Pruebas para Deriva Dinámica.....	15
2.5.2 Banco de Pruebas para Suspensión.....	16
2.5.3 Banco Detector de Holguras.....	16
2.5.4 Banco de Pruebas para Frenos.....	17
2.5.5 Luxómetro.....	18
2.5.6 Analizador de Gases.....	19
2.5.7 Opacímetro de Flujo Parcial.....	21
2.5.8 Sonómetro.....	22
2.5.9 Velocímetro, Tacógrafo y Cuenta Kilómetros.....	22
2.6 Chevrolet Aveo.....	23
Capítulo III.....	25
Diseño de la Propuesta.....	25
3.1 Diseño Metodológico.....	25
3.2 Método de Investigación.....	25

3.3 Tipo de Investigación.....	25
3.4 Procesamiento de la Información.....	26
3.5 Método de Prueba .....	31
3.6 Frenómetro Maha.....	31
3.7 Software Eurosystem .....	33
3.8 Pasos para la Medición de Eficacia y Desequilibrio en el Frenómetro.....	34
3.9 Circunstancias que pueden Influir en los Resultados de la Prueba.....	35
3.10 Etapas de la Inspección Técnica Vehicular.....	35
Capítulo IV.....	37
Análisis e Interpretación de Resultados.....	37
4.1 Datos del Vehículo de Prueba Aveo .....	37
4.2 Evaluación de la Primera Prueba en el Frenómetro.....	38
4.3 Evaluación de la Segunda Prueba en el Frenómetro.....	47
4.4 Evaluación de la Tercera Prueba en el Frenómetro .....	49
4.5 Gráfico de Impacto en el Sistema de Frenos del Chevrolet Aveo Family Luego de las Correcciones y Mantenimiento .....	53
Conclusiones.....	56
Recomendaciones .....	57
Bibliografía.....	58
Anexos .....	60

## Índice de Figuras

Figura 1 <i>Esquema del Sistema de Freno</i> .....	7
Figura 2 <i>Analizador de Gases</i> .....	8
Figura 3 <i>Analizador de Opacidad</i> .....	8
Figura 4 <i>Analizador de Sonidos</i> .....	9
Figura 5 <i>Analizador de Luces</i> .....	9
Figura 6 <i>Detector de Holguras</i> .....	10
Figura 7 <i>Alineador al Paso</i> .....	10
Figura 8 <i>Velocímetro</i> .....	11
Figura 9 <i>Analizador de Frenos</i> .....	11
Figura 10 <i>Banco de Prueba de Suspensión</i> .....	12
Figura 11 <i>Diagrama de un Frenómetro</i> .....	13
Figura 12 <i>Frenómetro</i> .....	13
Figura 13 <i>Chevrolet Aveo Family</i> .....	24
Figura 14 <i>Marcas que Presentan Mayor Inconveniente en la Revisión Técnica Vehicular</i> ....	27
Figura 15 <i>Modelos de Vehículos con más Inconvenientes para Pasar la Prueba de Frenos</i> .	27
Figura 16 <i>Ejes en los que estos Vehículos Anteriormente Mencionados Presentan Mayor Problema de Frenado</i> .....	28
Figura 17 <i>Posibles Fallas de Frenos Dentro de las Pruebas de Revisión Vehicular</i> .....	29
Figura 18 <i>Influencia en los Fallos en la Aprobación o Reprobación del Vehículo en la Prueba de Freno</i> .....	29
Figura 19 <i>Banco de Prueba de Freno Marca Maha MBT2250</i> .....	32
Figura 20 <i>Panel de Control Frenometro Maha</i> .....	33
Figura 21 <i>Menú Principal del Programa Eurosystem del Banco de Pruebas Maha</i> .....	34
Figura 22 <i>Etapas de la Revisión Técnica Vehicular</i> .....	36

Figura 23 <i>Medida de Neumáticos Utilizados en las Pruebas de Freno</i> .....	38
Figura 24 <i>Pruebas en el Frenómetro en el Primer Eje del Chevrolet Aveo family</i> .....	39
Figura 25 <i>Resultados del Freno de Servicio en el Primer Eje del Chevrolet Aveo Family</i> .....	39
Figura 26 <i>Prueba en el Frenómetro del Freno de Estacionamiento Del Chevrolet Aveo Family</i> .....	42
Figura 27 <i>Resultados de la Prueba del Freno de Estacionamiento del Chevrolet Aveo Family</i> .....	42
Figura 28 <i>Pruebas en el Frenómetro en el Primer Eje del Chevrolet Aveo family</i> .....	43
Figura 29 <i>Resultados del Freno de Servicio en el Segundo Eje del Chevrolet Aveo Family</i> ..	43
Figura 30 <i>Reporte de Resultado Revisión Técnica del Aveo Family</i> .....	46
Figura 31 <i>Reparación de Tambores Posteriores Derecho e Izquierdo del Chevrolet Aveo Family</i> .....	47
Figura 32 <i>Desarme y Limpieza del Sistema de Freno Posteriores Derecho e Izquierdo del Chevrolet Aveo Family</i> .....	47
Figura 33 <i>Colocación y Regulación de las Zapatas de Freno del Chevrolet Aveo Family</i> .....	48
Figura 34 <i>Reemplazo de los Tambores de Freno del Chevrolet Aveo Family</i> .....	48
Figura 35 <i>Cambio de Cilindro de Freno de Ambas Ruedas Posteriores</i> .....	49
Figura 36 <i>Limpieza de Reservorio y Llenado de Líquido Nuevo de Freno</i> .....	50
Figura 37 <i>Tornillo de Purga del Sistema de Freno Posterior</i> .....	50
Figura 38 <i>Tercera Prueba en el Frenómetro del Freno Posterior del Chevrolet Aveo Family</i> .....	51
Figura 39 <i>Resultados de la Tercera Prueba del Freno Servicio Posterior del Chevrolet Aveo Family</i> .....	51
Figura 40 <i>Gráfico de Impacto de la Correcciones y Mantenimientos en el Sistema de Frenos del Chevrolet Aveo Family</i> .....	55



## Índice de Tabla

Tabla 1 <i>Parametros para el Banco de Pruebas para Deriva Dinamica</i> .....	16
Tabla 2 <i>Parámetros para el Banco de Prueba de Suspensión</i> .....	16
Tabla 3 <i>Parámetros de Banco Detector de Holguras</i> .....	17
Tabla 4 <i>Parámetros para el Banco de Prueba de Frenos</i> .....	18
Tabla 5 <i>Parámetros de Luxómetro</i> .....	18
Tabla 6 <i>Parámetros del Analizador de Gases</i> .....	20
Tabla 7 <i>Parámetros del Opacómetro de Flujo Parcial</i> .....	21
Tabla 8 <i>Parámetros del Sonómetro</i> .....	22
Tabla 9 <i>Parámetros del Velocímetro</i> .....	23
Tabla 10 <i>Mantenimiento de Sistema de Frenos</i> .....	30
Tabla 11 <i>Datos Técnicos del Banco de Freno Maha Modelo MBT2250</i> .....	32
Tabla 12 <i>Ficha Técnica del Sistema de Frenos Chevrolet Aveo Family</i> .....	37
Tabla 13 <i>Umbrales del Sistema de Frenos</i> .....	41
Tabla 14 <i>Datos de las Evaluaciones Realizadas en el Frenómetro</i> .....	54

## Capítulo I

### Problema de la Investigación

#### 1.1 Planteamiento del Problema

El parque automotor matriculado en Ecuador creció en más de 1,4 millones de vehículos en una década, lo que situó la cifra por sobre los 2,4 millones de unidades a 2018, informó el viernes 1 de noviembre de 2019 el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos datos (INEC). (Diario El Comercio, 2019).

De los cuales la marca Chevrolet registra la mayor cantidad de vehículos matriculados con 63.679 unidades seguidos por la marca Kia con 26.429 unidades y Toyota con 12.501 unidades.

La revisión técnica vehicular fue implementada en el país a partir del año 2013 iniciando en Quito, luego en Cuenca y llegando a Guayaquil en el año 2014. Las pruebas que se realizan para que un vehículo pase la revisión vehicular. contienen pruebas con equipos mecánicos que validan los parámetros límites establecidos en la norma No. 745 de la INEN.

Estos parámetros de revisión técnica vehicular impuestos por la INEN fueron establecidos con el fin de ayudar a reducir los accidentes de tránsito por fallas mecánicas del automotor.

Los accidentes de tránsito en nuestro país han causado muchos inconvenientes a nivel social, ya que los accidentes de tránsito ocupan el segundo lugar en mortandad en Latinoamérica.

De ahí nace la primera necesidad de realizar este estudio, ya que es de basto conocimiento que un correcto funcionamiento mecánico y eléctrico en el vehículo es primordial para evitar dichos inconvenientes, principalmente los enfocados en el correcto funcionamiento del sistema de frenos del vehículo.

La experiencia en pruebas de revisión, dentro de un centro de revisión técnica vehicular

ha permitido evidenciar que varios vehículos no cumplen con los parámetros mínimos de prueba en frenos. Es de interés realizar el estudio del vehículo Chevrolet Aveo, ya que, por experiencia personal reforzada con una encuesta a técnicos de revisión técnica vehicular, este modelo no suele pasar las pruebas de frenos en el eje posterior por desequilibrio y baja fuerza de frenado.

Este estudio también determina las causas por las que el vehículo Chevrolet Aveo no cumple con los parámetros mínimos para pasar las pruebas de freno dentro de las pruebas de revisión técnica vehicular.

Ya que este vehículo por su bajo valor adquisitivo es uno de los más cotizados en nuestro país en sus diferentes modelos, ya sea este para uso personal, de taxi o empresarial.

## **1.2 Formulación del Problema**

¿Por qué los modelos de vehículo Aveo tienen constantes problemas de eficacia y desequilibrio en el eje posterior al momento de pasar la revisión técnica vehicular mecatrónica?

## **1.3 Sistematización del Problema**

- ¿Cuál es el beneficio que obtendremos con este estudio?
- ¿Cuáles serán los inconvenientes que tendremos para realizar este análisis?
- ¿Cómo se efectuará el desarrollo del plan de análisis de dicho problema?

## **1.4 Objetivos de la Investigación**

### ***1.4.1 Objetivo General***

Realizar el estudio técnico del sistema de frenos posterior del vehículo Chevrolet Aveo identificando las condiciones que permitan el cumplimiento de los límites de la revisión técnica vehicular anual en la ciudad de Guayaquil.

### ***1.4.2 Objetivos Específicos***

- Identificar posibles soluciones a los fallos de eficacia o desequilibrio que llegue a presentar el vehículo mediante pruebas realizadas con un equipo mecatrónico frenómetro.

- Analizar los resultados arrojados por la prueba realizada con por el equipo mecatrónico frenómetro dentro de los parámetros establecidos de la revisión técnica vehicular.
- Comprobar el impacto que se puede originar en el sistema de freno posterior del vehículo Chevrolet Aveo, luego de realizar las respectivas correcciones.

## **1.5 Justificación e Importancia de la Investigación**

### ***1.5.1 Justificación Teórica***

En Ecuador el número de accidentes de tránsito en los meses de enero y febrero del año 2021 no han disminuido en comparación con los meses del año anterior según los datos de la A.N.T. (Agencia Nacional de Transito). Tomándose como referencia estos datos uno de los factores de interés a estudiar es la eficiencia de frenado en vehículos más comercializados ya que por experiencia laboral dentro de un centro de revisión vehicular se ha podido evidenciar que modelos como el Chevrolet Aveo suelen presentarse con poca eficiencia y gran desequilibrio en el sistema de frenos, sobre todo en el eje posterior.

Siendo el Aveo family, uno de los sedanes livianos más comerciales en nuestro país, es muy importante identificar cuáles son las causas que generan ese desequilibrio del sistema de frenos en el eje posterior, que a su vez merma la eficacia total del sistema de freno. Haciendo que el tiempo y/o distancia para detener la marcha del vehículo sea mucho mayor, poniendo en riesgo la vida de sus ocupantes.

### ***1.5.2 Justificación Metodológica***

Se propone realizar una encuesta a técnicos de revisión vehicular, para identificar en que modelos suelen presentarse problemas de eficiencia de frenado y desequilibrio, también se realizan pruebas mecatrónicas para analizar sus parámetros de medición y así identificar posibles causas de la reducción de eficiencia y aumento de desequilibrio, que por experiencia se ha evidenciado en el sistema de frenos del vehículo Aveo como caso de estudio.

### ***1.5.3 Justificación Práctica***

La elaboración de este análisis permitirá saber porque estos modelos de vehículos por lo general reprueban en la revisión vehicular en la sección del frenómetro.

### ***1.5.4 Delimitación Temporal***

El trabajo se desarrolla en un tiempo estimado de 8 meses durante el presente año 2022, lapso que permite realizar las investigaciones necesarias, así como diseñar e implementar la propuesta.

### ***1.5.5 Delimitación Geográfica***

El trabajo se desarrolla en la ciudad de Guayaquil, para las pruebas en el frenómetro se acudirá a realizar revisiones técnicas voluntarias en los Centros de Revisión Técnica Vehicular (CRTV) de la provincia del Guayas o a su vez en talleres automotrices autorizados dentro de la ciudad de Guayaquil que cuenten con dicho equipo y en el taller León ubicado en la ciudadela mucho lote etapa 3 MZ 2411 V2 para la evaluación de los componentes.

### ***1.5.6 Delimitación del Contenido***

La información detallada en el presente trabajo está constituida en base a investigaciones relacionadas, artículos científicos, tesis, libros y demás documentación, en donde se trate del funcionamiento del sistema de freno de los vehículos.

## **1.6 Hipótesis**

En base a la experiencia de los técnicos de la revisión vehicular y a distintas pruebas que se realizaran en el frenómetro. Se podrá deducir las causas por las que el vehículo Aveo Family sufre problemas de eficacia y desequilibrio en el eje posterior.

### ***1.6.1 Variables de Hipótesis***

### ***1.6.2 Variables Independientes***

Frenómetro.

### ***1.6.3 Variables Dependientes***

- Vehículo.
- Repuestos instalados.
- Regulación.
- Ajustes en el sistema de frenos.

## Capítulo II

### Marco de Referencia

#### 2.1 Sistema de Frenos

El sistema de frenos de un vehículo. Es un componente muy importante e indispensable para la seguridad de sus ocupantes, ya que este le permite al conductor desacelerar la marcha del automóvil cuando esta sea necesaria.

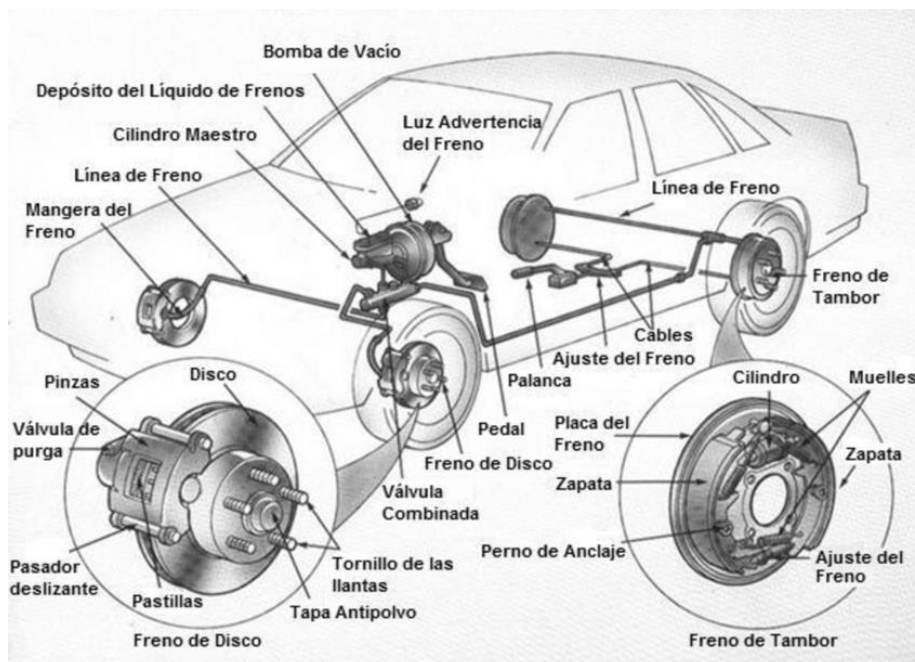
A lo largo del tiempo el sistema de freno ha sido constantemente perfeccionado, en la actualidad contamos con frenos que funcionan con asistencia electrónica como pueden ser el Anti-lock Braking System o Sistema Antibloqueo de Freno (ABS), Electronic Brakeforce Distribution o Distribución Electrónica de Freno (EBD), Hydraulic Brake Assist o Sistema de Asistencia Hidráulica de Freno (HBA), Anti-Slip Regulation o Sistema de Control de Tracción (ASR), Electronic Stability Program o Sistema de Control Electrónico de Estabilidad (ESP). Estos permiten distribuir de manera eficiente la fuerza de frenado en cada neumático del vehículo dependiendo de las condiciones de adherencia (Getauto, 2017).

Los elementos que componen un sistema de freno son los siguientes (Figura 1):

- Pedal de freno.
- Servofreno.
- Cilindro maestro.
- Válvula dosificadora (válvula P).
- Freno de pie: Disco & Tambor.
- Freno de estacionamiento.
- Línea de freno.
- Bomba de vacío.

## Figura 1

### Esquema del Sistema de Freno



Fuente: (Researchgate, 2020).

## 2.2 Pruebas Mecatrónicas

A nivel de revisión técnica vehicular. Son pruebas que se realizan con equipos mecánicos y electrónicos altamente calificados, para garantizar a través de un exhaustivo análisis el correcto funcionamiento del vehículo, para que este pueda circular de manera segura en las calles de la ciudad. Entre las pruebas que se realizan en los centros de revisión técnica vehicular encontramos Los siguientes equipos mecatrónicas:

- Analizador de Gases: Equipo de tipo infrarrojo no dispersivo y electroquímico para vehículos con motor de ciclo Otto (Figura 2). Debe ser capaz de medir Monóxido de Carbono (CO en % de volumen), Hidrocarburos (HC en ppm), Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub> en % de volumen) y Oxígeno (O<sub>2</sub> en % de volumen) (consorcio SGS, 2018, pág. 1).



## Figura 2

### *Analizador de Gases*



Fuente: (Maha, 2022).

- Opacímetro: Equipo de tipo de flujo parcial para vehículos con motor de ciclo Diesel (Figura 3). Debe ser capaz de medir la opacidad en función del coeficiente de absorción  $k(m-1)$  o porcentaje (%) (consorcio SGS, 2018, pág. 1).

## Figura 3

### *Analizador de Opacidad*



Fuente: (Maha, 2022)

- Sonómetro: Equipo que permite medir la intensidad sonora de una determinada fuente (Figura 4) (consorcio SGS, 2018, pág. 2).

#### Figura 4

##### *Analizador de Sonidos*



Fuente: (Maha, 2022).

- Luxómetro: Dispositivo mecatrónico utilizado para medir intensidad y alineación de luces delanteras principales en automotores (Figura 5) (consorcio SGS, 2018, pág. 2).

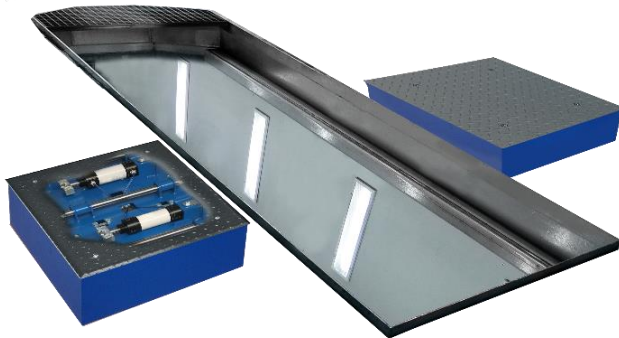
#### Figura 5

##### *Analizador de Luces*



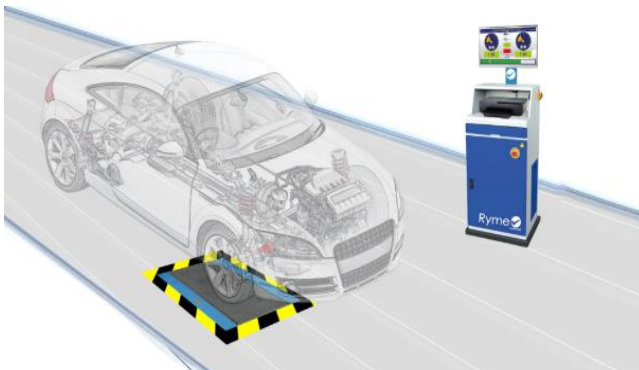
Fuente: (Maha, 2022).

- Detector de Holguras: Banco de prueba que permite detectar el desgaste y las holguras que pueden existir en los terminales, rótulas, dirección y/o suspensión, amortiguación y en los dispositivos de unión y articulación entre aquellos órganos y el propio bastidor (chasis) del vehículo. El detector de holguras debe operar en ambas ruedas de un mismo eje (Figura 6) (consorcio SGS, 2018, pág. 2).

**Figura 6***Detector de Holguras*

Fuente: (Ryme, 2022).

- Medidor de Alineamiento de Ruedas al Paso: Equipo para la comprobación de la convergencia o divergencia de las ruedas, mediante la pasada del vehículo sobre la placa del equipo a baja velocidad 5 km/h (Figura 7) (consorcio SGS, 2018, pág. 2).

**Figura 7***Alineador al Paso*

Fuente: (Ryme, 2022).

- Velocímetro: Equipo verificador de taxímetros para evaluar las distancias recorridas versus tarifa a cancelar (Figura 8) (consorcio SGS, 2018, pág. 2).

## Figura 8

### *Velocímetro*



Fuente: (Maha, 2022).

- Frenómetro: Equipo mecatrónico diseñado para realizar pruebas no invasivas en el sistema de frenos de un vehículo (Figura 9) (consorcio SGS, 2018, pág. 2).

## Figura 9

### *Analizador de Frenos*



Fuente: (Wulf, 2022).

- Banco de Prueba de Suspensiones: Equipo mecatrónico que consiste en un par de placas vibratorias y sensores convenientemente dispuestos, que permiten verificar el correcto

funcionamiento del conjunto de la suspensión de un vehículo mediante la determinación de variables como amplitud de oscilación en resonancia, eficiencia porcentual de la suspensión, etc. (Figura 10) (consorcio SGS, 2018, pág. 2).

### **Figura 10**

#### *Banco de Prueba de Suspensión*



Fuente: (Maha, 2022).

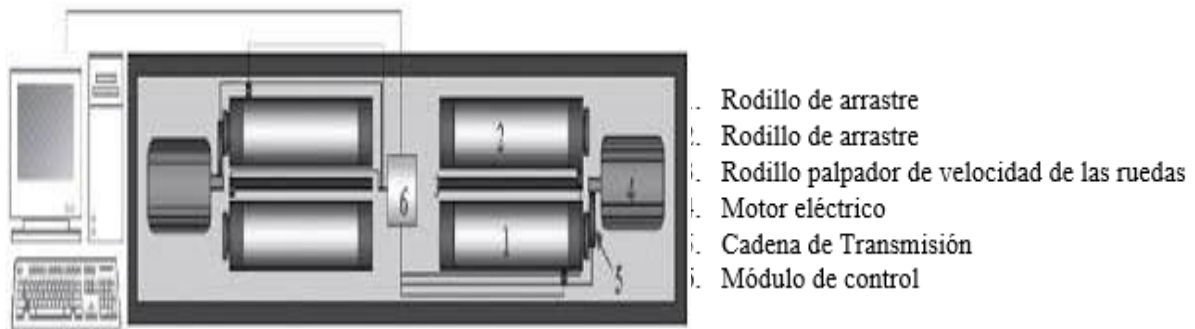
### **2.3 Frenómetro**

El frenómetro es un equipo mecatrónico compuesto de dos rodillos giratorios accionados cada uno por un potente motor eléctrico preparados para recibir, por separado, los neumáticos de cada eje. Los rodillos están conectados a un tablero de control donde los sensores indican el porcentaje de esfuerzo realizado para detener cada rueda. Con estos valores calculados en Newtons se podrá obtener el porcentaje de eficacia y de desequilibrio del vehículo (Figura 11) (Paredes Morales, 2021).

Para esto se seguirán los puntos establecidos en el procedimiento de inspección de los frenos que se le han indicado al inspector vehicular de dichos centros de RTV, teniendo en consideración las características específicas del tipo de freno y las condiciones técnicas del vehículo ensayado (Figura 12).

## Figura 11

Diagrama de un Frenómetro



Fuente: (Repositorio.ucv.edu.pe, 2016).

## Figura 12

Frenómetro



Fuente: (Docplayer, 2022).

### 2.4 Procedimiento para Medir la Eficacia y Desequilibrio en el Frenado

- Eficacia: Se comprende por eficacia, o valor E, el porcentaje obtenido con la siguiente fórmula (Ecuación 1):

$$E = \frac{F}{P \times 9.81} \times 100 \quad (1)$$

Donde:

E = Valor de la Eficacia, expresado en porcentaje

F = Suma de todas las fuerzas de frenado (en Newtons = N) (Suma de las lecturas del frenómetro de todas ruedas, en Newtons)

P = masa del vehículo, en el momento de la prueba (en Kg)

La eficacia es un indicativo del estado y actuación global del sistema de frenos del vehículo (Paredes Morales, 2021).

- Desequilibrio: Se comprende como desequilibrio, o valor D, a la diferencia de esfuerzos de frenado entre los neumáticos de un mismo eje.

Sean  $F_m$  y  $F_i$  las fuerzas de frenado de cada neumático de un mismo eje en un instante dado.

El Desequilibrio, o valor D, el porcentaje obtenido con la siguiente fórmula (Ecuación 2):

$$D = \frac{F_m - F_i}{F_m} \times 100 \quad (2)$$

Donde:

D = a desequilibrio máximo registrado en el instante de la máxima frenada.

$F_m$  = mayor fuerza de frenado obtenida en uno de los neumáticos de un mismo eje

$F_i$  = menor fuerza de frenado obtenida en uno de los neumáticos de un mismo eje

El desequilibrio puede causar sobre el vehículo una fuerza que puede desviarlo de su trayectoria (Paredes Morales, 2021).

Es muy importante tener en consideración que una incorrecta presión de los neumáticos puede causar lecturas erróneas, por lo que es muy importante que dichos neumáticos se encuentren con la presión correcta, así como la banda de rodadura debe encontrarse con la profundidad mínima legalmente exigida y en perfectas condiciones.

## 2.5 Parámetros de Revisión Técnica Vehicular

La revisión técnica vehicular (RTV) es un proceso que se realiza de manera anual para que todo vehículo pueda circular con normalidad por las vías del país. Solo los vehículos nuevos están exentos durante tres años de pasar esta inspección.

Estas inspecciones vehiculares constan de parámetros fundamentales dispuesto por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) que validan el perfecto estado del vehículo a revisar, Instituto Ecuatoriano de Normalización señala que “todos los equipos deben estar

instalados en línea, de manera que los vehículos puedan ser revisados en forma secuencial y continúa” (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2003). Los parámetros que se manejan en la revisión técnica vehicular serán los siguientes:

- Parámetros para derivada dinámica.
- Parámetros para prueba de suspensión.
- Parámetros para detectar de holguras.
- Parámetros para prueba de frenos.
- Parámetros para medir la alineación de la luz.
- Parámetros para analizar los gases.
- Parámetros para el flujo parcial de opacidad.
- Parámetro para medir el nivel de ruido.
- Parámetros para verificar el taxímetro.

### ***2.5.1 Banco de Pruebas para Deriva Dinámica***

Este equipo mecatrónico debe medir automáticamente la convergencia y divergencia de las ruedas delanteras del vehículo, es decir verificar que el vehículo se encuentra perfectamente alineado, siguiendo los parámetros de funcionamiento que se encuentran en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Parámetros para el Banco de Pruebas para Deriva Dinámica*

<b>PARÁMETROS</b>	<b>REQUERIMIENTOS</b>
Tipo	Automática, de placa metálica deslizante y empotrada a ras del piso
Rango mínimo de medición	De -15 a +15m. Km - 1
Velocidad aproximada de paso	4 km. H – 1
Capacidad mínima portante	1 500 kg para vehículos livianos 8 000 kg para vehículos pesados
Valor de una división de escala (resolución)	1 m. <b>km<sup>-1</sup></b>

*Nota.* Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN 2349:2003)



### 2.5.2 Banco de Pruebas para Suspensión

Este equipo mecatrónico debe verificar el porcentaje de la eficacia de la suspensión delantera y trasera del vehículo y en milímetros debe verificar la extensión máxima de oscilación en resonancia con cada uno de los neumáticos, rigiéndose a los parámetros de funcionamiento que se mostraran en la Tabla 2 (INEN, 2003, pág. 4).

**Tabla 2**

*Parámetros para el Banco de Prueba de Suspensión*

PARAMETROS	REQUERIMIENTOS
Tipo	De doble placa oscilante y empotrada a ras del piso, de amplitud y frecuencia de oscilación variables automáticas
Ancho de vía del vehículo	850 mm mínimo interno 2 000 mm máximo externo
Capacidad portante mínima	1 500 kg por eje
Valor de una división de escala (resolución)	1% en la eficiencia; 1 mm en la amplitud

*Nota.* Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN 2349:2003)

### 2.5.3 Banco Detector de Holguras

Este es un equipo mecatrónico que debe ir empotrado sobre una fosa perfectamente iluminada en el cual el inspector vehicular verificará la parte inferior del vehículo, donde tendrá que cerciorarse del buen estado del tren delantero y tren posterior, del buen estado de la carrocería y que no exista fuga de combustible, etc. Todo esto rigiéndose a los parámetros de funcionamiento del equipo que se muestran en la Tabla 3 (INEN, 2003, pág. 5).

**Tabla 3***Parámetros de Banco Detector de Holguras*

<b>PARAMETROS</b>	<b>REQUERIMIENTO</b>
Tipo de banco	De dos placas, con movimientos longitudinales y transversales, iguales y contrarios. Accionamiento de placas con control remoto. Estará empotrado en el pavimento sobre la fosa o se incorporará al elevador.
Capacidad portante	1 000 kg por placa para vehículos livianos. 3 500 kg por placa para vehículos pesados.
Iluminación para detección visual	Lámpara halógena de alta potencia, regulable

*Nota.* Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN 2349:2003)

#### **2.5.4 Banco de Pruebas para Frenos**

Este equipo mecatrónico permite medir en porcentaje la eficacia total del freno de servicio y de estacionamiento, el desequilibrio dinámico que puede haber entre las ruedas del mismo eje, la ovalización que puede ocurrir en el tambor de freno, a su vez el pandeo que pueden sufrir los discos de freno, como también la fuerza de frenado de cada rueda en decanewton (daN), este equipo mecatrónico también está preparado para realizar pruebas a vehículos con sistema antibloqueo (ABS), vehículos con sistema de tracción All Wheel Drive, vehículos con caja de transmisión semiautomáticas, automáticas y manual, también cuenta con sistema que permite verificar a vehículos con dos y tres ruedas como son las motos y tricimotos. El equipo debe regirse a los parámetros de funcionamiento que se muestran en la Tabla 4 (INEN, 2003, pág. 4).

**Tabla 4***Parámetros para el Banco de Prueba de Frenos*

<b>PARAMETROS</b>	<b>REQUIRIMIENTO</b>
Tipo de frenómetro	De rodillos con superficie antideslizantes, empotrado a ras del piso y para la prueba de un eje por vez.
Coefficiente mínimo de fricción ( $\mu$ )	0,8 en seco o en mojado.
Carga mínima de absorción sobre rodillos	3.000 kg para vehículos livianos. 7.500 kg para vehículos pesados.
Valor de una división de escala (resolución)	1% en eficacia y desequilibrio; 0,1 daN en fuerza de frenado
Dispositivos de seguridad	Parada automática en caso de bloqueo de ruedas. Puesta a cero automáticos antes de cada prueba.

*Nota.* Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN 2349:2003)

### 2.5.5 Luxómetro

Este equipo permite verificar la correcta alineación e iluminación de los faros delanteros del vehículo. Este equipo debe regirse a los parámetros de funcionamiento que se muestran en la Tabla 5 (INEN, 2003, pág. 5).

**Tabla 5***Parámetros de Luxómetro*

<b>PARAMETROS</b>	<b>REQUERIMIENTOS</b>
Rango de medición	De 0 a mínimo 250 000 candelas (2,69 x $10^6$ lux).
Alineación con el eje del vehículo	Automática.

*Nota.* Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN 2349:2003)

### **2.5.6 *Analizador de Gases***

Este equipo mecatrónico le permite al inspector técnico vehicular detectar si el vehículo está realizando una correcta combustión al conectar una sonda a través del tubo de escape del vehículo, que analizará todos los gases provenientes de la combustión del motor. Las emisiones o gases que examina el equipo son:

- Dióxido de Carbono
- Monóxido de Carbono
- Óxido de Nitrógeno
- Hidrocarburos

Un perfecto análisis le permite al inspector técnico vehicular cerciorarse si el vehículo se encuentra en los rangos mínimos de emisión permitidos para poder circular. Todo esto rigiéndose a los parámetros de funcionamiento del equipo que se muestran en la Tabla 6.

**Tabla 6***Parámetros del Analizador de Gases*

<b>PARAMETRO</b>	<b>REQUERIMIENTO</b>																
Características generales	Capacidad de medición y reporte automáticos de la concentración en volumen de CO, CO <sub>2</sub> , HC y O <sub>2</sub> , en los gases emitidos por el tubo de escape de vehículos equipados con motores ciclo Otto de 4 tiempos alimentados por gasolina, GLP o GNC. Cumplirán con lo indicado en la Recomendación Internacional OIML R 99 (clase 1) / ISO 3930 y la NTE INEN 2 203, lo que será demostrado mediante certificación del fabricante.																
Especificaciones adicionales	Capacidad de medición y reporte automáticos de la velocidad de giro del motor en RPM, factor lambda (calculado mediante la fórmula de Bret Schneider) y temperatura de aceite. La captación de RPM no tendrá limitaciones respecto del sistema de encendido del motor, sea este convencional (ruptor y condensador), electrónico, DIS, EDIS, bobina independiente, descarga capacitiva u otro.																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th><b>Variable</b></th> <th><b>Rango de medición</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Monóxido de carbono (CO)</td> <td>0 - 10%</td> </tr> <tr> <td>Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)</td> <td>0 - 16%</td> </tr> <tr> <td>Oxígeno (O<sub>2</sub>)</td> <td>0 - 21%</td> </tr> <tr> <td>Hidrocarburos no combustionados</td> <td>0 – 5 000 ppm</td> </tr> <tr> <td>Velocidad de giro del motor</td> <td>0 – 10 000 rpm</td> </tr> <tr> <td>Temperatura de aceite</td> <td>0 – 150 °C</td> </tr> <tr> <td>Factor lambda</td> <td>0 - 2</td> </tr> </tbody> </table>	<b>Variable</b>	<b>Rango de medición</b>	Monóxido de carbono (CO)	0 - 10%	Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	0 - 16%	Oxígeno (O <sub>2</sub> )	0 - 21%	Hidrocarburos no combustionados	0 – 5 000 ppm	Velocidad de giro del motor	0 – 10 000 rpm	Temperatura de aceite	0 – 150 °C	Factor lambda	0 - 2
<b>Variable</b>	<b>Rango de medición</b>																
Monóxido de carbono (CO)	0 - 10%																
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	0 - 16%																
Oxígeno (O <sub>2</sub> )	0 - 21%																
Hidrocarburos no combustionados	0 – 5 000 ppm																
Velocidad de giro del motor	0 – 10 000 rpm																
Temperatura de aceite	0 – 150 °C																
Factor lambda	0 - 2																
Rangos de medición																	
Condiciones ambientales de funcionamiento	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Temperatura</td> <td>5 - 40 °C</td> </tr> <tr> <td>Humedad relativa</td> <td>0 - 90%</td> </tr> <tr> <td>Altitud</td> <td>Hasta 3 000 msnm</td> </tr> <tr> <td>Presión</td> <td>500 – 760 mm Hg</td> </tr> </tbody> </table>	Temperatura	5 - 40 °C	Humedad relativa	0 - 90%	Altitud	Hasta 3 000 msnm	Presión	500 – 760 mm Hg								
Temperatura	5 - 40 °C																
Humedad relativa	0 - 90%																
Altitud	Hasta 3 000 msnm																
Presión	500 – 760 mm Hg																
Ajuste	Automático, mediante una mezcla certificada de gases.																
Sistema de toma de muestra	La toma de muestra se realizará mediante una sonda flexible a ser insertada en la parte final del tubo de escape.																

*Nota.* Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN 2349:2003)

### 2.5.7 Opacómetro de Flujo Parcial

Este equipo mecatrónico permite al inspector vehicular verificar la correcta combustión de los motores a Diesel a través de una sonda conectada al tubo de escape que analiza las partículas provenientes del mismo, todo esto rigiéndose a los parámetros de funcionamiento del equipo que se muestran en la Tabla 7.

**Tabla 7**

*Parámetros del Opacómetro de Flujo Parcial*

PARAMETRO	REQUERIMIENTO	
Características generales	Capacidad de medición y reporte automáticos de la opacidad del humo emitido por el tubo de escape de vehículos equipados con motores de ciclo Diesel. Cumplirán con la Norma Técnica ISO 11614, lo que será demostrado mediante certificación del fabricante.	
Especificaciones adicionales	Capacidad de medición de la velocidad de giro del motor en rpm y temperatura de aceite, para cualquier tipo de configuración del motor, sistema de alimentación de combustible y diámetro de cañería.	
Mediciones y resolución	0 - 100% de opacidad y	1% de resolución
	Factor K de 0 –9 999 ( $\infty$ ) $\text{m}^{-1}$	0,01 $\text{m}^{-1}$
Condiciones ambientales de funcionamiento	Temperatura	5 - 40 °C
	Humedad relativa	0 - 90%
	Altitud	Hasta 3 000 msnm
	Presión	500 – 760 mm Hg
Ajuste	Automático, mediante filtros certificados. (material de referencia certificada)	
Sistema de toma de muestra	La toma de muestra se realizará mediante una sonda flexible a ser insertada en la parte final del tubo de escape.	

*Nota.* Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN 2349:2003)

### 2.5.8 *Sonómetro*

Equipo mecatrónico que permite verificar la cantidad de ruido contaminante proveniente del vehículo. Todo esto rigiéndose a los parámetros de funcionamiento del equipo que se muestran Tabla 8.

**Tabla 8**

*Parámetros del Sonómetro*

PARÁMETRO	REQUERIMIENTO
Características generales	Filtros de ponderación requeridos Tipo “A” que cumpla con la Recomendación Internacional de la OIML R 88. Lo que será demostrado mediante certificación del fabricante.
Rango de frecuencia	20 – 10 000 Hz
Rango de medición	35 – 130 dB.
Valor de una división de escala (resolución)	0,1 dB.

*Nota.* Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN 2349:2003)

### 2.5.9 *Velocímetro, Tacógrafo y Cuenta Kilómetros*

Este es un equipo mecatrónico que le permite al inspector técnico vehicular, verificar el correcto funcionamiento del taxímetro de vehículos de uso público. Todo esto rigiéndose a los parámetros de funcionamiento del equipo que se muestran en la Tabla 9 (INEN, 2003, pág. 6).

**Tabla 9***Parámetros del Velocímetro*

<b>PARÁMETRO</b>	<b>REQUERIMIENTO</b>
Características Generales.	Banco de rodillos con superficie antideslizante, con un coeficiente de fricción (m) mínimo en seco o en mojado de 0,8. Para un solo eje.
Capacidad portante.	1 500 kg.
Variables que deben ser determinadas automáticamente por el equipo.	Velocidad del vehículo y distancia total recorrida por los neumáticos en kilómetros.
Valor de una división de escala (resolución)	1 <b>km. h<sup>-1</sup></b> ; 0,001 km

*Nota.* Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN 2349:2003)

## **2.6 Chevrolet Aveo**

El Chevrolet Aveo o también conocido como Daewoo Kalos. Este sedán del segmento B hizo su aparición en el mercado en diciembre del 2002. El cual fue fabricado por GM Daewoo Motors y a su vez por GM de México para el mercado sudamericano. El Chevrolet Aveo al pasar de los años ha sufrido dos rediseños, tres estilos de carrocería (Sedan 4 puertas, Hatchback 3 y 5 puertas) y cinco configuraciones de motorización.

A nivel de seguridad el Chevrolet Aveo está en la lista de los vehículos más inseguros que se comercializan a nivel nacional, ya que por su bajo valor de adquisición los fabricantes no dotan a este vehículo de mayor equipamiento de seguridad, lo cual conlleva a que obtenga las peores calificaciones en las pruebas de colisiones. Pero en Corea de Sur todos los modelos de Aveo recibieron 4 estrellas por parte del instituto de investigación de Corea del Sur (KATRI), en Europa el programa europeo de evaluación de vehículos nuevos (Euro NCAP) le concedió 3 estrellas en pruebas de colisiones y a nivel de Latino América el programa Latino



de evaluación de autos nuevos (LATIN NCAP) le otorgó la calificación de 0 estrellas en colisiones frontales y laterales.

En Ecuador el Aveo Family (Figura 13) es uno de los vehículos más comerciales desde el año 2009 hasta mayo del 2019 llegando a la cifra de 70 000 unidades vendidas aseguro la firma (General Motor, 2005).

### **Figura 13**

*Chevrolet Aveo Family*



Fuente: (Carmax, 2022).

## Capítulo III

### Diseño de la Propuesta

#### 3.1 Diseño Metodológico

Observacional (Si experimental): la recopilación de la información se realiza a través de pruebas mecánicas ejecutadas en un frenómetro y para validar la propuesta planteada. Se procedió a realizar una pequeña encuesta a los inspectores de revisión técnica vehicular, de cuatro centros de matriculación de la provincia del Guayas. Entre los que se encuentran tres centros de revisión técnica vehicular (CRTV) de la ciudad de Guayaquil. Los cuales son el CRTV sur; CRTV norte, CRTV vía Daule y por último el CRTV del cantón de Samborondón.

La encuesta está conformada por 7 preguntas de tipo abiertas, ya que es una forma que requiere de un poco más de meditación e impulsa una discusión crítica y creativa con el entrevistado, como podemos apreciar en el Anexo 1.

#### 3.2 Método de Investigación

Permite identificar los factores de riesgo asociados al mal funcionamiento de los frenos posteriores del modelo de vehículo Aveo Family. A través de una prueba mecánica, esta prueba se realiza con la ayuda de los rodillos del frenómetro, que al momento de pisar el pedal de freno se genera una fricción entre los neumáticos y los rodillos, dicha fuerza de fricción será calculada en kN en cada una de las ruedas, para después ser transformada en % de eficacia del freno de servicio y desequilibrio, con la obtención de estos valores nos permitirá identificar el estado en el que se encuentra el sistema de frenos del vehículo.

#### 3.3 Tipo de Investigación

Según finalidad:

- Bibliográfica: El trabajo de investigación es de tipo bibliográfico, ya que se busca en todos los informes de casos o estudios realizados por la comunidad Automotriz con la finalidad de determinar los factores que influyen en el mal rendimiento del sistema de freno posterior

del modelo Aveo Family.

- De campo: El lugar donde se realiza el estudio y las pruebas mecánicas, es en el Centro de Revisión Técnica Vehicular (CRTV) del Cantón Samborondón. Donde se aplicará el instrumentó de investigación.
- Transversal: Se realiza el estudio de las posibles fallas en el tiempo estimado de noviembre 2021 – agosto 2022

### **3.4 Procesamiento de la Información**

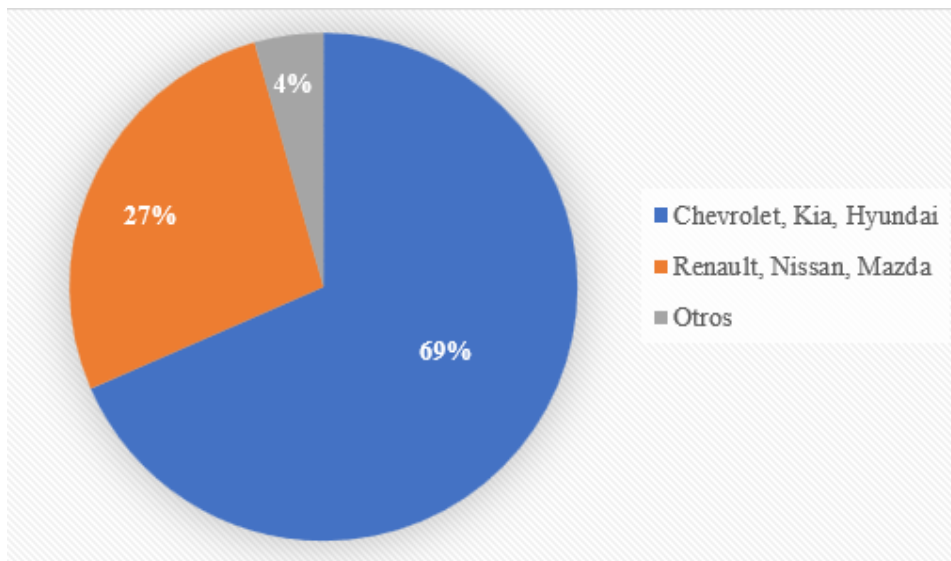
Se obtuvo un total de 20 encuestas realizadas de manera presencial, la encuesta se realiza con el debido permiso de los jefes de cada Centro de Revisión Técnica Vehicular (CRTV), para mayor facilidad de contestación y no perjudicar la productividad de la empresa la encuesta se la realiza en los días donde había poca afluencia de vehículos como son las primeras semanas de cada mes.

En la primera pregunta de la encuesta se pudo apreciar que 14 de los 20 inspectores que sería el 69%, consideran que las marcas Chevrolet, Kia y Hyundai presentan más inconvenientes para pasar la revisión técnica vehicular como se muestra en el gráfico de la Figura 14, además 16 de los 20 inspectores que sería el 79% consideran que el modelo Aveo presentan más inconvenientes para pasar la prueba de frenos como se muestra en el gráfico de la Figura 15.

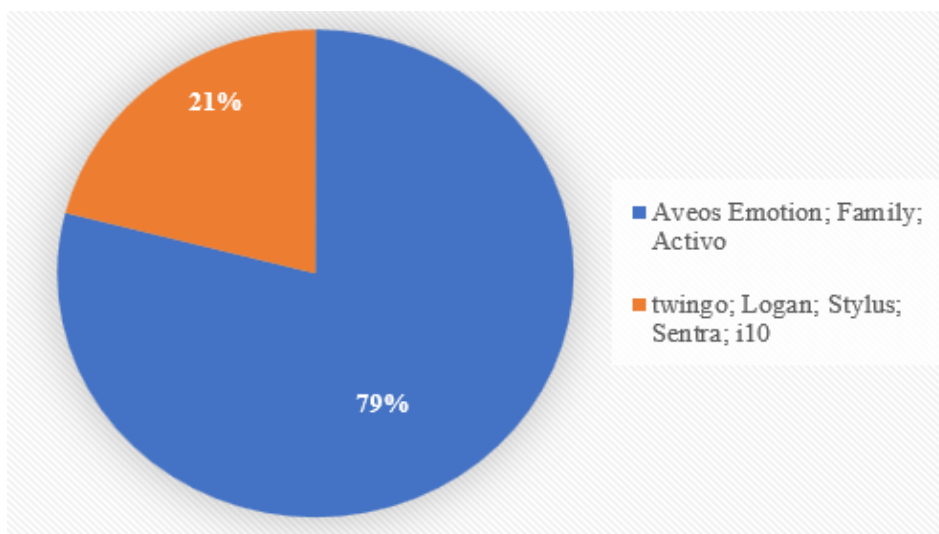
Con estos primeros datos se puede visualizar que un gran porcentaje de los inspectores de revisiones técnicas vehiculares tienen presente a la marca Chevrolet modelo Aveo, ya que estos vehículos son los que presentan mayor dificultad para aprobar la revisión técnica vehicular de frenos.

**Figura 14**

*Marcas que Presentan Mayor Inconveniente en la Revisión Técnica Vehicular*

**Figura 15**

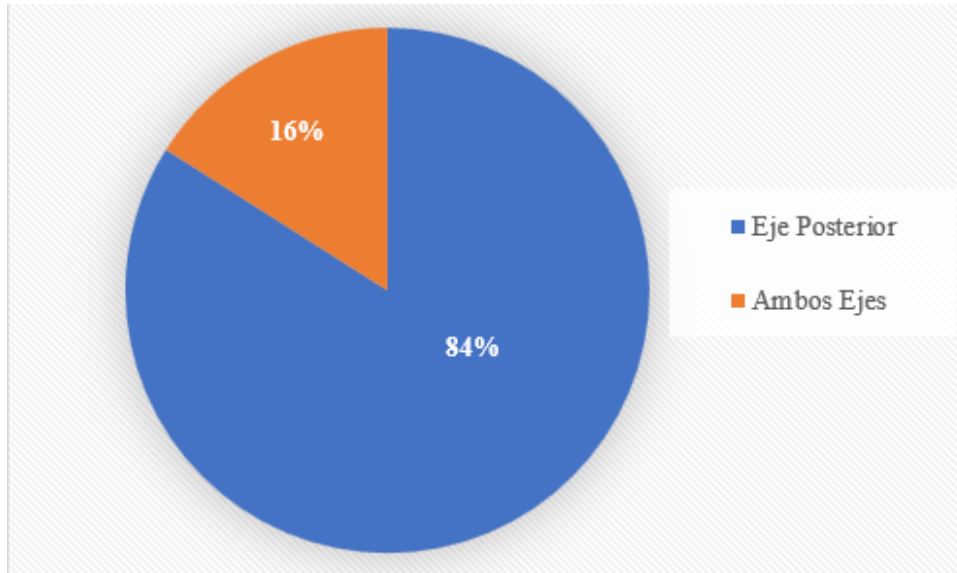
*Modelos de Vehículos con más Inconvenientes para Pasar la Prueba de Frenos*



- En la siguiente pregunta de la encuesta, 17 de los 20 inspectores que sería el 84% consideran que los modelos de vehículos anteriormente mencionados presentan mayor problema de frenado en el eje posterior, sin embargo, 3 de los 20 inspectores que sería 16% consideran que ocurre en ambos ejes como se muestra en el gráfico de la Figura 16.

**Figura 16**

*Ejes en los que estos Vehículos Anteriormente Mencionados Presentan Mayor Problema de Frenado*

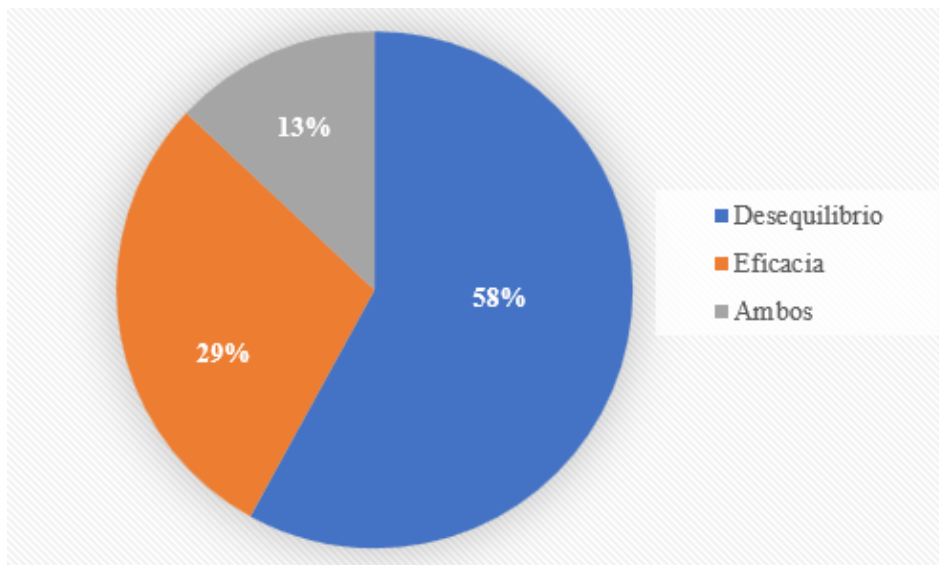


- En la siguiente pregunta de la encuesta, 11 de los 20 inspectores que sería el 58% como se muestra en el gráfico de la Figura 17, tienen en consideración que una de las razones de la falla de frenos dentro de las pruebas que se realizan en la revisión técnica vehicular tiene que ver con el desequilibrio, teniendo en cuenta que un desequilibrio es una variación de fuerza de frenado considerable entre ruedas de un mismo eje, es decir, si la rueda izquierda del eje posterior tiene 1,65 kN de fuerza de frenado y la rueda derecha del eje posterior tiene 0,85 kN de fuerza de frenado, la diferencia de fuerza entre las ruedas de ese mismo eje sería de 0,80 kN de fuerza de frenado, que resulta en un 48% de desequilibrio, siendo un porcentaje considerable que llevaría a realizar un chequeo al sistema de frenos.

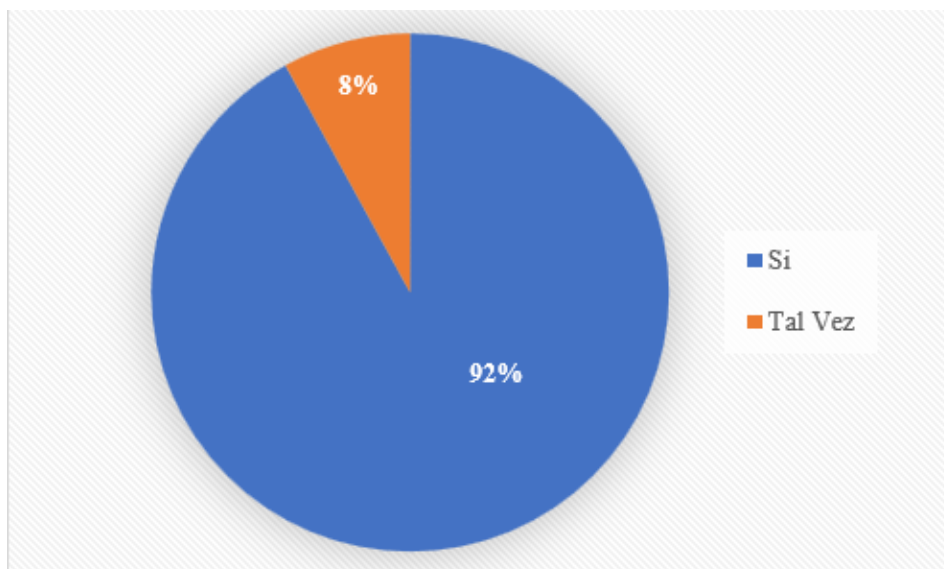
- Por último, 18 de los 20 inspectores que sería el 98% como se muestra en el gráfico de la Figura 18, consideran que estas fallas mencionadas anteriormente tienen una gran influencia en el resultado final, haciendo que el vehículo pase con mayor dificultad la prueba de frenos.

**Figura 17**

*Posibles Fallas de Frenos Dentro de las Pruebas de Revisión Vehicular*

**Figura 18**
































*Influencia en los Fallos en la Aprobación o Reprobación del Vehículo en la Prueba de Freno*



Con la ayuda de los resultados de la encuesta, se decide realizar unos parámetros de mantenimiento. Tales como cambio de líquido de frenos, limpieza, revisión y regulación de frenos, todos estos registrados en la siguiente Tabla 10 con su respectivo kilometraje.

**Tabla 10**

*Mantenimiento de Sistema de Frenos*

PARTES	 INSPECCIONE O REEMPLACE SI ES NECESARIO  REEMPLACE  APLIQUE																			
	KILOMETROS (X 1.000)																			
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Cambiar líquido de frenos																				
Limpiar, revisar y regular frenos																				
Líquido de frenos DOT3 (pintas)																				
Limpiador partes de freno																				

*Nota.* Fuente: Manual de Mantenimiento Chevrolet

### **3.5 Método de Prueba**

También a través de la encuesta realizada se percata que los vehículos más populares que circulan en nuestro país poseen un gran déficit en lo que el sistema de frenos se trata y el desconocimiento que muchos usuarios tienen respecto al mantenimiento de su vehículo. Todo esto conlleva a que lleguen en un mal estado a la revisión vehicular. Por eso es necesario establecer un método de prueba que se detalla a continuación:

- La prueba consistirá primero en llevar el vehículo a un centro de revisión vehicular de la provincia del Guayas y hacerlo pasar por el equipo mecatrónico frenómetro.
- Este permitirá saber de una manera más amplia el estado real de los frenos del vehículo
- Se realiza captura de los resultados obtenidos por la prueba con fecha y hora para así tener un punto de partida de los cambios que se deberán realizar.
- Seguido de esto se procederá a llevar el vehículo al taller donde se hará los cambios y mantenimientos respectivos acorde a los defectos obtenidos de la prueba.
- Lugo de esto se procederá a realizar algunas pruebas de verificación para tener la certeza de que los mantenimientos y/o reparaciones que se realizaron fueron las correctas.
- Por último, una vez finalizada las pruebas de verificación y mantenimientos realizados, se procederá a llevar el vehículo de nuevo al CRTV para así podernos cerciorar de que se encuentra en perfectas condiciones para poder circular por las calles de la cuida y/o carreteras del país.

### **3.6 Frenómetro Maha**

El frenómetro que se utilizará en las pruebas de frenado es proveniente de la marca Maha, modelo: MBT2250 Figura 19 conformado por dos rodillos giratorios accionados cada uno por un motor eléctrico dispuesto para recibir, de manera individual los neumáticos de cada eje. Los rodillos están conectados a un tablero de control donde los sensores indican el porcentaje de esfuerzo realizado para detener cada rueda, este trabajo en conjunto con el



software llamado Eurosystem, que a su vez calcula los valores en Newton con cual se podrá obtener el porcentaje de eficacia y desequilibrio del vehículo. La rugosidad de los rodillos y el labrado de las ruedas del vehículo en prueba, se valoran como constante durante todo el proceso.

### Figura 19

*Banco de Prueba de Freno Marca Maha MBT2250*



Fuente: (Maha, 2022).

Estudios previos sobre eficacia de medición del frenómetro se ha determinado que existen factores externos que influyen en el correcto cálculo de efectividad del frenómetro. El ancho, calibre y presión de los neumáticos, velocidad a la que se le realice la prueba, la dimensión de los rodillos y la distancia de estos, así como el coeficiente de fricción entre los neumáticos y los rodillos. Estos son factores que pueden llegar a modificar la lectura de la medición. En la (Tabla 11) se muestra información técnica del banco de Frenos de la marca Maha.

**Tabla 11**

*Datos Técnicos del Banco de Freno Maha Modelo MBT2250*

<b>Diámetro de rodillo</b>	<b>Distancia entre</b>	<b>Velocidad de la</b>	<b>Peso permitido por</b>
<b>(mm)</b>	<b>rodillos (mm)</b>	<b>prueba (km/h)</b>	<b>eje (kg)</b>
202	400	5	3500

*Nota.* Fuente: <https://maha.co.nz/wp-content/uploads/2019/04/MAHA-MBT2250-EUROSYSTEM.pdf>

Este modelo de frenómetro que se utiliza cumple con todas las especificaciones necesarias para obtener las medidas exactas de la eficacia del sistema de freno de un vehículo liviano. En la Figura 20 se muestra el panel de control del frenómetro Maha, donde se observan los resultados de las pruebas realizadas.

### **Figura 20**

*Panel de Control Frenómetro Maha*



Fuente: (Maha, 2022).

### **3.7 Software Eurosystem**

El frenómetro con el que se va a realizar la prueba funciona con un software previamente preinstalado llamado Eurosystem, este ofrece varias posibilidades de evaluación de resultados de la prueba y el almacenamiento de los resultados en una base de datos muy extensa.

El software permite un registro configurable para la obtención de medición y evaluación de la prueba realizada. A su vez, aparte de los resultados de eficacia de freno, examina el desequilibrio de cada eje de manera individual y también la eficacia del freno de estacionamiento. En la Figura 21 se muestra el menú de inicio del programa Eurosystem.

**Figura 21**

*Menú Principal del Programa Eurosystem del Banco de Pruebas Maha*



Fuente: (Maha, 2022).

### 3.8 Pasos para la Medición de Eficacia y Desequilibrio en el Frenómetro

Para calcular la eficacia y desequilibrio de un vehículo en el frenómetro, se realiza de la siguiente manera:

- Se procede a dirigir al vehículo hacia los rodillos del frenómetro dónde se tomará primero el peso del vehículo por cada eje.
- Una vez tomado el peso se procede a accionar los rodillos los cuales giran a la velocidad especificada de 5km/h con la palanca de cambios del vehículo en posición neutral.
- Accionado los rodillos se procederá a calcular el porcentaje de eficacia y desequilibrio de cada eje accionando el pedal de frenos comenzando con el eje delantero, después con el eje posterior donde también se calculará el freno de estacionamiento
- Una vez que el vehículo termine de pasar por el frenómetro los resultados de la prueba se muestran en el monitor que está conectado con el equipo mecatrónico a través del Software Eurosystem donde se mostrara el porcentaje de eficacia y desequilibrio de cada eje del vehículo.

### **3.9 Circunstancias que pueden Influir en los Resultados de la Prueba**

Antes de realizar la prueba respectiva en el frenómetro hay que tener en cuenta los siguientes factores que pueden alterar los resultados:

- Los rodillos del frenómetro del Centro de Revisión Técnica Vehicular deben estar calibrados y limpios.
- Los neumáticos del vehículo deben estar con la presión de aire indicada por el fabricante que en autos livianos es de 35 psi.
- El peso del vehículo no debe ser alterado con peso extra, es decir no llevar carga pesada en el portamaletas o interior de la cabina.
- Tener en cuenta si existe un clima lluvioso ya que al estar las llantas húmedas producto de la lluvia esto puede dificultar el agarre en los rodillos del frenómetro y a su vez variar los resultados de la prueba.

### **3.10 Etapas de la Inspección Técnica Vehicular**

El vehículo pasa por tres etapas de inspección técnica vehicular que son las siguientes:

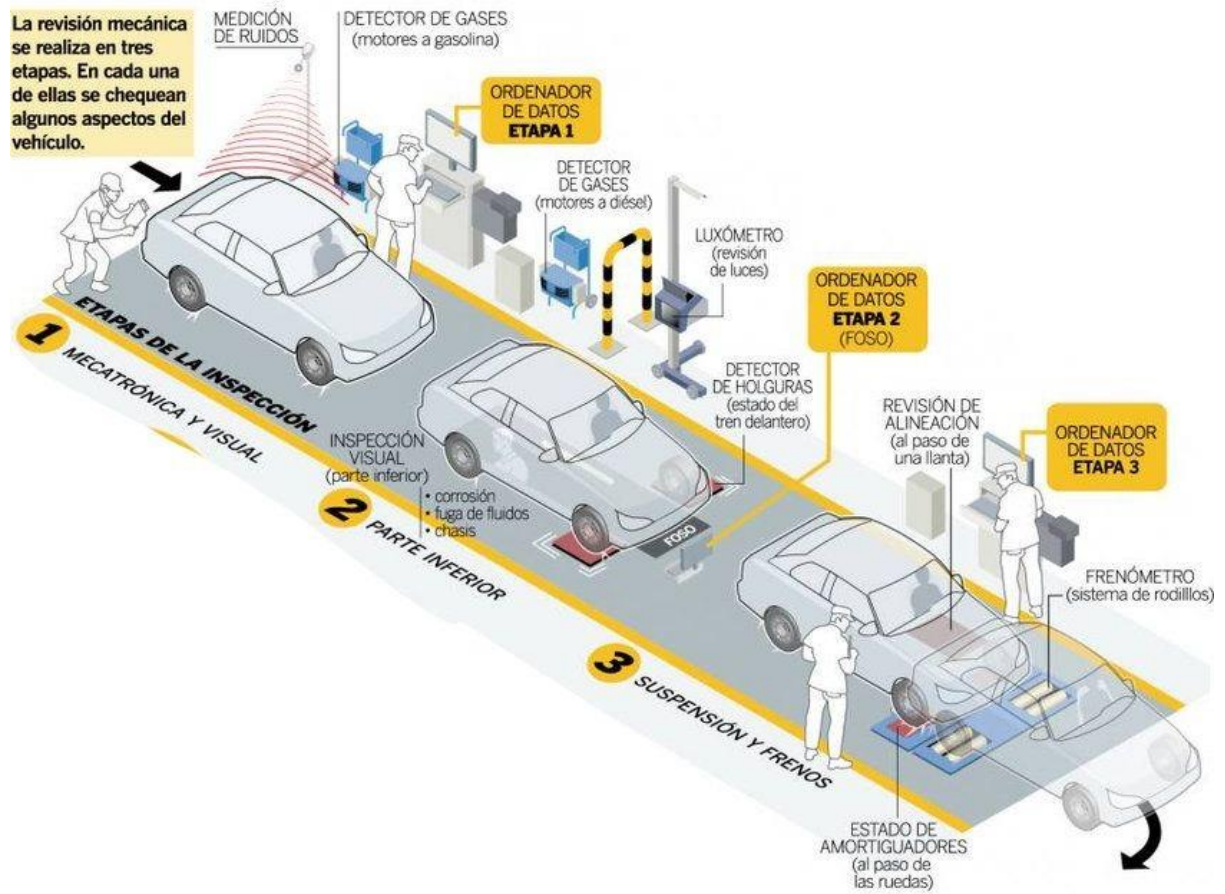
- La primera etapa es mecatrónica y visual. Donde se realiza análisis de gases, sonido, luces de los faros, en la visual se chequea el correcto funcionamiento de cinturones de seguridad, elevadores de vidrios, limpia parabrisas, luces de frenos, luces direccionales, cierre/aperturas de puertas y labrado de neumáticos.
- La segunda etapa es parte inferior o fosa. Donde se chequea fuga de fluidos, estado del chasis y detección de holguras en el tren delantero del vehículo.
- La tercera etapa es suspensión y frenos. Donde se chequea la alineación de las ruedas delanteras del vehículo, estado de los amortiguadores, peso del vehículo y estado del sistema de frenos.

Todos estos procesos de revisión antes mencionados se muestran de manera gráfica en

la Figura 22.

## Figura 22

*Etapas de la Revisión Técnica Vehicular.*



Fuente: (El Universo, 2015).

## Capítulo IV

### Análisis e Interpretación de Resultados

#### 4.1 Datos del Vehículo de Prueba Aveo

El vehículo utilizado para las pruebas en el frenómetro es el modelo Chevrolet Aveo Family, el cual está equipado en el eje delantero con frenos de discos y en el eje posterior con frenos de tambor.

A continuación, en la Tabla 12 se muestra la ficha técnica del sistema de frenos de este vehículo.

**Tabla 12**

*Ficha Técnica del Sistema de Frenos Chevrolet Aveo Family*

Aplicación		Descripción
Líquido de frenos		DOT 3
Reservorio	Capacidad	0.48L (16oz.)
Disco de freno	Ancho	256mm (10.08in)
	Ancho	10mm (0.4in)
Pastilla de freno	Límite de uso	2mm (0.08in)
	Diámetro interior	200mm (7.9in)
	Diámetro interior máximo	201mm (7.91in)
Tambor de freno	Ovalización	0.03mm (0.001in)
	Revestimiento	Ancho
(zapatas)	Límite de uso	1mm (0.04in)
	Calibración	0.3mm (0.01in)

*Nota.* Fuente: ITG Motors (s. f.) 2022. Especificaciones técnicas.

También hay que tener en consideración la presión y tamaño de los neumáticos. Los neumáticos utilizados son marca Land Sail con dimensiones 185/65R14, con una presión de 35PSI en todas las ruedas, véase la Figura 23.

### **Figura 23**

*Medida de Neumáticos Utilizados en las Pruebas de Freno*



#### **4.2 Evaluación de la Primera Prueba en el Frenómetro**

La evaluación o diagnóstico del sistema de freno del vehículo a prueba se realiza en el Centro de Revisión Técnica vehicular (CRTV) del Cantón Samborondón, en el cual solicitamos una revisión técnica vehicular voluntaria para ver el estado real en el que se encuentra el vehículo. En esta prueba se realiza las tres etapas de inspección técnica vehicular, como se puede visualizar en el gráfico de la figura 22.

Respecto al análisis del sistema de frenos, los resultados entregados por el frenómetro son los siguientes:

- En el eje delantero donde se realiza la primera medición del freno de servicio como podemos observar en la Figura 24. El vehículo con un peso de 735 kg en la parte delantera obtuvo un 72% de eficacia de frenado, con una fuerza de frenado de 2.64 kN en la rueda izquierda, también 2.57 kN en la rueda derecha y un desequilibrio del 3% como podemos apreciar en la Figura 25.

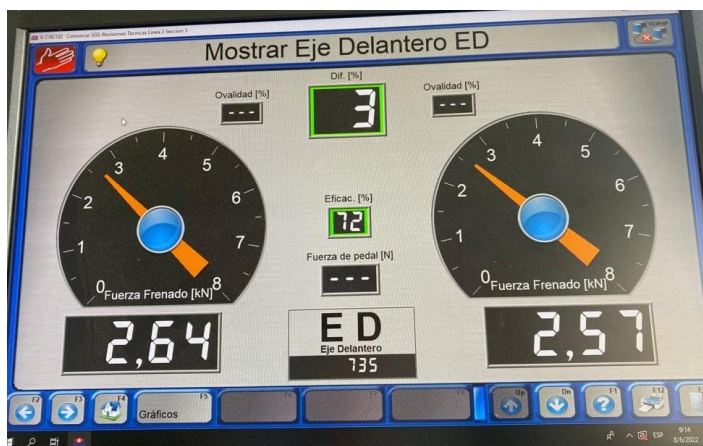


**Figura 24**

*Pruebas en el Frenómetro en el Primer Eje del Chevrolet Aveo family*

**Figura 25**

*Resultados del Freno de Servicio en el Primer Eje del Chevrolet Aveo Family*



Para comprobar que los resultados obtenidos por el frenómetro son correctos. Procedimos a utilizar la Ecuación 1 y 2 que se encuentra en la pág. 13 y 14 de este documento. Y así analizar la eficacia, el desequilibrio y la fuerza de frenado correspondiente con el peso del vehículo.

- Cálculo de Eficacia de Frenado - Eje Delantero.

$$E = \frac{F}{P \times 9.81} \times 100$$

$$E = \frac{2.64 \text{ kN} + 2.57 \text{ kN}}{0.735 \text{ kg} \times 9.81} \times 100$$



$$E = \frac{5.21 \text{ kN}}{7.21035} \times 100$$

$$E = 0.72 \times 100$$

$$E = 72.25 \%$$

- Cálculo de Desequilibrio de Frenado - Eje Delantero.

$$D = \frac{F_m - F_i}{F_m} \times 100$$

$$D = \frac{2.64 \text{ kN} - 2.57 \text{ kN}}{2.64 \text{ kN}} \times 100$$

$$D = \frac{0.07 \text{ kN}}{2.64 \text{ kN}} \times 100$$

$$D = 0.26 \times 100$$

$$D = 3 \%$$

Resueltas las ecuaciones podemos observar que las mediciones de eficacia y desequilibrio obtenidas por el frenómetro son correctas y que el sistema de frenos en el eje delantero funciona perfectamente, ya que con un 72% de eficacia de freno de servicio se encuentra en los rangos de umbrales de correcto funcionamiento establecidos por la Agencia de Tránsito y Movilidad (ATM) que podemos visualizar en la Tabla 13.

**Tabla 13***Umbrales del Sistema de Frenos*

<b>Umbrales del Sistema de Frenos</b>					
<b>Defecto</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Tipo de Defecto <sup>a</sup></b>			
		<b>Mecatrónico</b>	<b>OK</b>	<b>Tipo 1</b>	<b>Tipo 2</b>
	0 – 49%				•
Eficacia del freno	50 – 59%			•	
de servicio	60 – 69%		•		
	70 – 99%	•			
	0 – 15%	•			
Desequilibrio del	16 – 29%		•		
Freno de servicio	30 – 48%			•	
	49- 80%				•

*Nota.* Fuente: Agencia de Tránsito y Movilidad (ATM)

<sup>a</sup> Ok (no hay defecto), Tipo 1 (aceptable), Tipo 2 (deficiente chequear, pero el vehículo aprueba), Tipo 3 (grave el vehículo reprueba).

- Una vez verificado el correcto funcionamiento del sistema de frenos del eje delantero. Seguimos con la verificación del freno de estacionamiento como observamos en la Figura 26. El vehículo con un peso total de 1.258 kg obtuvo un 19% de eficacia de frenado, con una fuerza de frenado de 1.41 kN en la rueda izquierda, también 1.00 kN en la rueda derecha y un

desequilibrio del 29% como podemos apreciar en la Figura 27.

### Figura 26

*Prueba en el Frenómetro del Freno de Estacionamiento Del Chevrolet Aveo Family*



### Figura 27

*Resultados de la Prueba del Freno de Estacionamiento del Chevrolet Aveo Family*



En este caso no se realizará ninguna de las ecuaciones de verificación. Ya que el freno de estacionamiento simplemente se lo realiza por protocolo, porque este no influye en el resultado final de la prueba, porque el software Eurosystem en el momento de realizar el cálculo de la eficacia total del freno de servicio solo tiene presente la eficacia del pedal de frenos del eje delantero y posterior del vehículo.

- Por último, se procede a realizar la verificación del freno de servicio del eje posterior como podemos observar en la Figura 28. Donde el vehículo con un peso de 523 kg en la parte

posterior obtuvo un 24% de eficacia de frenado, con una fuerza de frenado de 0.63 kN en la rueda izquierda, también 0.58 kN en la rueda derecha y un desequilibrio del 8% como podemos apreciar en la figura 29.

### Figura 28

*Pruebas en el Frenómetro en el Primer Eje del Chevrolet Aveo family*



### Figura 29

*Resultados del Freno de Servicio en el Segundo Eje del Chevrolet Aveo Family*



A continuación, tal como se realizó en el primer eje se comprobará que los resultados obtenidos por el frenómetro son correctos utilizando las mismas ecuaciones 1 y 2, para así analizar la eficacia, el desequilibrio y la fuerza de frenado correspondiente con el peso del vehículo.

- Cálculo de Eficacia de Frenado - Eje Posterior.

$$E = \frac{F}{P \times 9.81} \times 100$$

$$E = \frac{0.63 \text{ kN} + 0.58 \text{ kN}}{0.523 \text{ kg} \times 9.81} \times 100$$

$$E = \frac{1.21 \text{ kN}}{5.13063} \times 100$$

$$E = 0.24 \times 100$$

$$E = 24 \%$$

- Cálculo de Desequilibrio de Frenado - Eje Posterior.

$$D = \frac{F_m - F_i}{F_m} \times 100$$

$$D = \frac{0.63 \text{ kN} - 0.58 \text{ kN}}{0.63 \text{ kN}} \times 100$$

$$D = \frac{0.05 \text{ kN}}{0.63 \text{ kN}} \times 100$$

$$D = 0.08 \times 100$$

$$D = 8 \%$$

Con las ecuaciones resueltas podemos observar que las mediciones de eficacia y desequilibrio obtenidas por el frenómetro son correctas y que el sistema de frenos del eje posterior tiene un serio problema de eficacia, ya que se encuentra en el rango de umbrales de defectos tipo 3 establecidos por la ATM que podemos visualizar en la Tabla 13 de la pág. 41 de este mismo documento. Este defecto es generado por la escasa fuerza de frenado en cada

una de sus ruedas posteriores.

Una vez obtenido los valores de eficacia de los dos ejes se procede a calcular la eficacia total del freno de servicio del vehículo.

- Cálculo de Eficacia Total del Freno de Servicio del Vehículo.

$$Et = \frac{F}{P \times 9.81} \times 100$$

$$Et = \frac{2.64 \text{ kN} + 2.57 \text{ kN} + 0.63 \text{ kN} + 0.58 \text{ kN}}{1.258 \text{ kg} \times 9.81} \times 100$$

$$Et = \frac{6.42 \text{ kN}}{12.34098} \times 100$$

$$Et = 0.52 \times 100$$

$$Et = 52 \%$$

Resuelta la ecuación podremos apreciar que, a pesar de este defecto en el eje posterior el vehículo logro aprobar la revisión de frenos con un 52% de eficacia total de frenado. Como podremos apreciar en el reporte de resultados otorgada por el Centro de Revisión Técnica Vehicular la Figura 30, el vehículo a nivel de frenos se encuentra en el Umbral de defectos tipo 2 como lo indica la tabla 13 de la pág. 41 de este mismo documento.

Pero a pesar de que el vehículo haya ha probado la revisión técnica vehicular a nivel de frenos. Eso no significa que la eficacia total de frenado se la óptima para garantizar que el sistema se encuentra en perfectas condiciones, ya que como podemos apreciar a través de las evaluaciones el vehículo es detenido casi en su totalidad por los frenos delanteros ya que la eficacia del eje posterior es muy baja por no decir prácticamente nula.

Otro de los motivos por los que el vehículo aprobó a pesar de ese porcentaje de eficacia total tan bajo. Es porque a raíz de la pandemia del COVID 19 que perjudico la economía de nuestro país, la Agencia de Tránsito y Movilidad (ATM) con el fin de ayudar a la ciudadanía




decidieron reducir los parámetros de revisión técnica vehicular, entre los que se encuentran los parámetros de frenos que actualmente están en un 50% mínimo de eficacia total del freno de Servicio y que antes de la pandemia estaban en un 55% de Eficacia Total del Freno de Servicio.

Tomando en consideración estos datos, podemos determinar que el sistema de frenos del vehículo no está en perfectas condiciones para circular por las avenidas de la ciudad y carreteras del país.

**Figura 30**

*Reporte de Resultado Revisión Técnica del Aveo Family*




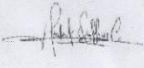
AGENCIA DE TRÁNSITO Y MOVILIDAD  
\*\*\*

**REPORTE DE RESULTADO**

PARA REALIZAR LA PRÓXIMA REVISIÓN OBLIGATORIA DEBE TENER ESTE DOCUMENTO

Usuario: LBAQUEBR  
Terminal: MATEXPRESS  
Oficina: CRTV - Norte - GYE  
Servidor: PROD-ATM  
Reporte: GOR0050

---

Nro.:	2812332	Marca:	CHEVROLET	CONDICIONAL RESULTADO	GSI3969
Fecha Revisión:	08-06-2022 09:23	Modelo:	AVEO FAMILY AC TM 1.5	PLACA	
		Año:	2013		
Gerente RTV - SGS 	Director de Revisión Técnica Vehicular ATM 	Nro. Chasis:	8LATD51Y9D0212456	VALIDO HASTA:	08-07-2022
		COOPERATIVA:		No. Defectos TIPO 3:	2
		Reg. ATM:	CANTÓN SAMBORONDON	No. Defectos TIPO 2:	12
		No. Revisión:	PRIMERA	LINEA:	0
				Kilometraje:	379343

Código	Descripción Defectos Visuales/ Mecatrónicos	Calificación	Ubicación
<b>SISTEMA DE ILUMINACION DEL VEHICULO</b>			
02010304	ALINEACION VERTICAL DE FARO FRONTAL IZQUIERDO.	TIPO2	-
02030103	MAL FUNCIONAMIENTO DE LA LUZ DE FRENO. ( )	TIPO3	15 17
02040103	MAL FUNCIONAMIENTO DE LAS LUCES DIRECCIONALES DELANTERAS. ( )	TIPO2	9
<b>DIREC/TREN DEL</b>			
03050103	FUGAS DE FLUIDO HIDRAULICO EN DIRECCION. ( )	TIPO2	10
03090101	CONVERGENCIA O DIVERGENCIA EN DIRECCION SUPERIOR AL LIMITE $\lambda$ 1 m/Km	TIPO3	0
<b>SISTEMA DE FRENOS</b>			
04020101	INCORRECTA EFICACIA DE FRENO DE ESTACIONAMIENTO 2º EJE	OK	-
04030101	INCORRECTA EFICACIA DEL FRENO DE SERVICIO.	TIPO2	-
04030201	DESEQUILIBRIO DEL FRENO DE SERVICIO EN EL 1º EJE.	OK	0
04030301	DESEQUILIBRIO DEL FRENO DE SERVICIO EN 2 EJES.	OK	-
<b>SISTEMA DE SUSPENSION</b>			
05010301	INCORRECTA EFICACIA DE SUSPENSION 1 EJE	TIPO2	19
05010301	INCORRECTA EFICACIA DE SUSPENSION 1 EJE	TIPO2	18
05010401	DESEQUILIBRIO DE SUSPENSION 1ER EJE.	OK	0
05010501	INCORRECTA EFICACIA DE SUSPENSION 2DO. EJE.	TIPO2	19
05010501	INCORRECTA EFICACIA DE SUSPENSION 2DO. EJE.	TIPO2	18
05010601	DESEQUILIBRIO DE SUSPENSION 2DO. EJE.	OK	1
05050103	BUJES DE CAUCHOS DETERIORADOS O INEXISTENTES. ( )	TIPO2	11
<b>CHASIS</b>			
06020106	FUGAS DE ACEITE EN TRANSMISION. ( )	TIPO2	10
<b>LLANTAS</b>			
08010105	NEUMÁTICO CON ROTURAS, CORTES O FALLAS. (desgaste bordes	TIPO2	9 15 17
<b>ESTADO GENERAL DEL VEHICULO</b>			
09060402	ACCIONAMIENTO ELEVADORES DE VIDRIOS DEFECTUOSO ( )	TIPO2	12
<b>CONTAMINACION AMBIENTAL</b>			
10020101	INCORRECTA EMISION DE CO CORREGIDO EN RALENTI	OK	-
10020103	INCORRECTA EMISION DE O2 EN RALENTI	OK	-
10020104	INCORRECTA EMISION DE HC EN RALENTI	OK	-
10020106	MEDICION DE RPM	OK	-
10020501	INCORRECTA EMISION DE CO CORREGIDO EN ALTAS RPM	OK	-
10020504	INCORRECTA EMISION DE HC EN ALTAS RPM	OK	-

Todas las especificaciones contenidas en el reporte están basadas en la información de producto más reciente disponible en el momento de su publicación.

Nota: tiene un plazo de 30 días para regresar a realizar la siguiente RTV EXCEPTO en los casos en que se trate de vehículos de transporte público o de uso intensivo, ya que estos atienden a un calendario de convocatoria SEMESTRAL que termina el 30 de JUNIO y 31 de DICIEMBRE de cada año respectivamente.

### 4.3 Evaluación de la Segunda Prueba en el Frenómetro

Una vez evaluado los resultados de la primera prueba, se procede a llevar el vehículo al taller donde se le realiza el trabajo de reparación de los frenos posteriores como podemos apreciar en la Figura 31.

**Figura 31**

*Reparación de Tambores Posteriores Derecho e Izquierdo del Chevrolet Aveo Family*



Donde se procede a realizar el desmontaje de los componentes del sistema de frenos posterior del vehículo, retirando las zapatas en mal estado y limpiando el asbesto producto del desgaste de las zapatas como se puede observar en la Figura 32.

**Figura 32**

*Desarme y Limpieza del Sistema de Freno Posteriores Derecho e Izquierdo del Chevrolet*

*Aveo Family*





A continuación, se procede a armar y colocar las zapatas nuevas en ambos tambores como se observa en la Figura 33.

### Figura 33

*Colocación y Regulación de las Zapatas de Freno del Chevrolet Aveo Family*



Una vez que las zapatas estén colocadas correctamente, con un destornillador plano se debe realizar la respectiva regulación de las zapatas, a través de la tuerca ajustable que se encuentra debajo del cilindro de frenos del tambor como se observa en la Figura 31 para que las zapatas acoplen correctamente con el tambor.

En este caso los tambores de freno del vehículo fueron remplazados por unos nuevos como se aprecia en la Figura 34, ya que los anteriores presentaban un desgaste muy pronunciado en la zona de fricción contra las zapatas como se puede apreciar en la Figura 34.

### Figura 34

*Reemplazo de los Tambores de Freno del Chevrolet Aveo Family*



Después de haber realizado los ajustes y remplazo de los componentes del sistema de freno posterior, se procedió a llevar el vehículo al CRTV de Samborondón, para verificar el efecto de los cambios realizados en el sistema de freno posterior, pero los resultados obtenidos fueron negativos ya que el vehículo no presento mejoras.

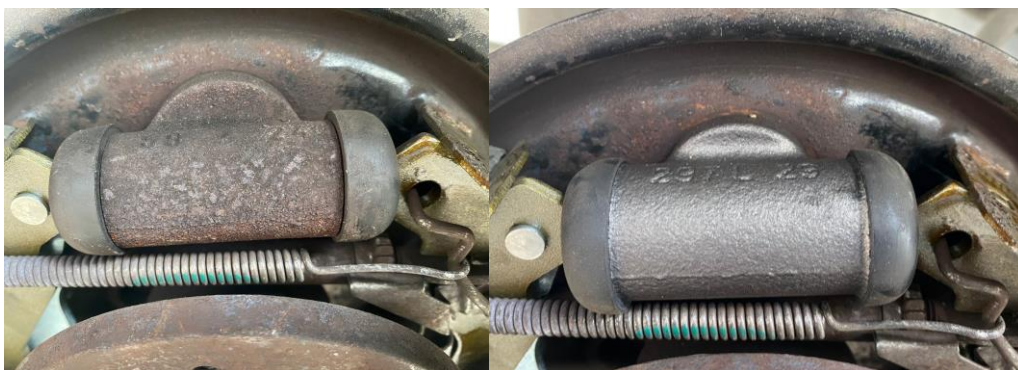
Debido a que el vehículo no podía frenar en los rodillos, porque las zapatas aún no se acoplaban al tambor y el vehículo seguía presentando falta de fuerza en el sistema de frenos posterior, Por ese motivo se tuvo que parar lo rotillos para que el vehículo pueda salir del frenómetro. Después de 15 minutos se procedió a realizar un segundo intento, pero los resultados seguían siendo los mismo.

#### **4.4 Evaluación de la Tercera Prueba en el Frenómetro**

En base a los resultados obtenidos de la verificación anterior, que arrojaron que el sistema de freno posterior seguía con falta de fuerza de frenado. En el taller se decide remplazar los cilindros de frenos de ambas ruedas posteriores como se observa en la Figura 35.

#### **Figura 35**

*Cambio de Cilindro de Freno de Ambas Ruedas Posteriores*



Realizar un purgado al sistema de frenos del vehículo reemplazando todo el líquido de frenos que se encontraba en muy mal estado, realizar este proceso de purgado es obligatorio. Ya que, al realizar este cambio el sistema se llena de aire ocasionando burbujas en el interior del sistema de frenos impidiendo su correcto funcionamiento.

Para realizar este proceso se debe limpiar el reservorio y llenarlo con el líquido de

frenos nuevo como se observa en la Figura 36 después de eso se debe bombear el pedal de freno un aproximado de 15 veces, una vez realizado el bombeo, se deberá pisar el pedal hasta el fondo y de manera inmediata girar el tornillo de purgar hacia la derecha como se aprecia en la Figura 37 este proceso se debe realizar varias veces hasta que por el tornillo de purga comience a salir el líquido nuevo, esto se deberá ejecutar en ambas ruedas posteriores.

### **Figura 36**

*Limpieza de Reservorio y Llenado de Líquido Nuevo de Freno*



### **Figura 37**

*Tornillo de Purga del Sistema de Freno Posterior*



Una vez realizado el proceso de mantenimiento, se procedió a llevar el vehículo al CRTV de Samborondón, para verificar el efecto de los cambios realizados en el sistema de



freno posterior a través del frenómetro como se observa en la Figura 38.

Los resultados obtenidos fueron favorables ya que el vehículo con un peso de 519 kg en la parte posterior obtuvo un 55% de eficacia de frenado, con una fuerza de frenado de 1.40 kN en la rueda izquierda, también 1.43 kN en la rueda derecha y un desequilibrio del 2% como podemos apreciar en la Figura 38.

### Figura 38

*Tercera Prueba en el Frenómetro del Freno Posterior del Chevrolet Aveo Family*



### Figura 39

*Resultados de la Tercera Prueba del Freno Servicio Posterior del Chevrolet Aveo Family*



A continuación, tal como se realizó en la primera evaluación del eje posterior se comprobará que los resultados obtenidos por el frenómetro son correctos utilizando las mismas ecuaciones 1 y 2, para así analizar la eficacia, el desequilibrio y la fuerza de frenado

correspondiente con el peso del vehículo.

- Cálculo de eficacia de frenado - Eje posterior.

$$E = \frac{F}{P \times 9.81} \times 100$$

$$E = \frac{1.40 \text{ kN} + 1.43 \text{ kN}}{0.519 \text{ kg} \times 9.81} \times 100$$

$$E = \frac{2.83 \text{ kN}}{5.09139} \times 100$$

$$E = 0.55 \times 100$$

$$E = 55 \%$$

- Cálculo de desequilibrio de frenado - Eje posterior.

$$D = \frac{F_m - F_i}{F_m} \times 100$$

$$D = \frac{1.43 \text{ kN} - 1.40 \text{ kN}}{1.43 \text{ kN}} \times 100$$

$$D = \frac{0.03 \text{ kN}}{1.43 \text{ kN}} \times 100$$

$$D = 0.02 \times 100$$

$$D = 2 \%$$

Con las ecuaciones resueltas podemos observar que las mediciones de eficacia y desequilibrio obtenidas por el frenómetro son correctas y que el sistema de frenos del eje posterior funciona de una manera favorable, ya que se encuentra en el rango de Umbrales de

defectos tipo 2 establecidos por la ATM que podemos visualizar en la Tabla 13 de la pág. 41 de este mismo documento, esto a su vez genera que la eficacia total del freno de servicio de este vehículo aumente considerablemente de un 52% que se encontraba con anterioridad, a un 65% de eficacia total del freno de servicio como se comprobara con la siguiente ecuación:

- Cálculo de Eficacia Total de Frenado del Vehículo.

$$Et = \frac{F}{P \times 9.81} \times 100$$

$$Et = \frac{2.64 \text{ kN} + 2.57 \text{ kN} + 1.40 \text{ kN} + 1.43 \text{ kN}}{1.258 \text{ kg} \times 9.81} \times 100$$

$$Et = \frac{8.04 \text{ kN}}{12.34098} \times 100$$

$$Et = 0.65 \times 100$$

$$Et = 65 \%$$

Pudiendo así garantizar que el vehículo a nivel de frenos se encuentre en perfectas condiciones para circular por las avenidas y carreteras del país. Ya que se encuentre en los rangos permitidos por la Agencia de Tránsito y Movilidad (ATM), antes de la pandemia y postpandemia.

#### **4.5 Gráfico de Impacto en el Sistema de Frenos del Chevrolet Aveo Family Luego de las Correcciones y Mantenimiento**

A continuación, se mostrará los datos que resumen en detalle como influyen todos los procesos de mantenimientos realizados en el vehículo a prueba para poder alcanzar un funcionamiento óptimo de su sistema de frenos, enfocado se principalmente en el eje posterior de dicho sistema (Tabla 14) y (Figura 40).

**Tabla 14***Datos de las Evaluaciones Realizadas en el Frenómetro*

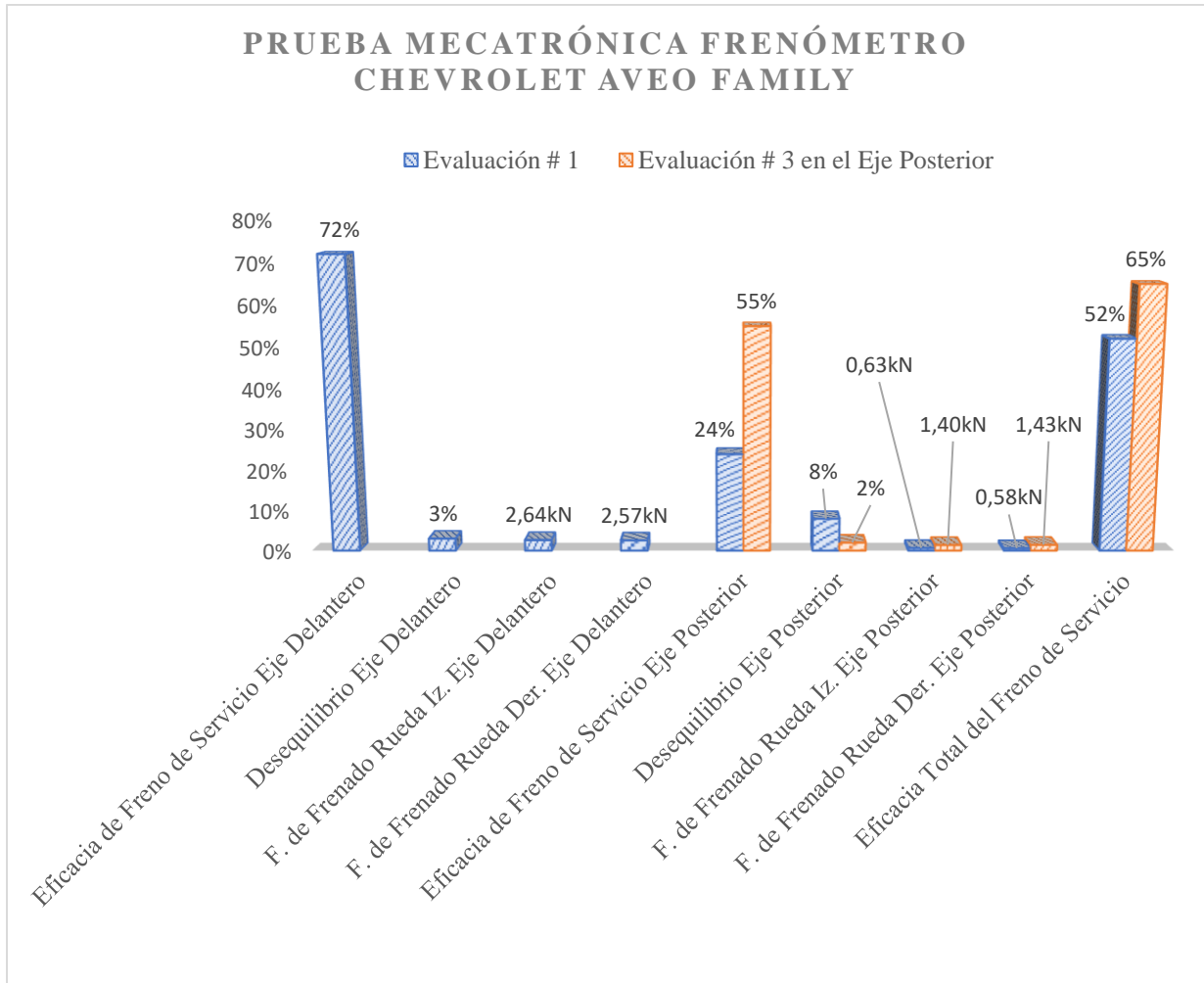
<b>Prueba Mecatrónica</b>		
<b>Frenómetro</b>		
<b>Sistema de Frenos</b>	<b>Evaluación # 1</b>	<b>Evaluación # 3 en el Eje Posterior</b>
<b>Chevrolet Aveo Family</b>		
Eficacia de Freno de Servicio Eje Delantero	72%	
Desequilibrio Eje Delantero	3%	
F. de Frenado Rueda Iz. Eje Delantero	2,64 kN	
F. de Frenado Rueda Der. Eje Delantero	2,57 kN	
Eficacia de Freno de Servicio Eje Posterior	24%	55%
Desequilibrio Eje Posterior	8%	2%
F. de Frenado Rueda Iz. Eje Posterior	0,63 kN	1,40 kN
F. de Frenado Rueda Der. Eje Posterior	0,58 kN	1,43 kN
Eficacia Total del Freno de Servicio	52%	65%

Como se aprecia en la Figura 40, hay una considerable mejoría en la tercera evaluación en el eje posterior del sistema de frenos con respecto a la primera evaluación, pasando de un 24% de eficacia de freno de servicio a un 55%, esto debido a que la fuerza de frenado en las ruedas posteriores aumentaron de 0,63 kN a 1,40 kN en la rueda posterior izquierda y de un 0,58 kN a 1,43 kN en la rueda posterior derecha y debido al gran impacto que causaron los mantenimientos realizados en el sistema de freno posterior, esto repercutió en la eficacia total del freno de servicio que paso de 52% a 65%. Teniendo en cuenta los parámetros que contempla la Agencia de Tránsito y Movilidad (ATM) se puede garantizar que el sistema de frenos del vehículo se encuentre en perfecto estado de funcionamiento.

**Figura 40**

*Gráfico de Impacto de la Correcciones y Mantenimientos en el Sistema de Frenos del*

*Chevrolet Aveo Family*





## Conclusiones

A través del estudio realizado con la primera prueba se pudo identificar un serio problema en el sistema de frenos del vehículo, ya que el sistema de frenos posterior no estaba realizando sus funciones correctamente debido a la escases de fuerza de frenado en sus ruedas posteriores y la tarea de detener el vehículo la estaba ejecutando por completo el sistema de frenos delantero con 72% de eficacia de freno de servicio, versus el 24% de eficacia de freno de servicio en el eje posterior, perjudicando seriamente el rendimiento general del sistema de frenos.

En base a esos resultados se realizaron varias correcciones y procesos de mantenimiento los cuales están detallados en este presente proyecto, causando un impacto favorable en el rendimiento del sistema de frenos, ya que al conseguir aumentar la fuerza de frenado en las ruedas posteriores estas lograron alcanzar un 55% de eficacia de freno de servicio.

Permitiendo este mejorar el porcentaje de eficacia total del freno de servicio del vehículo considerablemente de un 52% a un 65% de eficacia total del freno de servicio, que permitieron al vehículo alcanzar los estándares óptimos de funcionamiento establecidos por la Agencia de Movilidad y Tránsito (ATM) para poder circular con normalidad por las avenidas y carreteras del país.

### **Recomendaciones**

Tomando como base el estudio realizado en este presente proyecto, para evitar inconvenientes en el sistema de frenos del vehículo al momento de realizar la revisión técnica vehicular anual, se puede recomendar acudir a su taller de confianza cada 15.000 o 25.000 km para hacer chequeos de mantenimientos preventivos y correctivos del sistema de frenos para evitar inconvenientes futuros, enfocándose principalmente en el eje posterior del sistema.

Hay que tener presente que el tambor no presente oxidación, deformación, ovalación, grietas, ni surcos que perjudiquen el rendimiento del sistema de freno posterior, en caso de existir un desgaste excesivo en los componentes del eje posterior, sustituir estos componentes en ambas ruedas con repuestos de buena calidad y confianza para prevenir funcionamientos irregulares.

Una vez estén cambiadas las piezas, con sus respectivos ajustes, se aconseja efectuar un rodaje para que las piezas se puedan acoplar y asentar, siempre evitando los frenazos bruscos durante los primeros 5.000 km de haber realizado el cambio. Todo esto nos permitirá tener un gran porcentaje de probabilidad de aprobar con éxito la revisión técnica vehicular.

### Bibliografía

- Ambewadikar, N., Subramanian, K., Wadodkar, A., & Raajha, M. P. (2022). *Investigation of Brake-judder through Caliper Vibrations due to the Effects of Friction Pad Properties, Disc Thickness Variation and Brake Torque Variation using a Dynamometer. ARAI Journal of Mobility Technology, 2(3), p280-289.*
- Bazante Bazante, W. A. (2020). *Proceso de implementación de la electromovilidad para una flota pequeña de vehículos MI en Guayaquil.*
- Bosch, R. (2003) *Sistemas de frenos convencionales y electronicos.* Bosch.
- Diario El Comercio. (2019, 01 de noviembre) Parque automotriz de ecuador. *El Comercio.* consultado el 14 de diciembre de 2021. <https://www.elcomercio.com>
- General Motor. (2005, 14 de agosto) *Manual Aveo pdf 2005.* Slideshare. consultado el 14 de diciembre de 2021. <https://www.slideshare.net/nero33/manual-aveo-pdf-2005>
- General Motor. (2018, 09 de noviembre) *Manual del propietario Chevrolet Aveo.* Amazon s3. consultado el 14 de diciembre de 2021. <https://s3.amazonaws.com>
- Getauto. (2017) *Sistema de Frenos.* Getauto. consultado el 25 de marzo de 2022. <https://getauto.es/sistema-de-frenos/>
- Hee, K. W., & Filip, P. (2005). *Performance of ceramic enhanced phenolic matrix brake lining materials for automotive brake linings. Wear, 259(7-12), 1088-1096.*
- Instituto Ecuatoriano de Normalizacion. (2003, 15 de enero) *Parametros de Revisión Técnica Vehicular.* Instituto Ecuatoriano de Normalizacion. Consultado el 25 de marzo de 2022. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2349.pdf>
- Maji, E. B.-R. (2020, 27 de enero) *Knowledge E.* consutado el 30 de abril de 2022. <https://knepublishing.com>
- Noroña, M. V., & Gómez, M. F. (2019). *Desarrollo e innovación de los sistemas mecatrónicos en un automóvil: una revisión. Enfoque UTE, 10(1), 117-127.*

Mecanico Automotriz. Org. (2015, 29 de junio) *Mecanico Automotriz. Org.* Mecanico Automotriz. Org. consultado el 16 de mayo de 2002.

<https://www.mecanicoautomotriz.org>

Paredes Morales, B. M. (2021). *Determinación de la Eficacia del Frenado en un Vehículo Chevrolet Aveo Emotion utilizando Distintos Materiales de Fricción en los Elementos Frenantes (Doctoral dissertation, GUAYAQUIL/UIDE/2021).*

**Anexos**

Anexo 1

Encuesta a los Inspectores de Revisión Técnica Vehicular

**Revisión Técnica Vehicular en Guayaquil**

**Datos.**

**Fecha:**

**Nombres:**

**Apellidos:**

**Celular:**

**Cedula:**

**Cargo que Desempeña:**

**1. ¿Qué marcas consideras presentan más inconvenientes para pasar la revisión técnica vehicular?**

- Nissan
- Toyota
- Chevrolet
- Hyundai
- Mazda
- Kia
- Ford
- Renault
- Otras

**2. ¿De las marcas antes indicadas que modelos consideras que presentan más problemas para pasar la prueba de frenos?**

.....  
.....

**3. ¿En base a su experiencia en que eje estos vehículos presentan mayor problema de frenado?**

- Delantero
- Posterior

**4. ¿En base a su experiencia, cuál considera usted que sea la principal razón de la falla de freno dentro de las pruebas que se realizan en la revisión técnica vehicular (desequilibrio, fuerza de frenado, otro)?**

.....  
.....  
.....

**5. ¿En base a su respuesta anterior, cuáles considera usted que son las causas que generan ese fallo?**

.....  
.....  
.....

**6. ¿En base a su respuesta anterior cree usted que esto influya en las probabilidades de que el vehículo reprobé al momento de pasar la revisión técnica mecánica, sí o no y por qué?**

- Si
- No

.....  
.....  
.....

**7. Comentario (Opcional)**

.....  
.....  
.....  
.....

