



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

Análisis Comparativo entre sistemas de frenos ABS Y
Convencional, para determinar la eficiencia de frenado en vehículos
livianos de 1300cc.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

AUTOR:

Willis Llontop, Marco Antonio (ORCID:0000-0002-3059-1062)

ASESOR:

Dr. Carranza Montenegro, Daniel (ORCID:0000-0001-6743-6915)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos

CHICLAYO- PERÚ

2020

DEDICATORIA

Este presente trabajo está dedicado primeramente a Dios, y a mis queridos padres por quienes han sido la parte fundamental en mis estudios, y por sus palabras de aliento que han impregnado en mí.

Como también a todas aquellas personas que me apoyaron en su momento con palabras de aliento para cumplir mis metas

Marco

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a Dios las oportunidades que nos brinda día a día guiándonos hacia un propósito.

Agradecer también por el apoyo recibido por parte mi familia desde mis padres y hermanos hasta mis tíos y primos. Mis padres que siempre han estado apoyándome, desde que empezara a estudiar esta hermosa y bonita carrera que es la ingeniería mecánica eléctrica y estoy seguro que se sentirán muy orgullosos de mí.

Quiero mostrar mis más sinceros agradecimientos a mis compañeros de clases y amigos que han hecho que la carrera sea más agradable y por el compañerismo formado

Marco

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Indice de gráficos y figuras	vi
Índice de abreviaturas	vii
Resumen.....	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	12
3.2. Variables y operacionalización.....	12
3.3. Población, Muestra y muestreo.....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5. Procedimientos.....	13
3.6. Método de análisis de datos.....	13
3.7. Aspectos éticos.....	14
IV. RESULTADOS	15
V. DISCUSIÓN.....	44
VI. CONCLUSIONES	47
VII. RECOMENDACIONES.....	49
REFERENCIAS.....	50
ANEXOS.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. <i>Registros de Desequilibrio y eficiencia de frenado sistema ABS</i>	16
Tabla 02. <i>Registros de Desequilibrio y eficiencia de frenado sistema Convencional</i>	20
Tabla 03. <i>Rango de eficiencia de frenado con ABS</i>	24
Tabla 04. <i>Rango de eficiencia de frenado convencional</i>	25
Tabla 05. <i>Valores de desequilibrio con calificación de falta</i>	26
Tabla 06. <i>Valores de eficiencia con calificación de falta</i>	27
Tabla 07. <i>Valores de distancia de freno</i>	28
Tabla 08. <i>Resultados de mediciones de frenado con sistema ABS</i>	29
Tabla 09. <i>Cálculo de desequilibrio de frenado con sistema ABS</i>	30
Tabla 10. <i>Cálculo de Eficiencia de Frenado (%)</i>	32
Tabla 11. <i>Resultados de mediciones de frenado con sistema de frenos convencional</i>	33
Tabla 12. <i>Cálculo de desequilibrio de frenado con sistema de frenos convencional</i>	34
Tabla 13. <i>Cálculo de Eficiencia de Frenado Vehículos con sistema de freno convencional (%)</i>	35
Tabla 14. <i>Resultado de Mediciones de Distancia de Frenado.</i>	37

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 01. Unidad Hidráulica.	6
Figura 02. Freno Hidráulico.	7
Figura 03. Elementos del freno Hidráulico.....	7
Figura 04. Partes del sistema de frenos ABS.....	9
Figura 05. Rango de eficiencia para sistema de frenos ABS.....	24
Figura 06. Rango de eficiencia para sistema de frenos Convencional.....	25
Figura 07. Desequilibrio del sistema de frenos ABS.....	31
Figura 08. Eficiencia de frenado del sistema de frenos ABS.....	32
Figura 09. Desequilibrio del sistema de frenos convencional.....	35
Figura 10. Eficiencia de frenado del sistema de frenos Convencional.....	36
Figura 11. Distancia de Frenado de vehículos con sistema ABS a diferentes velocidades.....	37
Figura 12. Distancia de Frenado de vehículos con sistema de frenos convencional a diferentes velocidades.....	38
Figura 13. Comparación de Desequilibrio de frenado sistema de frenos ABS y Convencional.....	39
Figura 14. Comparación de eficiencia de frenado de sistema de frenos ABS y Convencional.....	40
Figura 15. Comparación de distancia de frenado a velocidad de 120 Km/h de sistema de frenos ABS y Convencional.....	41
Figura 16. Comparación de distancia de frenado a velocidad de 100 Km/h de sistema de frenos ABS y Convencional.....	42
Figura 17. Comparación de distancia de frenado a velocidad de 80 Km/h de sistema de frenos ABS y Convencional.....	43

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

a:.....	Aceleración
ABS:	sistemas de frenos antibloqueo
CC:.....	centímetros cúbicos
D:.....	Desequilibrio
d:.....	distancia
E:.....	Valor de la eficacia
F:.....	Suma de todas las fuerzas de frenado
Fd:.....	Fuerza de frenado de la rueda derecha
Fi:.....	Fuerza de frenado de la rueda izquierda
Fmáx:.....	Fuerza de frenado máxima
Fmín:	Fuerza de frenado mínima
g:.....	Aceleración de la gravedad
KN:.....	Kilo Newton
M.M.A:.....	Masa máxima autorizada
MTC:.....	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
t:.....	Tiempo de frenado
Vf:.....	Velocidad final
Vo:.....	Velocidad inicial

RESUMEN

El presente trabajo de investigación denominado: “Análisis COMPARATIVO ENTRE SISTEMAS DE FRENOS ABS Y CONVENCIONAL, PARA DETERMINAR LA EFICIENCIA DE FRENADO EN VEHÍCULOS LIVIANOS DE 1300CC”, está contemplado dentro de las tecnologías automotrices en cuanto a los sistemas de frenos existentes; en el cual el objeto de estudio es la comparación de la eficiencia de los frenos ABS y los frenos convencionales; la evaluación se hizo en vehículos livianos de 1300CC.

En principio se realizó el análisis de los registros de eficiencia de frenado de los vehículos de 1300 cc, que realizaron pruebas de frenado en los Centros de Inspección Técnico Vehicular, dichas mediciones fueron de la fuerza del frenado y el desequilibrio entre las ruedas, con lo cual se calculó la eficiencia del frenado.

Se determinó los parámetros del sistema de frenos, tales como desequilibrio, distancia de frenado, tiempo de frenado y velocidad del vehículo, en la eficiencia de frenado.

Luego se realizó mediante un protocolo previamente establecido, las pruebas en los vehículos para determinar la eficiencia de frenado, en sistema ABS y sistema de frenos convencional. Se hizo las mediciones del tiempo de respuesta de frenado a diferentes velocidades del vehículo, así como también la distancia recorrida antes de detenerse. Finalmente se evaluó las diferencias del desequilibrio, eficiencia de frenado y distancia de frenado a 120, 100 y 80 Km/h de velocidad, para sistemas ABS y sistemas de frenos convencional.

Palabras claves: Eficiencia de frenado, desequilibrio, tiempo de respuesta de frenados, sistema de frenos ABS y convencional.

ABSTRACT

This research work called: "COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN ABS AND CONVENTIONAL BRAKE SYSTEMS, TO DETERMINE BRAKING EFFICIENCY IN 1300CC LIGHT VEHICLES", is contemplated within automotive technologies in terms of existing brake systems; in which the object of study is the comparison of the efficiency of ABS brakes and conventional brakes; the evaluation was done on 1300CC light vehicles.

In principle, the analysis of the braking efficiency records of the 1300 cc vehicles was carried out, which carried out braking tests at the Vehicle Technical Inspection Centers, these measurements were of the braking force and the imbalance between the wheels, with which which the braking efficiency was calculated.

The parameters of the brake system, such as imbalance, braking distance, braking time and vehicle speed, were determined in the braking efficiency.

Then it was carried out by means of a previously established protocol, the tests on the vehicles to determine the braking efficiency, in ABS system and conventional braking system. Braking response time measurements were made at different vehicle speeds, as well as the distance traveled before stopping.

Finally, the differences in the parameters that influence the braking efficiency for ABS systems and conventional brake systems were evaluated.

Keywords: Braking efficiency, unbalance, braking response time, ABS and conventional bra

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, los vehículos automotrices han incorporado sistemas de frenos antibloqueo (ABS), para incrementar los niveles de seguridad al momento que una unidad tiene que realizar un frenado, ante cualquier eventualidad dentro de su desplazamiento, sin embargo el equipamiento de los frenos ABS no es para todas las ruedas, en algunos casos son solo para las ruedas posteriores, en otros casos para las ruedas delanteras, y algunos vehículos si tienen el equipamiento completo del sistema en las 4 ruedas.

Así mismo, en la ciudad de Chiclayo, el parque automotor se ha renovado constantemente, tanto para el servicio público de pasajeros como para el servicio particular, sin embargo existe aproximadamente el 30% de vehículos livianos que no tienen el sistema de frenos antibloqueo, es decir tienen un sistema de frenos con asistencia hidráulica, pero no se cuenta con un estudio para determinar la variación de la eficiencia en el frenado, de la distancia del frenado y del tiempo de frenado, a fin de evaluar si dichos parámetros están dentro de los estipulado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en el marco de las revisiones técnicas periódicas.

La eficiencia del frenado de las ruedas, tanto en sistemas de frenos ABS como en sistemas de frenos convencional, es un parámetro que determina la eficacia del sistema, y brinda niveles de seguridad a la unidad en la eventualidad de hacer uso de manera intempestiva el freno, siendo un problema para muchos conductores, el conocer en qué medida la eficiencia del frenado asegura que el vehículo va a superar el inminente choque con otras unidades u obstáculos en la carretera.

“Las revisiones técnicas vehiculares no tienen en su reglamentación la exigencia del uso de sistemas de frenos antibloqueo, solamente que exista eficiencia y equilibrio en los frenos” (MTC, 2015, p.4).

Desde el punto de vista tecnológico, los vehículos con sistemas de frenos ABS, utilizan el control electrónico del sistema de frenos hidráulicos, que por intermedio de sensores ubicados en el sistema de frenado, informan de parámetros de funcionamiento, para

que dicha información sea procesada en un tiempo óptimo por la unidad de control electrónico de frenos ABS, y determine la acción del sistema, influyendo en las variables de la eficiencia, distancia y el tiempo de frenado; pero se ha evidenciado que aún con el sistema de frenos antibloqueo, la capacidad de respuesta no es la óptima, en su comparación con el sistema de frenos convencional, debido a causas técnicas, de mantenimiento y de operatividad del vehículo.

Los vehículos automotores livianos de 1300 cc, se utilizan en un 70% dentro de la ciudad de Chiclayo para servicio de transporte público de pasajeros, por lo cual resulta significativo el análisis de la eficiencia de frenado en éste tipo de unidades, teniendo entre 30 y 40% de vehículos de ésta capacidad de cilindrada de motor, con sistemas de frenos convencionales.

Se justifica técnicamente la investigación, porque mediante las mediciones en los parámetros de funcionamiento de los dispositivos mecánicos, eléctricos e hidráulicos, se determina la variación de éstos y su influencia en la eficiencia de frenado; así como también la distancia de frenado; la modulación del valor de la presión del líquido de frenos y la maniobrabilidad del conductor son aspectos que se evalúan en ésta investigación.

Económicamente la comparación del sistema de frenos, permite tomar decisiones en cuanto a la adquisición de un vehículo equipado con sistema ABS o con sistema de frenos convencional, es decir nos permite conocer la influencia que tiene el costo del sistema ABS comparado con un convencional, desde el punto de vista de la seguridad del transporte.

En el ámbito social, es donde tiene mayor justificación, porque al tener conocimiento de la eficiencia de frenado de los vehículos, lo conductores realizan la maniobra de frenado dentro de los estándares establecidos para ambos tipos d sistemas de frenado, con lo cual se evitan los accidentes de tránsito, y por ende se evita el perjuicio hacia los peatones, conductores y pasajeros. El frenado a una distancia apropiada garantiza que el sistema de frenos ABS o convencional responda de manera adecuada.

La eficiencia de frenado consigue, que el vehículo al momento de frenar, toda energía mecánica del motor de combustión interna sea absorbido por el sistema de frenos en forma de calor; por lo tanto si la eficiencia de frenado tiene valores inaceptables, se incrementa el consumo de combustible, debido a que se incrementan los parámetros de funcionamiento del sistema de frenos; el incremento del consumo de combustible tiene consecuencias directas al incremento de emisiones de dióxido de carbono y otros gases inherentes a la combustión, por lo tanto se incrementa la contaminación ambiental.

La formulación del problema es ¿Cómo determinar la eficiencia de frenado, mediante un análisis comparativo entre sistemas de frenos ABS y convencional en vehículos livianos de 1300cc?

El objetivo de la investigación es realizar un análisis comparativo entre los sistemas de frenos ABS y convencional para determinar la eficiencia del frenado, para lo cual se estableció cuatro objetivos específicos que son:

- Realizar el análisis de los registros de eficiencia de frenado de los vehículos de 1300 cc, que realizaron pruebas de frenado en los Centros de Inspección Técnico Vehicular.
- Determinar los parámetros del sistema de frenos, tales como desequilibrio, distancia de frenado, tiempo de frenado y velocidad del vehículo, en la eficiencia de frenado.
- Realizar mediante un protocolo establecido, las pruebas en los vehículos para determinar la eficiencia de frenado, en sistema ABS y sistema de frenos convencional.
- Evaluar las diferencias de los parámetros que influyen en la eficiencia de frenado para sistemas ABS y sistemas de frenos convencional.

La hipótesis de la investigación es que con el análisis comparativo entre sistema de freno ABS y convencional ¿se determinará la eficiencia del frenado en vehículos livianos de 1300 cc?

II. MARCO TEÓRICO

Existen estudios realizados en los sistemas de frenos ABS, así como también en sistemas de frenado convencional, teniendo como objeto de estudio la seguridad de que los sistemas respondan ante una eventualidad, de los cuales se ha obtenido criterios y procedimientos de determinar parámetros de operación de los dispositivos del sistema de frenos, entre los cuales se menciona:

(Velásteguí. A, 2015), en la investigación titulada “Los materiales de fricción y su influencia en la eficiencia de frenado”, menciona que la importancia de conocer el valor de la eficiencia de frenado, es en gran medida por el tipo de material con el que está construido la superficie de fricción que realiza el frenado, con lo cual la toma de decisiones al momento de las labores de mantenimiento o de la adquisición del vehículo, depende de alguna forma de éste tipo de material de las pastillas de frenado. Influye en la eficiencia de frenado, además las condiciones del terreno, el clima y la pericia del conductor al momento de frenar la unidad.

El mantenimiento adecuado a las pastillas de frenos, sin importar la tecnología que tenga el sistema de frenado, es una de las actividades que incide significativamente en la seguridad en el frenado de la unidad vehicular bajo cualquier situación o circunstancia que se encuentre.

(Carrasco. E, 2019) en su trabajo de investigación “Análisis comparativo del freno de tambor y freno de disco para optimizar la eficiencia del sistema de frenos en vehículo de servicio público de 800 cm³ de cilindrada”, describe que de acuerdo a las pruebas de frenado realizadas con el apoyo del instrumento Frenómetro podemos observar los diferentes porcentajes obtenidos del sistema de frenado por disco y el de tambor al realizar por tres veces consecutivas cada una de las pruebas permitiendo apreciar dichas variaciones. Al comparar los 2 sistemas de frenado, se pudo apreciar que en cuanto al freno de servicio el freno de tambor supera en su porcentaje de desequilibrio en un 5% al sistema de freno de disco y en la eficiencia del frenado, el freno de disco es un 2% más eficiente que el freno de Tambor.

Las pruebas realizadas en el freno de estacionamiento de ambos sistemas de frenado mostraron que el desequilibrio del freno de tambor es mayor en un 7.7% al sistema de freno de disco y en la eficiencia se apreció que el sistema de freno de disco es mucho mejor que la del sistema de freno de tambor superándola en un 2.3%.

(Canseco, 2013) en su trabajo de investigación denominado: “CONTROL DE UN SISTEMA DE FRENOS ANTI-BLOQUEO”, concluye que antes de trabajar directamente con el sistema ABS e intentar controlarlo, fue necesario entender el sistema por completo desde la dinámica que lo caracteriza hasta el mínimo detalle que lo compone, y entender sobre todo un parámetro dinámico de mucha importancia para este sistema en particular, el coeficiente de fricción de contacto o coeficiente de adherencia, este es importante porque de este depende que la rueda no se bloquee.

Este parámetro cuando crece nos indica que la rueda se está bloqueando, ya que el deslizamiento no es más que la diferencia de las velocidades entre la rueda del vehículo y el terreno, es por esto que este parámetro es la variable que se desea mantener en un rango de valores permisibles que ayuden a que la rueda no se bloquee.

(Ayala. L y Vallejo. J, 2011), en la investigación titulada “ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA DE FRENOS ABS A UN VEHÍCULO FIAT, PARA MEJORAR LA SEGURIDAD DEL FRENADO”, plantea el problema de investigación de la forma siguiente. El aumento de las normas para la resistencia de los carros a los accidentes y el diseño de vías adecuadas puede, sin embargo, reducir su frecuencia y/o prevenir los choques. No obstante, es importante señalar que los factores de riesgo varían de un entorno a otro, y que sólo los datos de alta calidad sobre la naturaleza del choque y de las personas heridas permitirán estrategias de prevención adecuadas.

Los investigadores han generado pruebas sobre el problema de las lesiones, sus factores de riesgo y las maneras de prevenir las muertes debidas a los vehículos automotores mucho antes de que los cambios se produjeran en la política pública y la legislación. Han observado el aumento del riesgo de accidentes automovilísticos con

el uso del alcohol y los beneficios de los cinturones de seguridad y de las restricciones para los lactantes y los niños pequeños.

Los sistemas hidráulicos tienen la función de multiplicar la fuerza, es decir mediante la acción de un líquido incompresible en el interior de un circuito hidráulico, para lo cual es necesario un mecanismo que incremente la presión al fluido, un mecanismo que lo controle, un mecanismo que distribuya la presión y un mecanismo que sea accionado por la presión del líquido.

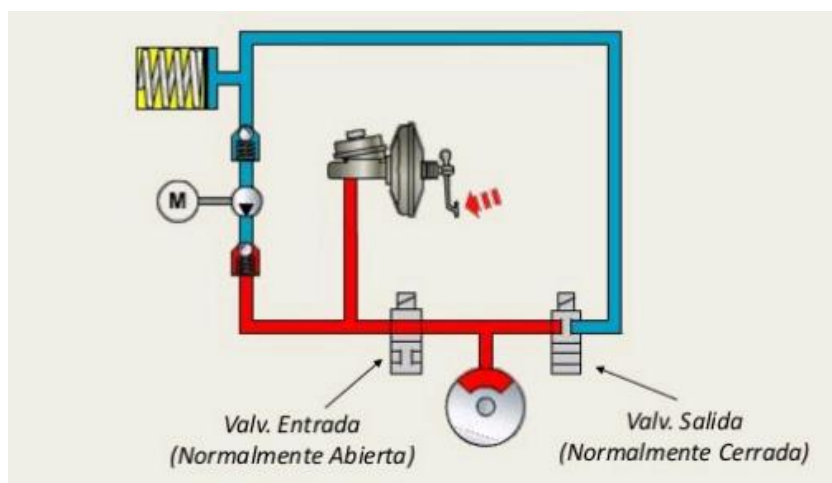


Figura 01. Unidad Hidráulica.

Fuente: FESTO, 2016

El Freno hidráulico es el que aprovecha la acción multiplicadora del esfuerzo ejercido sobre un líquido oleoso o creosota incompresible (La presión que se ejerce sobre un pistón que actúa sobre el líquido es transmitida a otros pistones que accionan los frenos, con lo cual se logra la misma presión de frenado en los distintos elementos de fricción. (Torres, 2015, p.4)

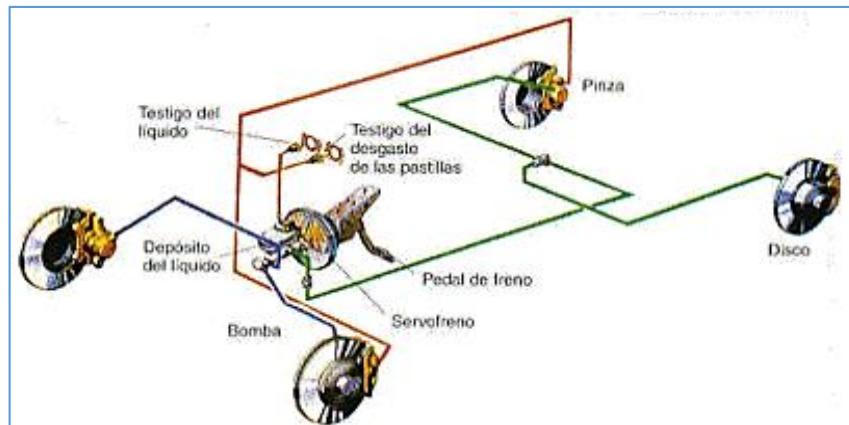


Figura 02. Freno Hidráulico.

Fuente: Torres, 2015

Los frenos hidráulicos son los que aprovechan la acción multiplicadora del esfuerzo ejercido sobre un líquido oleoso incompresible. La presión que se ejerce sobre un pistón que actúa sobre el líquido es transmitida a otros pistones que accionan los frenos, con lo cual se logra la misma presión de frenado en los distintos elementos de fricción y se evita la necesidad de realizar diferentes ajustes.

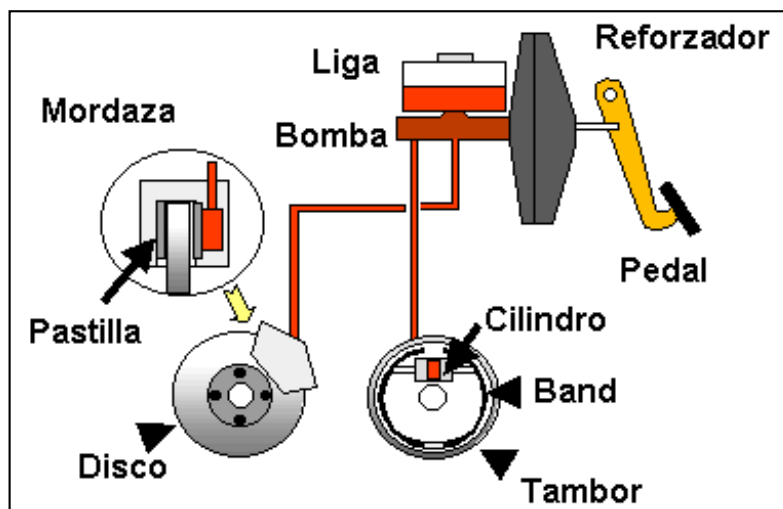


Figura 03. Elementos del freno Hidráulico.

Fuente: BOSHC, 2017

Sistema Anti Bloqueo de frenos, tiene como finalidad principal reducir la velocidad a la que se desplaza y, por lo tanto, hacer que las ruedas dejen de dar vueltas. Sin embargo, debido a la inercia es posible que nuestro coche siga en movimiento, aunque las ruedas estén completamente paradas. Esto tiene un inconveniente muy importante y es que, si las ruedas no giran, pero el vehículo sigue moviéndose, lo hace sin control sobre la trayectoria que queramos realizar.

Si en una frenada bloqueamos las ruedas delanteras, no tendremos gobierno sobre la dirección. Por más que giremos el volante a un lado o a otro, no seremos capaces de dirigirnos hacia el lugar que queramos. El sistema de frenos antibloqueo (ABS), justamente, lo que hace es evitar que las ruedas se bloqueen, con lo que el vehículo no solamente desacelera de manera óptima, sino que permanece estable y direccionable durante la frenada.

Durante una frenada que presente un riesgo de bloqueo de una o varias ruedas, el ABS actuará adaptando el nivel de presión del líquido en cada freno de rueda, optimizando las funciones de:

- Estabilidad: en el momento de aplicar bruscamente el freno o cuando la presión de frenado aumenta lentamente hasta el límite de bloqueo, el freno ABS asegura la estabilidad del vehículo evitando el vuelque del mismo.
- Distancia de frenado: la cantidad de metros que el auto recorre desde el momento que se aplican los frenos son fundamentales para evitar un accidente. Los frenos ABS ayudan a reducirla.
- Maniobrabilidad: a pesar del frenado imprevisto, debe ser posible que el auto pueda ser dirigido por el conductor y no quede su trayectoria librada a la inercia del trayecto que venía recorriendo.

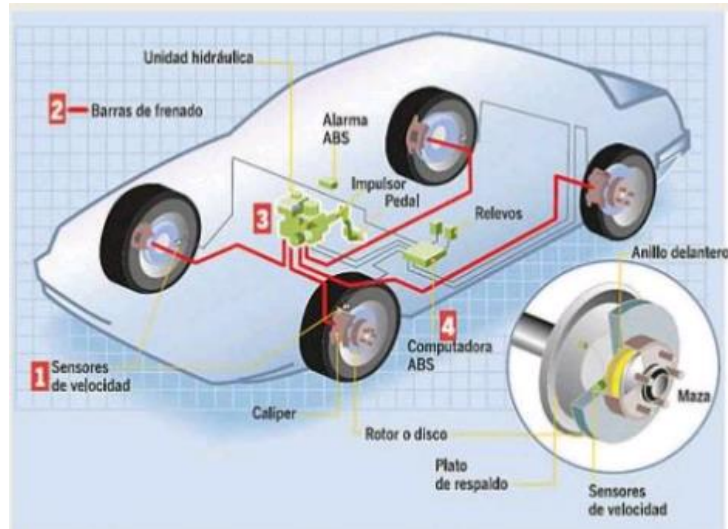


Figura 04. Partes del sistema de frenos ABS.

Fuente: BOSHCH, 201

Sean F_d y F_i los valores máximos de las fuerzas de frenado de las ruedas derecha e izquierda de un eje, siendo F_d la mayor de ambas en un momento dado. El desequilibrio D , en dicho momento, vendrá expresado por:

$$D = \frac{100 * (F_d - F_i)}{F_d}$$

Se considera el desequilibrio máximo registrado en el momento de la máxima frenada. Sólo se medirá el desequilibrio en el caso de que la mayor de ambas fuerzas, F_d o F_i , sea igual o superior a 600 N en vehículos ligeros o 2.400 N en vehículos pesados. De igual forma se define la fluctuación de las fuerzas de frenado (d) en un tambor o disco de freno, siendo en este caso F_{max} y F_{min} las fuerzas de frenado máxima y mínima registradas en una rueda, manteniendo una fuerza constante sobre el pedal de mando, pero suficiente para apreciar dicha deformación

$$d = \frac{100 * (F_{max} - F_{min})}{F_{max}}$$

Sólo se medirá la fluctuación de fuerzas de frenada en el caso de que $F_{\text{máx}}$ sea igual o superior a 600 N en vehículos ligeros o 2.400 N en vehículos pesados. Se entiende por eficacia (E) la relación de las fuerzas de frenado respecto a la masa máxima autorizada (M.M.A.) o, si se trata de semirremolques, a la suma de las cargas por eje autorizadas. Se determina con la expresión:

$$E = \frac{F}{M.M.A * g} * 100$$

Dónde:

E: Valor de la eficacia %.

F: Suma de todas las fuerzas de frenado en Newton (Suma de las lecturas del frenómetro para todas las ruedas en Newton).

M.M.A: Masa Máxima Autorizada del Vehículo en Kg.

g: Aceleración de la gravedad.

Las ecuaciones de la cinemática, en el cual se determina las características de la velocidad, aceleración y tiempo.

$$V_f = V_o + a. t$$

Dónde:

V_f : Velocidad final, que es cero.

V_o : Velocidad inicial en el cual se aplica los frenos.

a: Aceleración, en m/s^2 .

t: Tiempo de frenado., en segundos.

El valor de la aceleración es negativa, por lo tanto, se considera una desaceleración.

$$d = \left(\frac{V_o + V_f}{2} \right) \cdot t$$

$$d = V_o \cdot t + \frac{at^2}{2}$$

$$V_f^2 = V_o^2 + 2 \cdot a \cdot d.$$

$$dx = V_o + \frac{a(2n - 1)}{2}$$

dx: Distancia de frenado, desde el instante en que el conductor aplica los frenos.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de Investigación

3.1.1. Tipo de Investigación.

Aplicada

Porque busca resolver el problema o planteamiento específico, enfocándose en la búsqueda y consolidación del conocimiento para su aplicación y, por ende, para el enriquecimiento del desarrollo científico.

3.1.2. Diseño de la Investigación.

Diseño experimental

El diseño experimental es una técnica estadística que permite identificar y cuantificar las causas de un efecto dentro de un estudio experimental. En un diseño experimental se manipulan deliberadamente una o más variables, vinculadas a las causas, para medir el efecto que tienen en otra variable de interés

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Análisis comparativo entre sistemas de frenos ABS y convencional

Variable Dependiente: Eficiencia de frenado en vehículos livianos de 1300cc

En el anexo 3 se muestra el cuadro de operacionalización de las variables.

3.3. Población, Muestra y muestreo

Población: Vehículos automotrices livianos de 1300 cc en la ciudad de Chiclayo.

Muestra: 6 Vehículos automotrices livianos 1300 cc, de año de fabricación 2012 – 2017

Muestreo: Se determinó los vehículos que operan en la ruta Chiclayo – Ferreñafe.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En esta investigación se aplicaron las técnicas de recolección de datos: Guía de observación, análisis documental.

Guías de observación: para realizar la medición de la distancia de frenado, tiempo de frenado, velocidades, aceleración, desequilibrio, fuerza de frenado.

Análisis Documental. Reglamento Nacional de Vehículos. Circuitos Hidráulicos, Sistemas de control electrónico del vehículo. Sistema de Frenos ABS.

3.5. Procedimientos

El procedimiento para realizar la comparación de la eficiencia de frenado, se hizo las pruebas de campo de los seis vehículos livianos de 1300cc, éstas pruebas se realizaron en una pista de pruebas dentro de una escuela de conductores de vehículos; se determinó las distancias de recorrido, a diferentes velocidades se estableció los tiempos de frenado. La eficiencia del frenado se determinó por las pruebas en el centro de inspección técnico vehicular utilizando el frenómetro, midiendo la eficiencia de frenado y el desequilibrio del frenado. Todas las pruebas se realizaron para vehículos con sistema de frenos ABS y sistema de frenos convencional.

3.6. Método de análisis de datos

Los datos se analizaron entre los registros de la eficiencia de frenado de acuerdo a la guía de observación que se utilizó. Las ecuaciones de la cinemática de las distancias de frenado, tiempos y aceleraciones fueron resueltas, para lo cual se utilizó el cálculo numérico y el Software Microsoft Excel, para el desarrollo de los mismos.

3.7. Aspectos éticos

El presente proyecto se elaborará manteniendo la confidencialidad de los antecedentes, datos y documentos con cual se realiza el estudio a fin de evitar cualquier hecho o situación que pudiera suponer o llegar a ocasionar un conflicto entre de intereses.

IV. RESULTADOS

4.1. Realizar el diagnóstico de la situación actual de la eficiencia de frenado de vehículos con sistema de frenos ABS y convencional

Para el diagnóstico de la situación actual del sistema de frenado, se analizó los registros de las mediciones de eficiencia de frenado que se tienen en el Centro de inspección técnico vehicular, de los vehículos livianos de 1300 cc, los cuales fueron medidos con el equipo frenómetro que está contemplado dentro de los equipos de verificación de la inspección técnica. Se tomó el registro de 40 unidades vehiculares, para la determinación de los vehículos, al azar se escogió dos vehículos por cada mes, correspondiendo a los años 2018 y 2019. Se hizo el registro de vehículos livianos de 1300 cc con sistema de frenos ABS y sistema de frenos convencional.

En la tabla 1, se muestran los datos de fuerza de frenado en Kilo newton en los dos ejes, desequilibrio entre las ruedas de un eje en términos porcentuales y la eficiencia de frenado en porcentaje.

Tabla 01. Registros de Desequilibrio y eficiencia de frenado sistema ABS

Vehículo	Eje	Peso (Kg)	Frenos de servicio		Desequilibrio	Eficiencia
			Fuerza de frenado Der	Fuerza de frenado Izq		
1	1	654	1.6 5	1.8 9	13	57
	2	437	1.3 2	1.4		
2	1	653	1.5 6	1.9 2	19	56
	2	438	1.2 3	1.3 5		
3	1	654	1.3 4	1.4 5	8	47
	2	437	1.1 2	1.2 1		
4	1	653	1.3 6	1.4 5	6	46
	2	438	1.1 1	1.1 4		
5	1	656	1.2 3	1.3 2	7	42
	2	435	1.0 3	1.0 4		
6	1	659	1.8 3	1.9 4	6	56
	2	432	1.1 2	1.2 3		
7	1	654	1.0 3	1.0 4	1	38
	2	437	1.0 1	1.0 5		
8	1	656	1.6 5	1.8 9	13	57
	2	435	1.3 2	1.4		
9	1	656	1.6 5	1.1 2	1	50
	2	435	1.3 2	1.4		
10	1	654	1.1 2	1.1 5	3	36
	2	437	0.7 8	0.8 3		

11	1	652	0.9 3	0.9 6	3	32
	2	439	0.7 8	0.8 1	4	
12	1	651	1.4 5	1.5 4	6	51
	2	440	1.2 3	1.3 4	8	
13	1	653	1.1 1	1.1 4	3	39
	2	438	0.9 8	1.0 3	5	
14	1	653	0.8 9	0.9 2	3	31
	2	438	0.7 6	0.8 1	6	
15	1	657	0.7 8	0.8 1	4	27
	2	434	0.6 7	0.7 1	6	
16	1	652	1.6 2	1.8 9	14	57
	2	439	1.3 2	1.4	6	
17	1	651	1.3 4	1.4 5	8	48
	2	440	1.2 1	1.2 3	2	
18	1	659	1.3 4	1.3 5	1	45
	2	432	1.1 2	1.1 5	3	
19	1	653	1.2 3	1.3 2	7	42
	2	438	0.9 8	1.0 3	5	
20	1	654	1.1 2	1.1 4	2	37
	2	437	0.8 9	0.9 2	3	
21	1	653	1.1 2	1.1 7	4	34
	2	438	0.6 7	0.7 6	12	
22	1	652	1.4 3	1.5 4	7	50

	2	439	1.2 3	1.2 6	2	
23	1	657	1.0 1	1.0 4	3	37
	2	434	0.9 8	1.0 2	4	
24	1	654	1.3 4	1.3 6	1	46
	2	437	1.1 4	1.2 3	7	
25	1	652	1.1 2	1.1 2	0	35
	2	439	0.7 8	0.8 1	4	
26	1	653	0.9 8	1.0 3	5	33
	2	438	0.7 8	0.8 1	4	
27	1	653	1.6	1.8 9	15	56
	2	438	1.2 1	1.4	14	
28	1	654	0.9 3	0.9 6	3	30
	2	437	0.6 7	0.7 1	6	
29	1	658	1.4 3	1.4 5	1	44
	2	433	0.9 1	0.9 8	7	
30	1	654	1.1 1	1.2 3	10	40
	2	437	0.9 8	0.9 9	1	
31	1	653	0.9 4	0.9 8	4	29
	2	438	0.6 1	0.6 5	6	
32	1	653	1.5 4	1.6 5	7	54
	2	438	1.3 2	1.4	6	
33	1	653	1.4 3	1.5 4	7	52
	2	438	1.3 2	1.3 7	4	

34	1	652	1.1 1	1.1 2	1	32
	2	439	0.5 6	0.6 7	16	
35	1	651	0.9 3	0.9 6	3	29
	2	440	0.6 3	0.6 8	7	
36	1	653	1.6 5	1.8 9	13	57
	2	438	1.3 2	1.4	6	
37	1	659	0.9 3	0.9 9	6	32
	2	432	0.7 8	0.8 1	4	
38	1	658	1.2 3	1.3 1	6	36
	2	433	0.6 7	0.7 3	8	
39	1	657	1.6 5	1.8 9	13	57
	2	434	1.3 2	1.4	6	
40	1	652	1.4 3	1.5 6	8	51
	2	439	1.2 3	1.3 1	6	

Fuente: CITV – Chiclayo

Tabla 02. Registros de Desequilibrio y eficiencia de frenado sistema Convencional

Vehículo	Eje	Peso (Kg)	Frenos de servicio		Desequilibrio	Eficiencia
			Fuerza de frenado Der	Fuerza de frenado Izq		
1	1	651	1.5	1.6	10	50
	2	440	1.1	1.1		
2	1	658	1.4	1.6	17	49
	2	433	1.0	1.1		
3	1	652	1.1	1.2	2	40
	2	439	0.9	0.9		
4	1	659	1.2	1.2	1	39
	2	432	0.8	0.9		
5	1	657	1.6	1.7	4	56
	2	434	1.3	1.3		
6	1	651	1.6	1.7	2	49
	2	440	0.9	1		
7	1	659	0.7	0.8	6	29
	2	432	0.7	0.8		
8	1	652	1.5	1.6	10	50
	2	439	1.1	1.1		
9	1	651	1.5	0.8	1	43
	2	440	1.1	1.1		
10	1	659	0.8	0.9	4	27

	2	432	0.5 6	0.6	7	
11	1	652	0.7 1	0.7 3	3	23
	2	439	0.5 1	0.5 8	12	
12	1	651	1.3	1.3 1	1	44
	2	440	1.0 8	1.1 1	3	
13	1	653	0.7 8	0.9 1	14	30
	2	438	0.7 6	0.8	5	
14	1	653	0.6 7	0.6 9	3	23
	2	438	0.5 3	0.5 8	9	
15	1	657	0.5 4	0.5 8	7	19
	2	434	0.4 3	0.4 8	10	
16	1	645	0.8 9	0.9 3	4	29
	2	446	0.6 7	0.6 9	3	
17	1	643	1.1 9	1.2 2	2	40
	2	448	0.9 8	1	2	
18	1	648	1.0 5	1.1 2	6	36
	2	443	0.8 8	0.9 2	4	
19	1	645	1.0 8	1.0 9	1	34
	2	446	0.7 8	0.8	3	
20	1	641	0.8 8	0.9 1	3	29
	2	450	0.6 7	0.6 9	3	
21	1	643	0.9 9	0.9 7	2	28
	2	448	0.5 3	0.5 2	2	

22	1	641	1.3 1	1.2 8	2	42
	2	450	1.0 3	1.0 1	2	
23	1	638	0.8 1	0.8 1	0	29
	2	453	0.7 9	0.7 8	1	
24	1	645	1.1 3	1.1 1	2	39
	2	446	1	0.9 9	1	
25	1	643	0.8 9	0.8 8	1	27
	2	448	0.5 8	0.5 7	2	
26	1	643	0.8	0.7 6	5	25
	2	448	0.5 8	0.5 6	3	
27	1	637	1.6 6	1.5 4	7	50
	2	454	1.1 7	1.0 6	9	
28	1	643	0.7 3	0.7 2	1	23
	2	448	0.5 6	0.5 2	7	
29	1	654	1.2 2	1.2 1	1	36
	2	437	0.7 5	0.7 4	1	
30	1	642	1	0.9 6	4	32
	2	449	0.7 6	0.7 5	1	
31	1	642	0.7 5	0.7 4	1	25
	2	449	0.6 1	0.6 1	0	
32	1	653	1.4 2	1.3 9	2	47
	2	438	1.1 7	1.1 7	0	
33	1	634	1.6 5	1.6 1	2	52

	2	457	1.1 7	1.2 1	3	
34	1	631	0.9 6	0.9 9	3	26
	2	460	0.4 1	0.4 4	7	
35	1	653	0.7 8	0.8 1	4	24
	2	438	0.4 8	0.5 4	11	
36	1	653	0.8 9	0.9 2	3	29
	2	438	0.6 7	0.6 9	3	
37	1	634	0.7 8	0.8 1	4	27
	2	457	0.6 3	0.7 1	11	
38	1	641	1.0 8	1.0 8	0	31
	2	450	0.5 2	0.6 5	20	
39	1	645	0.9 8	1	2	31
	2	446	0.6 7	0.7 1	6	
40	1	643	1.2 8	1.3 3	4	44
	2	448	1.0 8	1.0 8	0	

Fuente: CITV – Chiclayo

4.1.1. Análisis de los registros de eficiencia de frenado

De los 40 registros de eficiencia para vehículo automotrices de 1300 cc con sistema de frenos ABS, se tiene en términos porcentuales, los rangos de eficiencia de frenado, desde menos de 30% hasta valores superiores a 50%. En la tabla 3, se muestra dicho análisis.

Tabla 3. Rango de eficiencia de frenado con ABS

Rango de eficiencia de frenado	N° de vehículos	%
Menos de 30	4	10
30-35	7	17.5
35-40	7	17.5
40-45	4	10
45-50	5	12.5
Más de 50	13	32.5

Eficiencia	Calificación
Entre 30 y 50	Leve
Entre 20 - 29	Grave
Menos de 20	Muy Grave

Fuente: CITV – Chiclayo.

Si se compara dichos valores con lo que estipula la tabla de inspecciones técnico vehicular, sólo el 32,5% de las unidades vehiculares analizadas, tiene los frenos de servicios con sistema ABS en buenas condiciones.

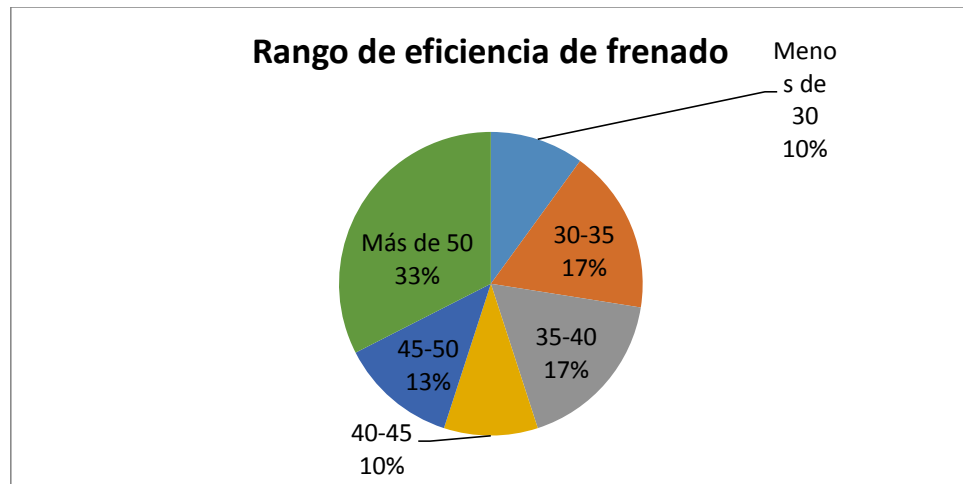


Figura 05. Rango de eficiencia para sistema de frenos ABS.

Fuente: CITV – Chiclayo

De los 40 registros de eficiencia para vehículo automotrices de 1300 cc con sistema de frenos convencional, se tiene en términos porcentuales, los rangos de eficiencia de frenado, desde menos de 30% hasta valores superiores a 50%. En la tabla 4, se muestra dicho análisis.

Tabla 04. *Rango de eficiencia de frenado convencional*

Rango de eficiencia de frenado	N° de vehículos	%
Menos de 30	18	45
30-35	4	10
35-40	6	15
40-45	4	10
45-50	6	15
Más de 50	2	5

Fuente: CITV – Chiclayo.

Si se compara dichos valores con lo que estipula la tabla de inspecciones técnico vehicular, sólo el 5% de las unidades vehiculares analizadas, tiene los frenos de servicios convencional en buenas condiciones.

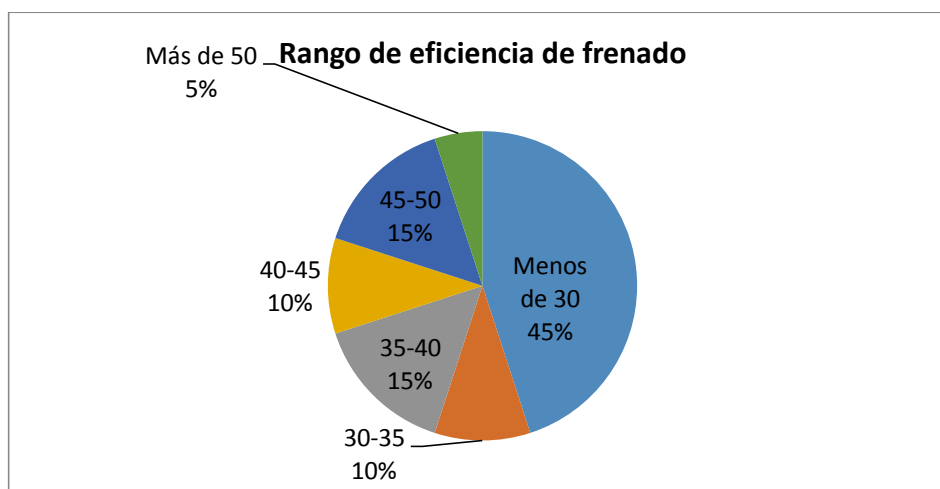


Figura 06. Rango de eficiencia para sistema de frenos Convencional.

Fuente: CITV – Chiclayo

4.2. Determinar los parámetros del sistema de frenos, tales como desequilibrio, distancia de frenado, tiempo de frenado y velocidad del vehículo, en la eficiencia de frenado

El desequilibrio entre las ruedas del mismo eje de un vehículo liviano se determina con la expresión:

$$Ds = \frac{100 * (F1 - F2)}{F1}$$

Dónde:

Ds: Desequilibrio entre las ruedas del mismo eje, en %.

F1: Fuerza rueda derecha, en KN

F2: Fuerza rueda izquierda, en KN

Tabla 05. Valores de desequilibrio con calificación de falta

Desequilibrio	Calificación de falta
Frenos principales o de servicio presentan desequilibrio de fuerza de frenado de lado a lado en el eje delantero de más del 30%	Muy Grave
Frenos principales o de servicio presentan desequilibrio de fuerza de frenado de lado a lado en el eje delantero entre 21 y 30%	Grave
Frenos principales o de servicio presentan desequilibrio de fuerza de frenado de lado a lado en el eje delantero entre 15 y 20%	Leve
Frenos principales o de servicio presentan desequilibrio de fuerza de frenado de lado a lado en el eje posterior de más del 30%	Muy Grave
Frenos principales o de servicio presentan desequilibrio de fuerza de frenado de lado a lado en el eje posterior entre 21 y 30%	Grave
Frenos principales o de servicio presentan desequilibrio de fuerza de frenado de lado alado en el eje posterior entre 15 y 20%	Leve

Fuente: MTC, 2018.

La eficiencia de frenado se determina con la expresión:

$$E = 100 * \frac{\sum F1 + F2 + F3 + F4}{P * g}$$

Dónde:

E: Eficiencia de frenado en %

F1, F2, F3, F4: Fuerza de frenado en las 4 ruedas

P: Suma de los pesos de los ejes 1 y 2

g: Gravedad.

Tabla 06. *Valores de eficiencia con calificación de falta*

Eficiencia %	Calificación de falta
Entre 30 y 50	Leve
Entre 20 - 29	Grave
Menos de 20	Muy Grave

Fuente: MTC, 2018.

La velocidad de frenado se determina con la expresión:

$$d = \left(\frac{V_0 + V_f}{2} \right) \cdot t$$

d: Distancia de frenado, desde el instante en que el conductor aplica los frenos.

t: Tiempo de frenado, en segundos.

Los valores recomendados de distancia de freno en función a la velocidad del vehículo se muestran en la tabla 7

Tabla 07. Valores de distancia de freno

Velocidad inicial (Km/h)	Frenos ABS		Frenos convencional	
	Tiempo de frenado	Distancia de frenado	Tiempo de frenado	Distancia de frenado
70	2	19.44	2.3	22.36
80	2.2	24.44	2.6	28.89
90	2.4	30.00	2.7	33.75
100	2.6	36.11	3	41.67
110	2.8	42.78	3.2	48.89
120	3	50.00	3.4	56.67

Fuente: MTC, 2016.

4.3. Realizar mediante un protocolo establecido, las pruebas en los vehículos para determinar la eficiencia de frenado, en sistema ABS y sistema de frenos convencional

4.3.1 Pruebas de frenado en Vehículos con sistema de frenos ABS.

Se hizo la medición de la fuerza de frenado de los vehículos livianos Toyota Yaris, 6 vehículos con sistema de frenos ABS; las pruebas se realizaron en el Centro de Inspección Técnica Vehicular (CITV), utilizando el equipo Frenómetro computarizado.

Las mediciones que realizó el frenómetro son:

- a) Peso del vehículo eje Delantero
- b) Fuerza de Frenado eje Delantero.
- c) Desequilibrio de frenado ruedas delanteras.
- d) Peso del vehículo eje Posterior
- e) Fuerza de Frenado eje Posterior
- f) Desequilibrio de frenado ruedas Posterior
- g) Medición de Eficiencia de frenado del Vehículo.

Los valores del peso de las ruedas y de las fuerzas de frenado, se muestran en la tabla 8.

Tabla 08. Resultados de mediciones de frenado con sistema ABS

Vehículo de Prueba	Año de Fabricación	Kilometraje	Eje	Peso (Kg)	Fuerza de Frenado (Kilonewton)	
					Izquierdo	Derecho
Vehículo 1	2014	90434	Delantero	652	0.67	0.56
			Posterior	439	0.67	0.62
Vehículo 2	2014	98434	Delantero	651	0.45	0.52
			Posterior	440	0.51	0.63
Vehículo 3	2015	121323	Delantero	653	0.92	0.59
			Posterior	438	0.84	0.92
Vehículo 4	2016	91329	Delantero	653	1.1	0.93
			Posterior	438	0.73	0.92
Vehículo 5	2017	123221	Delantero	657	0.52	0.61
			Posterior	434	0.49	0.51
Vehículo 6	2017	112323	Delantero	645	1.18	0.81
			Posterior	446	0.84	0.93

Fuente: Elaboración Propia.

Cálculo de Desequilibrio

Con los valores de las mediciones realizadas, se calculó el desequilibrio entre las ruedas izquierda y derecha de cada uno de los ejes del vehículo, utilizando la expresión:

$$Ds = \frac{100 * (Fd - Fi)}{Fd}$$

Dónde:

Ds: Desequilibrio entre las ruedas del mismo eje, en %.

Fd: Fuerza rueda derecha, en KN.

Fi: Fuerza rueda izquierda, en KN.

El valor de desequilibrio muestran la reacción que tienen las ruedas de un eje al realizar el frenado, es decir la respuesta del sistema de frenos en cada una

de las ruedas, mientras tenga un menor valor de desequilibrio, será más eficiente la respuesta del sistema; si se tiene un valor de desequilibrio mayores al 30%, es una falla muy grave, la respuesta del sistema de frenos no garantiza el frenado correcto, y el vehículo, en función a la velocidad que circula, sufrirá inevitablemente un accidente, existiendo la probabilidad de realizar “vueltas de campana”. En la tabla 9, se muestra el cálculo del desequilibrio en cada uno de los ejes de los vehículos livianos Toyota Yaris de 1300 cc de cilindrada.

Tabla 09. *Cálculo de desequilibrio de frenado con sistema ABS*

Vehículo de Prueba	Eje	Fuerza de Frenado (Kilonewton)		Desequilibrio %
		Izquierdo	Derecho	
Vehículo 1	Delantero	0.67	0.56	16.4
	Posterior	0.67	0.62	7.5
Vehículo 2	Delantero	0.45	0.52	15.6
	Posterior	0.51	0.63	23.5
Vehículo 3	Delantero	0.92	0.59	35.9
	Posterior	0.84	0.92	9.5
Vehículo 4	Delantero	1.1	0.93	15.5
	Posterior	0.73	0.92	26.0
Vehículo 5	Delantero	0.52	0.61	17.3
	Posterior	0.49	0.51	4.1
Vehículo 6	Delantero	1.18	0.81	31.4
	Posterior	0.84	0.93	10.7

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 9, se calculó el desequilibrio de frenado de los 6 vehículos con sistema de frenos ABS, en el cuál los valores de desequilibrio del sistema de frenos varían en los ejes y en los vehículos; teniendo en cuenta la clasificación de la normativa de Inspección Técnico Vehicular, al superar el 30% de desequilibrio entre las ruedas de los ejes, tanto delantero como posterior, es considerado falla muy grave. En la figura 7, se muestran de manera gráfica los resultados.

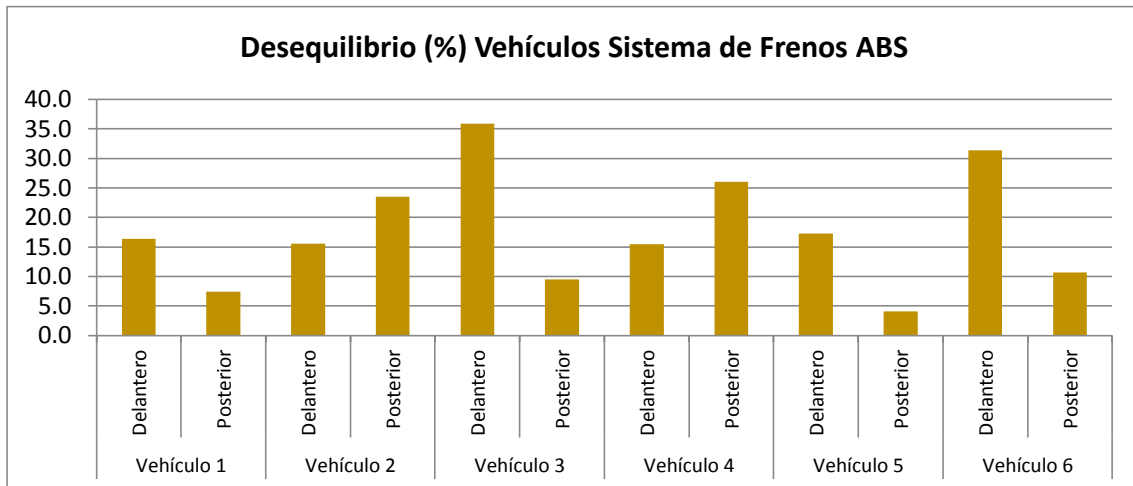


Figura 07. Desequilibrio del sistema de frenos ABS.

Fuente: Elaboración Propia

De la figura 7, se observa que dos vehículos presentaron desequilibrio mayor al 30%, 2 en el eje Delantero y 1 en el eje posterior.

Cálculo de la Eficiencia de Frenado.

El cálculo de la eficiencia de frenado del sistema de frenos ABS, determina la relación entre el peso del vehículo con las fuerzas total de frenado de las 4 ruedas de la unidad. Según la tabla de Verificación del MTC, los valores de eficiencia de frenado menores al 20%, el sistema presenta fallas muy graves.

El cálculo de la eficiencia de frenado se determina por la expresión:

$$E = 100 * \frac{\sum F1 + F2 + F3 + F4}{P * g}$$

Dónde:

E: Eficiencia de frenado en %

F1, F2, F3, F4: Fuerza de frenado en las 4 ruedas

P: Suma de los pesos de los ejes 1 y 2

g: Gravedad.

Tabla 10. Cálculo de Eficiencia de Frenado (%)

Vehículo de Prueba	Peso (Kg)	Fuerza de Frenado (Kilonewton)		Eficiencia de frenado (%)
		Izquierdo	Derecho	
Vehículo 1	652	0.67	0.56	23.5
	439	0.67	0.62	
Vehículo 2	651	0.45	0.52	19.7
	440	0.51	0.63	
Vehículo 3	653	0.92	0.59	30.6
	438	0.84	0.92	
Vehículo 4	653	1.1	0.93	34.4
	438	0.73	0.92	
Vehículo 5	657	0.52	0.61	19.9
	434	0.49	0.51	
Vehículo 6	645	1.18	0.81	35.1
	446	0.84	0.93	

Fuente: Elaboración Propia.

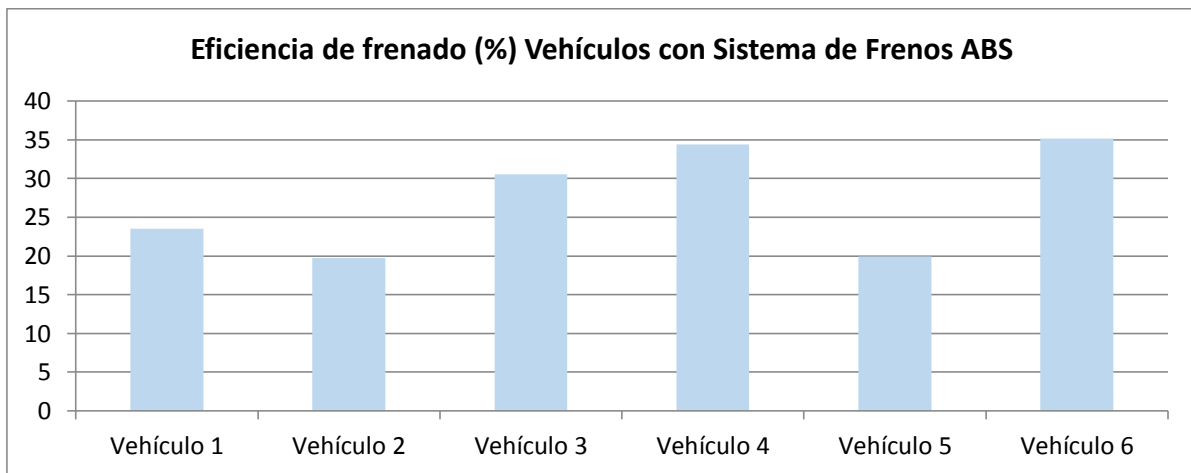


Figura 8. Eficiencia de frenado del sistema de frenos ABS.

Fuente: Elaboración Propia

De la figura 8, se observa que dos vehículos con sistema de frenos ABS, presentan valores inferiores al 20% de eficiencia, estando dentro de la clasificación de falla muy grave.

4.3.2 Pruebas de frenado en Vehículos con sistema de frenos hidráulicos convencionales.

Se hizo la medición de la fuerza de frenado de los vehículos livianos Toyota Yaris, 6 vehículos con sistema de frenos hidráulicos convencionales, el procedimiento de medición fue análogo a la medición efectuada al sistema de frenos ABS. Los valores del peso de las ruedas y de las fuerzas de frenado, se muestran en la tabla 11

Tabla 11. *Resultados de mediciones de frenado con sistema de frenos convencional*

Vehículo de Prueba	Año de Fabricación	Kilometraje	Eje	Peso (Kg)	Fuerza de Frenado (Kilonewton)	
					Izquierdo	Derecho
1	2011	126608	Delantero	642	0.53	0.56
			Posterior	428	0.47	0.62
2	2012	137808	Delantero	634	0.64	0.76
			Posterior	428	0.67	0.45
3	2013	169852	Delantero	643	0.54	0.56
			Posterior	429	0.47	0.49
4	2013	127861	Delantero	638	0.76	0.83
			Posterior	415	0.54	0.45
5	2014	172509	Delantero	632	0.45	0.56
			Posterior	429	0.47	0.59
6	2014	157252	Delantero	633	0.73	0.81
			Posterior	431	0.45	0.62

Fuente: Elaboración Propia.

Cálculo de Desequilibrio

Tabla 12. *Cálculo de desequilibrio de frenado con sistema de frenos convencional*

Vehículo de Prueba	Eje	Peso (Kg)	Fuerza de Frenado (Kilonewton)		Desequilibrio %
			Izquierdo	Derecho	
1	Delantero	642	0.53	0.56	5.7
	Posterior	428	0.47	0.62	31.9
2	Delantero	634	0.64	0.76	18.8
	Posterior	428	0.67	0.45	32.8
3	Delantero	643	0.54	0.56	3.7
	Posterior	429	0.47	0.49	4.3
4	Delantero	638	0.76	0.83	9.2
	Posterior	415	0.54	0.45	16.7
5	Delantero	632	0.45	0.56	24.4
	Posterior	429	0.47	0.59	25.5
6	Delantero	633	0.73	0.81	11.0
	Posterior	431	0.45	0.62	37.8

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 12, se calculó el desequilibrio de frenado de los 6 vehículos con sistema de frenos convencional, en el cuál los valores de desequilibrio del sistema de frenos varían en los ejes y en los vehículos; teniendo en cuenta la clasificación de la normativa de Inspección Técnico Vehicular, al superar el 30% de desequilibrio entre las ruedas de los ejes, tanto delantero como posterior, es considerado falla muy grave. En la figura 9, se muestran de manera gráfica los resultados.

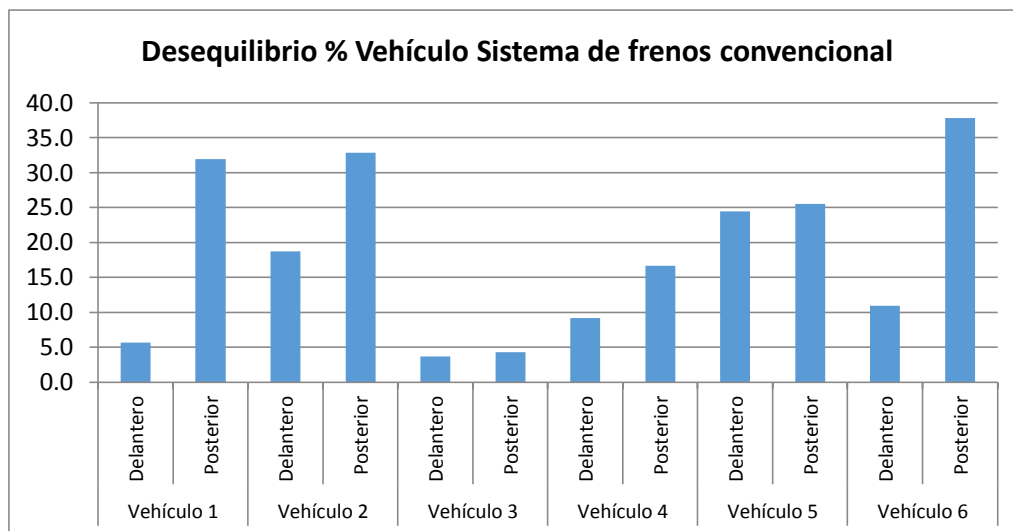


Figura 09. Desequilibrio del sistema de frenos convencional.

Fuente: Elaboración Propia

De la figura 9, se observa que tres vehículos presentaron desequilibrio mayor al 30%, presentando el desequilibrio en los ejes posteriores.

Cálculo de la Eficiencia de Frenado.

Tabla 13. Cálculo de Eficiencia de Frenado Vehículos con sistema de freno convencional (%)

Vehículo de Prueba	Peso (Kg)	Fuerza de Frenado (Kilonewton)		Eficiencia de frenado (%)
		Izquierdo	Derecho	
1	642	0.53	0.56	20.8
	428	0.47	0.62	
2	634	0.64	0.76	24.2
	428	0.67	0.45	
3	643	0.54	0.56	19.6
	429	0.47	0.49	
4	638	0.76	0.83	25.0
	415	0.54	0.45	
5	632	0.45	0.56	19.9
	429	0.47	0.59	
6	633	0.73	0.81	25.0
	431	0.45	0.62	

Fuente: Elaboración Propia.

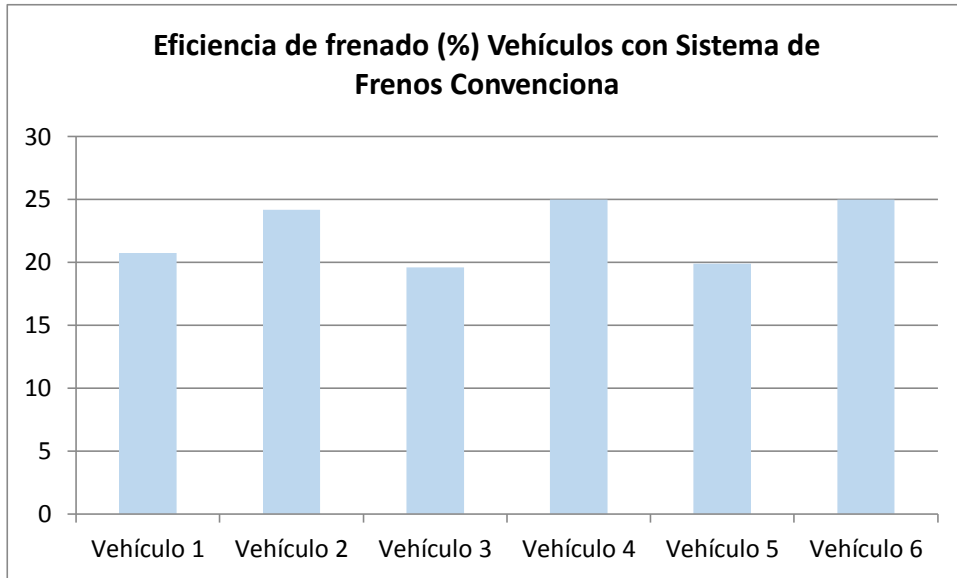


Figura 10. Eficiencia de frenado del sistema de frenos Convencional.

Fuente: Elaboración Propia

De la figura 10, se observa que 2 vehículos con sistema de frenos convencional, presentan valores inferiores al 20% de eficiencia, estando dentro de la clasificación de falla muy grave.

4.3.3 Pruebas de Distancia de Frenado

Se hizo la prueba de distancia de frenado, para los vehículos con sistema de frenos ABS y convencional, en los cuales se hizo las mediciones de la distancia de parada, desde que el conductor realiza la operación de frenado hasta que el vehículo se detenga totalmente.

La medición se realizó en una pista de pruebas, el cual tiene pavimento de asfalto, a fin de simular el funcionamiento de la unidad en las calles y pistas de la ciudad; se estableció tres velocidades de marcha: 120, 100 y 80 Km/h como velocidad del vehículo, luego el conductor aplicó los frenos y se midió distancia que recorre hasta detenerse.

Tabla 14. Resultado de Mediciones de Distancia de Frenado

Tipos de sistema de Frenos	Vehículo de Prueba	Año de Fabricación	Kilometraje	Distancia de Frenado (Metros)			
				Velocidad Inicial 120Km/h	Velocidad Inicial 100 Km/h	Velocidad Inicial 80 Km/h	
ABS	1	Vehículo	2014	90434	13.5	11.1	8.9
	2	Vehículo	2014	98434	12.6	11.3	8.8
	3	Vehículo	2015	121323	13.5	11.0	8.4
	4	Vehículo	2016	91329	13.1	10.9	8.4
	5	Vehículo	2017	123221	13.0	11.2	8.9
	6	Vehículo	2017	112323	12.9	11.3	9.1
Convencional	1	Vehículo	2011	126608	14.3	12.5	10.2
	2	Vehículo	2012	137808	15.2	13.1	9.5
	3	Vehículo	2013	169852	14.9	12.3	9.9
	4	Vehículo	2013	127861	15.1	12.1	10.3
	5	Vehículo	2014	172509	14.2	11.9	10.1
	6	Vehículo	2014	157252	14.7	12.4	11.2

Fuente: Elaboración Propia.

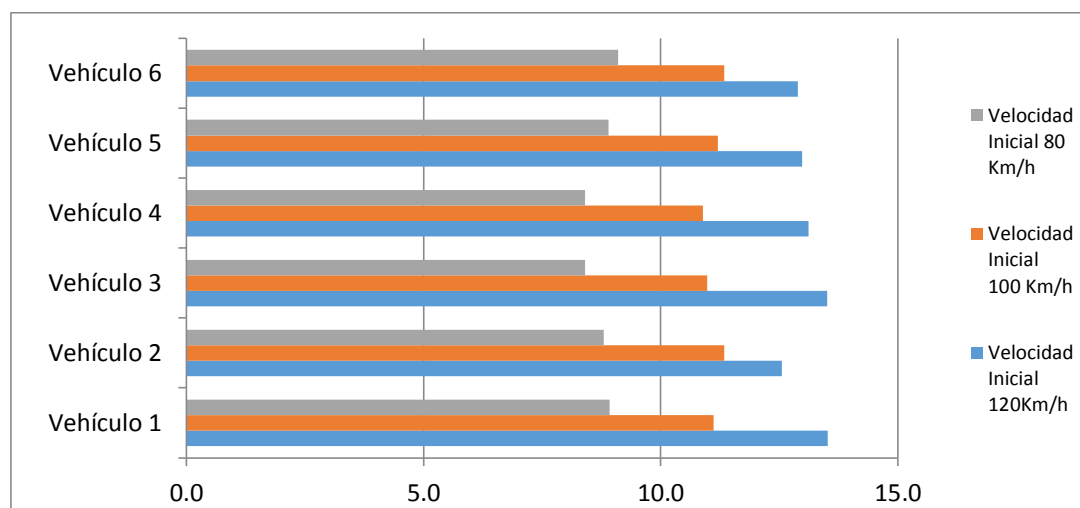


Figura 11. Distancia de Frenado de vehículos con sistema ABS a diferentes velocidades.

Fuente: Elaboración Propia

Se observa en la figura 11, que la distancia de frenado de vehículos con sistema de frenos ABS, al aplicar los frenos y estando el vehículo con velocidades de 120, 100 y 80 Km/h, se tiene la menor distancia de frenado de 8.4 metros a una velocidad de 80 Km/h, mientras que se obtuvo una distancia de frenado de 13.5m para una velocidad de 120 Km/h.

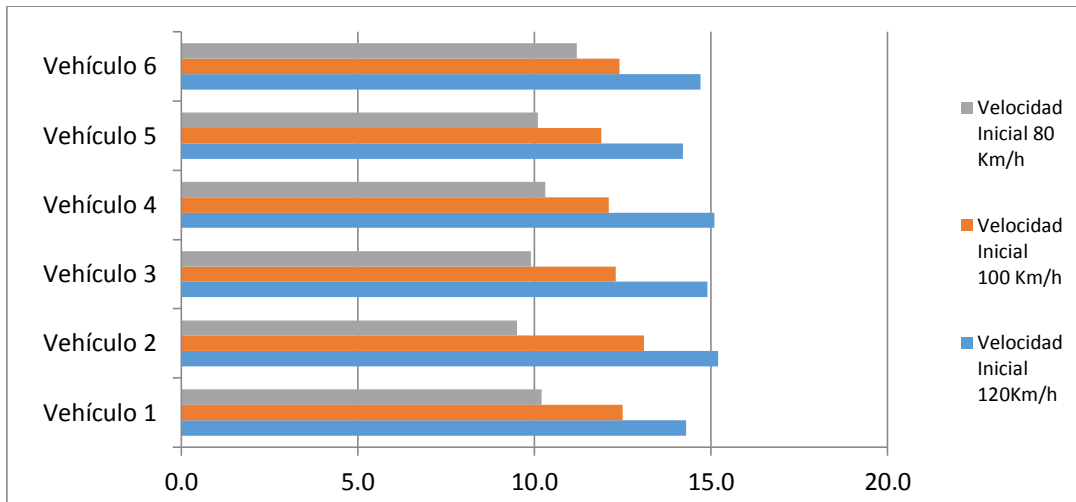


Figura 12. Distancia de Frenado de vehículos con sistema de frenos convencional a diferentes velocidades.

Fuente: Elaboración Propia

Se observa en la figura 12, que la distancia de frenado de vehículos con sistema de frenos convencional, al aplicar los frenos y estando el vehículo con velocidades de 120, 100 y 80 Km/h, se tiene la menor distancia de frenado de 9.5 metros a una velocidad de 80 Km/h, mientras que se obtuvo una distancia de frenado de 15.2 m para una velocidad de 120 Km/h.

4.4. Evaluar las diferencias de los parámetros que influyen en la eficiencia de frenado para sistemas ABS y sistemas de frenos convencional

4.4.1 Comparación de desequilibrio de frenado.

Se hizo la comparación del desequilibrio de frenado de las ruedas entre los vehículos con sistema de freno ABS y Sistema de Frenos Convencional, con la finalidad de determinar cuál sistema ofrece mayores ventajas al momento de realizar una parada intempestiva.

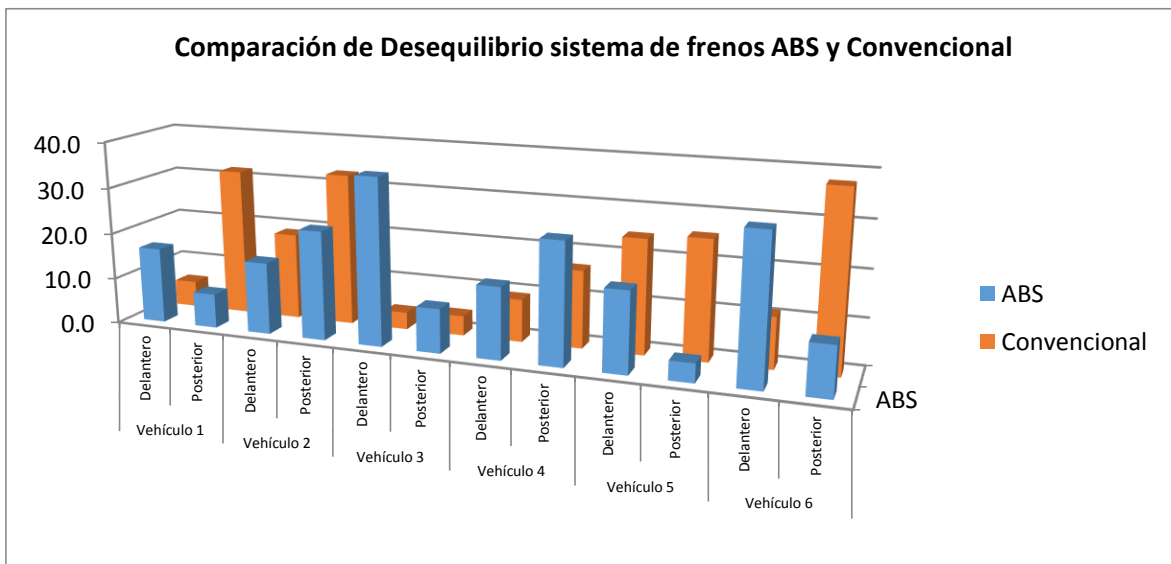


Figura 13. Comparación de Desequilibrio de frenado sistema de frenos ABS y Convencional

Fuente: Elaboración Propia

Promedio de Desequilibrio (%) Vehículos con sistema de frenos	
ABS	Convencional
17.8	18.5

Se concluye que los vehículos con sistema de frenos ABS presentan un menor desequilibrio con respecto al sistema de freno convencional, en términos cuantificables, un vehículo con sistema de frenos ABS tiene en promedio un desequilibrio de 17.8%, comparado con el 18.5% de desequilibrio promedio del sistema de frenos convencionales.

4.4.2 Comparación de eficiencia de frenado.

Se hizo la comparación de la eficiencia de frenado entre los vehículos con sistema de freno ABS y Sistema de Frenos Convencional, con la finalidad de determinar cuál sistema ofrece mayor eficiencia al momento de realizar una parada intempestiva.

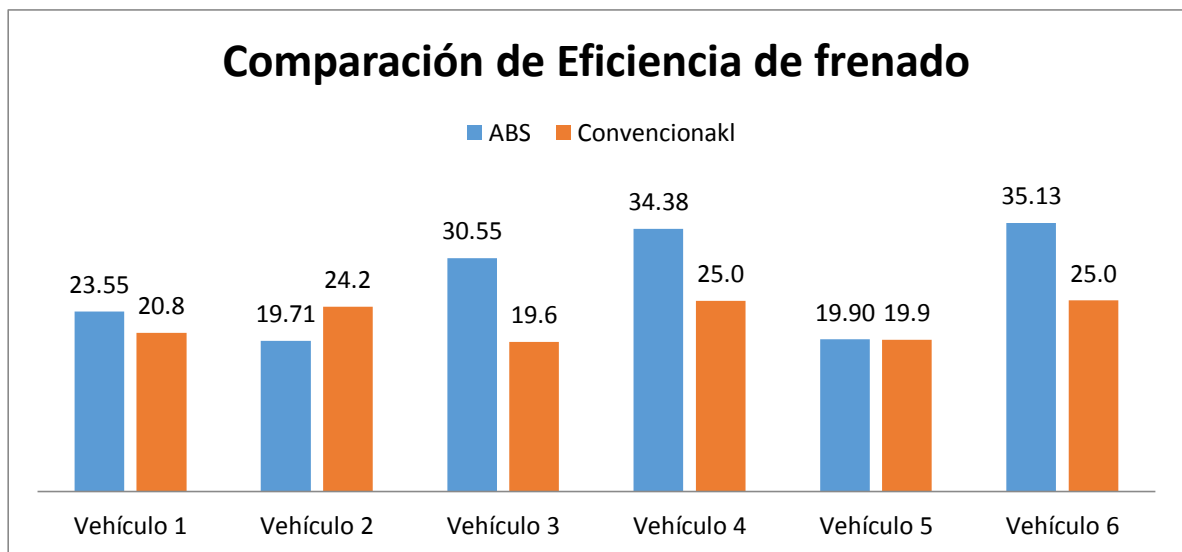


Figura 14. Comparación de eficiencia de frenado de sistema de frenos ABS y Convencional

Fuente: Elaboración Propia

Promedio de Eficiencia de frenado (%) Vehículos con sistema de frenos	
ABS	Convencional
27.2	22.4

Se concluye que los vehículos con sistema de frenos ABS presentan una mayor eficiencia de frenado con respecto al sistema de freno convencional, en términos cuantificables, un vehículo con sistema de frenos ABS tiene en promedio una eficiencia de frenado de 27.2%, comparado con el 22.4% de desequilibrio promedio del sistema de frenos convencionales.

4.4.3 Comparación de Distancia de frenado.

Se hizo la comparación de la distancia de frenado a diferentes velocidades de marcha de marcha entre los vehículos con sistema de freno ABS y Sistema de Frenos Convencional, con la finalidad de determinar la distancia que recorre el vehículo antes de detenerse al momento de realizar una parada intempestiva.

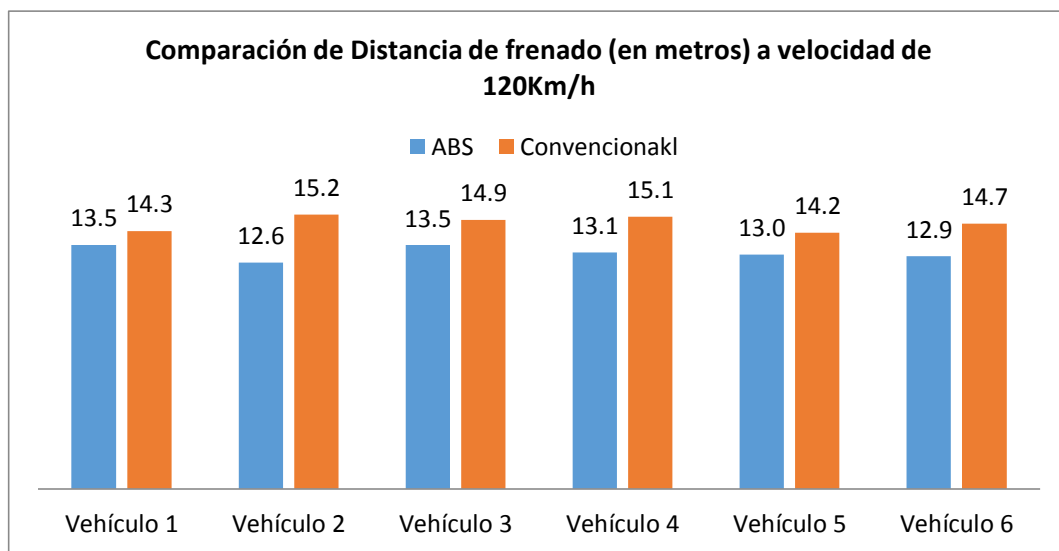


Figura 15 Comparación de distancia de frenado a velocidad de 120 Km/h de sistema de frenos ABS y Convencional

Fuente: Elaboración Propia

Promedio de Distancia de frenado (Metros) a velocidad de 120 Km/h de Vehículos con sistema de frenos	
ABS	Convencional
13.1	14.7

Se concluye que los vehículos con sistema de frenos ABS presentan una menor distancia de frenado a velocidad de 120 Km/h, con respecto al sistema de freno convencional, en términos cuantificables, un vehículo con sistema de frenos ABS tiene en promedio una distancia de frenado a 120 Km/h de 13.1 metros comparado con 14.7 metros de distancia de frenado promedio del sistema de frenos convencionales.

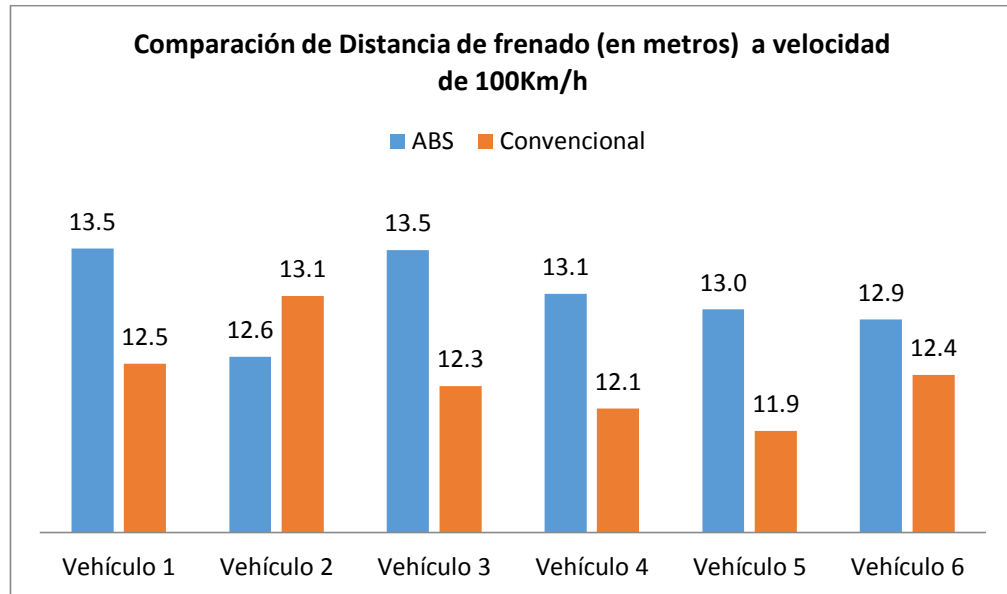


Figura 16. Comparación de distancia de frenado a velocidad de 100 Km/h de sistema de frenos ABS y Convencional.

Fuente: Elaboración Propia

Promedio de Distancia de frenado (Metros) a velocidad de 100 Km/h de Vehículos con sistema de frenos	
ABS	Convencional
11.1	12.4

Se concluye que los vehículos con sistema de frenos ABS presentan una menor distancia de frenado a velocidad de 100 Km/h, con respecto al sistema de freno convencional, en términos cuantificables, un vehículo con sistema de frenos ABS tiene en promedio una distancia de frenado a 100 Km/h de 11.1 metros

comparado con 12.4 metros de distancia de frenado promedio del sistema de frenos convencionales.

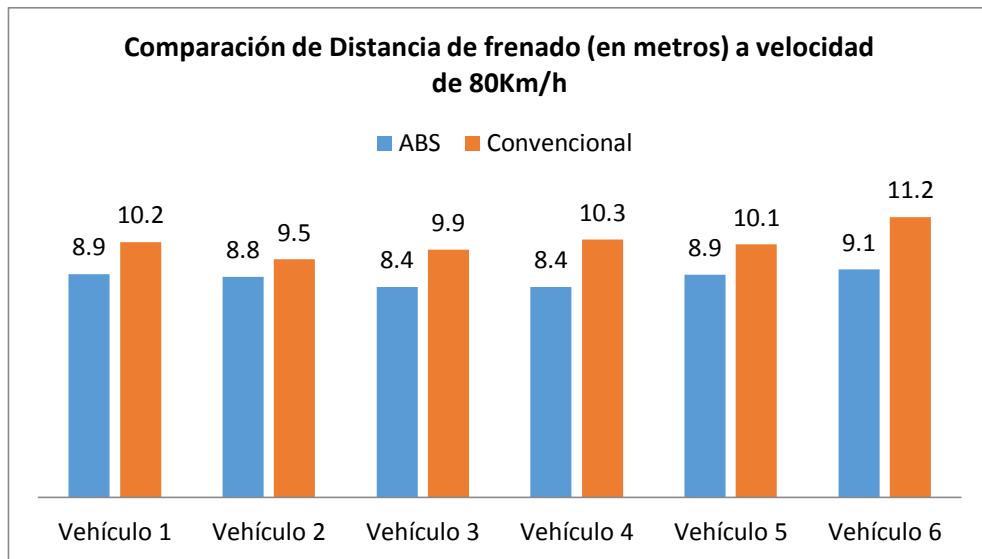


Figura 17. Comparación de distancia de frenado a velocidad de 80 Km/h de sistema de frenos ABS y Convencional.

Fuente: Elaboración Propia

Promedio de Distancia de frenado (Metros) a velocidad de 80 Km/h de Vehículos con sistema de frenos	
ABS	Convencional
8.8	10.2

Se concluye que los vehículos con sistema de frenos ABS presentan una menor distancia de frenado a velocidad de 80 Km/h, con respecto al sistema de freno convencional, en términos cuantificables, un vehículo con sistema de frenos ABS tiene en promedio una distancia de frenado a 80 Km/h de 8.8 metros comparado con 10.2 metros de distancia de frenado promedio del sistema de frenos convencionales

V. DISCUSIÓN

Actualmente, la totalidad de vehículos nuevos que ingresan al parque automotor son con sistema de frenos ABS, sin embargo, existen en circulación aproximadamente un 40% de vehículos con sistemas de frenos hidráulicos convencionales, por lo tanto, realizar un estudio es de importancia a fin de determinar los parámetros de respuesta del sistema de frenos de los vehículos.

En el análisis realizado, se verificó que, de acuerdo a la tabla de calificación del ministerio de transportes y comunicaciones, referentes a los valores de desequilibrio y eficiencia de frenado, los vehículos a pesar de tener sistema de frenos ABS, están por encima de lo que establece el MTC, por lo tanto, ante una eventualidad de frenado intempestivo, existe la probabilidad de ocurrencia de un accidente de tránsito por falla mecánica.

En la evaluación realizada a los datos del Centro de Inspección Técnico vehicular, para pruebas de frenos de vehículos livianos de 1300 centímetros cúbicos de cilindrada, sólo el 5% de las unidades vehiculares analizadas, tiene los frenos de servicios convencional en buenas condiciones y sólo el 32,5% de las unidades vehiculares analizadas, tiene los frenos de servicios con sistema ABS en buenas condiciones.

En las mediciones del desequilibrio de las ruedas de los ejes de los vehículos livianos, ésta se realizó midiendo las fuerzas de frenado en cada una de las ruedas, y se pudo evidenciar que la fuerza de frenado es independiente del tipo de sistema de frenos que utiliza el vehículo, pero lo que, si se estableció que en sistema de frenos ABS, existe menor desequilibrio entre las ruedas del mismo eje.

El peso de la unidad vehicular, influye directamente en la determinación de la eficiencia de frenado, es decir en función a las fuerzas de frenado de cada una de las ruedas y el peso total del vehículo, se determinó el valor de la eficiencia de frenado.

En cuanto a los valores calculados de desequilibrio se determinó que los vehículos con sistema de frenos ABS presentan un menor desequilibrio con respecto al sistema de freno convencional, en términos cuantificables, un vehículo con sistema de frenos ABS

tiene en promedio un desequilibrio de 17.8%, comparado con el 18.5% de desequilibrio promedio del sistema de frenos convencionales.

En el caso de la eficiencia de frenado, se determinó que los vehículos con sistema de frenos ABS presentan una mayor eficiencia de frenado con respecto al sistema de freno convencional, en términos cuantificables, un vehículo con sistema de frenos ABS tiene en promedio una eficiencia de frenado de 27.2%, comparado con el 22.4% de desequilibrio promedio del sistema de frenos convencionales.

Del análisis de las pruebas de distancia de frenado, se puede evidenciar, que la distancia de frenado de vehículos con sistema de frenos ABS, al aplicar los frenos y estando el vehículo con velocidades de 120, 100 y 80 Km/h, se tiene la menor distancia de frenado de 8.4 metros a una velocidad de 80 Km/h, mientras que se obtuvo una distancia de frenado de 13.5m para una velocidad de 120 Km/h.

Para el caso de la distancia de frenado de vehículos con sistema de frenos convencional, al aplicar los frenos y estando el vehículo con velocidades de 120, 100 y 80 Km/h, se tiene la menor distancia de frenado de 9.5 metros a una velocidad de 80 Km/h, mientras que se obtuvo una distancia de frenado de 15.2 m para una velocidad de 120 Km/h.

Los resultados de las pruebas realizadas, para la distancia de frenado, se analizan en que existen dos distancias desde que se observa el obstáculo hasta que el vehículo se encuentre totalmente detenido.

La primera distancia es la que recorre el vehículo por el tiempo que demora el conductor en aplicar los frenos, a ésta distancia también se le conoce como distancia de reacción al frenado.

Los vehículos con sistema de frenos ABS presentan un menor desequilibrio con respecto al sistema de freno convencional, en términos cuantificables, un vehículo con sistema de frenos ABS tiene en promedio un desequilibrio de 17.8%, comparado con el 18.5% de desequilibrio promedio del sistema de frenos convencionales.

Los vehículos con sistema de frenos ABS presentan una mayor eficiencia de frenado con respecto al sistema de freno convencional, en términos cuantificables, un vehículo con sistema de frenos ABS tiene en promedio una eficiencia de frenado de 27.2%, comparado con el 22.4% de desequilibrio promedio del sistema de frenos convencionales.

Los vehículos con sistema de frenos ABS presentan una menor distancia de frenado a velocidad de 120 Km/h, con respecto al sistema de freno convencional, en términos cuantificables, un vehículo con sistema de frenos ABS tiene en promedio una distancia de frenado a 120 Km/h de 13.1 metros comparado con 14.7 metros de distancia de frenado promedio del sistema de frenos convencionales.

Los vehículos con sistema de frenos ABS presentan una menor distancia de frenado a velocidad de 100 Km/h, con respecto al sistema de freno convencional, en términos cuantificables, un vehículo con sistema de frenos ABS tiene en promedio una distancia de frenado a 100 Km/h de 11.1 metros comparado con 12.4 metros de distancia de frenado promedio del sistema de frenos convencionales.

Los vehículos con sistema de frenos ABS presentan una menor distancia de frenado a velocidad de 80 Km/h, con respecto al sistema de freno convencional, en términos cuantificables, un vehículo con sistema de frenos ABS tiene en promedio una distancia de frenado a 80 Km/h de 8.8 metros comparado con 10.2 metros de distancia de frenado promedio del sistema de frenos convencionales.

VI. CONCLUSIONES

1. Se realizó el análisis de los registros de eficiencia de frenado de los vehículos de 1300 cc, que realizaron pruebas de frenado en los Centros de Inspección Técnico Vehicular. Se comparó dichos valores con lo que estipula la tabla de inspecciones técnico vehicular, sólo el 32,5% de las unidades vehiculares analizadas, tiene los frenos de servicios con sistema ABS en buenas condiciones. Se comparó dichos valores con lo que estipula la tabla de inspecciones técnico vehicular, sólo el 5% de las unidades vehiculares analizadas, tiene los frenos de servicios convencional en buenas condiciones.
2. Se Determinó los parámetros del sistema de frenos, tales como desequilibrio, distancia de frenado a velocidades de 120, 100 y 80 Km/h, así como también la eficiencia de frenado.
3. Se realizó las mediciones de los parámetros del sistema de frenos y se evidenció que, de los vehículos de prueba, 2 vehículos con sistema de frenos convencional, presentan valores inferiores al 20% de eficiencia, estando dentro de la clasificación de falla muy grave. La distancia de frenado de vehículos con sistema de frenos ABS, al aplicar los frenos y estando el vehículo con velocidades de 120, 100 y 80 Km/h, se tiene la menor distancia de frenado de 8.4 metros a una velocidad de 80 Km/h, mientras que se obtuvo una distancia de frenado de 13.5m para una velocidad de 120 Km/h.

En cuanto a la distancia de frenado de vehículos con sistema de frenos convencional, al aplicar los frenos y estando el vehículo con velocidades de 120, 100 y 80 Km/h, se tiene la menor distancia de frenado de 9.5 metros a una velocidad de 80 Km/h, mientras que se obtuvo una distancia de frenado de 15.2m para una velocidad de 120 Km/h.

4. En el análisis comparativo, los vehículos con sistema de frenos ABS presentan un menor desequilibrio con respecto al sistema de freno convencional, en términos cuantificables, un vehículo con sistema de frenos ABS tiene en promedio un desequilibrio de 17.8%, comparado con el 18.5% de desequilibrio promedio del sistema de frenos convencionales. Los vehículos con sistema de frenos ABS presentan una mayor eficiencia de frenado con respecto al sistema de freno convencional, en términos cuantificables, un vehículo con sistema de frenos ABS tiene en promedio una eficiencia de frenado de 27.2%, comparado con el 22.4% de desequilibrio promedio del sistema de frenos convencionales.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar un estudio de los demás sistemas del vehículo, como es el motor de combustión interna, sistema de amortiguación, sistema de dirección, a fin de que la instalación de los frenos ABS funcione de manera correcta, debido a que existe coordinación entre los sistemas del vehículo.
2. Analizar el incremento de la seguridad al utiliza el sistema de frenos ABS, específicamente en circulación a altas velocidades, y la reducción del número de accidentes de tránsito en unidades vehiculares, al efectuar maniobra con el sistema ABS propuesto.
3. Hacer mantenimiento periódico del sistema de frenos ABS y convencional, después de 10000 Km de recorrido a fin de ajustar y cambiar elementos del sistema, evitar fallas en los sistemas.

REFERENCIAS

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Situación actual del parque automotor en el Perú, 2018, 122pp.

PROTRANSPORTE. Evolución del parque automotor en el Norte del Perú, 2018, 77pp.

AUTOREX. Sistemas de Frenos ABS para vehículos livianos y pesados de la marca BOSCH, 2016, 43pp.

Municipalidad Provincial de Chiclayo. Análisis del sector transporte en la ciudad hacia el 2025, 2017, 34pp.

DIAZ, R. Análisis de los sistemas de frenos ABS, 2016, 69pp.

VELÁSTEGUÍ. A. Análisis comparativo del freno de tambor y freno de disco para optimizar la eficiencia del sistema de frenos en vehículo de servicio público de 800 cm³ de cilindrada”, 2015, 111pp.

CARRASCO. E. Medición de variables de funcionamiento del sistema de frenos ABS, 2015, 34pp

(AYALA. L y VALLEJO. J.). Adaptación de un sistema de frenos ABS a un vehículo fiat, para mejorar la seguridad del frenado”, 2011, 56pp

FONT, H. Las cuatro principales causas de accidente en Vehículos Livianos. Santa Fé de Bogotá, Colombia, 2014, 45pp.

SANCHEZ, T. Es eficaz el sistema de frenada ABS en vehículos livianos. Madrid, España, 2014, 32pp.

DIAZ, E. Lo que nadie te contó sobre el ABS para Automóviles. México, 2015, 12pp.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Reglamento Nacional de Revisiones Técnicas 2015. Lima, Perú, 2015, 78pp.

VELEZ, E. Implementación de un sistema de frenado ABS en un vehículo automotor liviano, Cuenca, Ecuador, 2016, 94pp.

MELÉNDEZ, F. Implementación de un sistema ABS en el simulador de frenos por disco-tambor del taller de ingeniería automotriz. Ecuador, 2017, 69pp.

ROMERO, T. Estudio de efectividad del sistema ABS en Camionetas L3 de hasta 400cc a 2800msnm, Colombia, 2016, 102pp.

MORA, Y. Diseño e implementación de un sistema de frenos ABS para vehículos, ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO, Ecuador, 2013, 78pp.

ARELLANO, S. Diseño y construcción de un módulo de control ABS para el banco de frenos neumáticos, del Laboratorio de Mecánica de Patio ESPE Extensión Latacunga, 2014, 76pp

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<p>INDEPENDIENTE Análisis comparativo entre sistemas de frenos ABS y convencional</p>	<p>Es la comparación entre los sistemas de frenos hidráulicos ABS y convencional, en el cual se comparan los parámetros de operación de los dispositivos de los sistemas que influyen en la eficiencia del frenado del vehículo.</p>	<p>Mediante las variaciones de los parámetros de funcionamiento de los dispositivos de los frenos ABS y convencional.</p>	<p>Distancia de Frenado, Tiempo de Frenado, Velocidad final, velocidad inicial, aceleración.</p>	<p>Metros Segundos Km/h m/s²</p>
<p>DEPENDIENTE: Eficiencia de frenado en vehículos livianos de 1300cc</p>	<p>La eficiencia de frenado, es la importancia de detener el vehículo en cuanto a distancia en el tiempo. El sistema de frenado basa su rendimiento en la fricción y en la transmisión de calor; cuanto más calor se evacue, más energía cinética se transformará y el frenado el vehículo de manera más eficaz.</p>	<p>Se cuantifica por la deceleración (aceleración negativa) que sucede durante el proceso de frenado. Por convención de medida se considera que la eficacia de los frenos alcanza el 100% cuando la deceleración medida es igual a la aceleración de la gravedad (9,8 m/s²).</p>	<p>Fuerza de frenado, desequilibrio.</p>	<p>Kilo Newton %</p>

Anexo 2. Instrumento de recolección de datos

GUIA DE OBSERVACIÓN
REGISTRO DE PARÁMETROS DE FRENADO

Instrucciones. Realice el registro de los parámetros de frenado, con frenos de servicio con ABS y frenos de servicio sin ABS

Vehículo	Frenos de servicio con ABS					
	Eje	Peso (Kg)	Fuerza de frenado		Desequilibrio	Eficiencia
			Der	Izq		
	1					
	2					
	1					
	2					
	1					
	2					
	1					
	2					

Vehículo	Frenos de servicio sin ABS					
	Eje	Peso (Kg)	Fuerza de frenado		Desequilibrio	Eficiencia
			Der	Izq		
	1					
	2					
	1					
	2					
	1					
	2					
	1					
	2					

Cálculo del tamaño de la muestra

La expresión para determinar el número de la muestra es:

$$n = \frac{N * Z\alpha^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z\alpha^2 * p * q}$$

Dónde:

N: Total de la población. 567 Vehículos Toyota Yaris año de fabricación 2012- 2017

Za: 1.64 al cuadrado (si la seguridad es del 90%).

p: Proporción esperada (en este caso 2% = 0.02)

q= 1-p (en este caso 0.98)

d: Precisión (10%)

Reemplazando valores se tiene:

$$n = 6$$

6, vehículos serán la muestra para la investigación, y la selección será uno de cada año, desde el 2012 al 2017.

FRENÓMETRO LIGERO FRL

El frenómetro para vehículos ligeros FRL está diseñado para vehículos ligeros de hasta 3500 kg de MMA y soporta cargas de hasta 4 Tn por eje al paso, de funcionamiento de control de frenado en el vehículo, midiendo con presión de la ovalidad existente en los discos y tambores de freno.

La bancada lleva motores independientes para el accionamiento de los rodillos. Incorpora, además, sistemas de seguridad que detectan la presencia del vehículo durante todo el ensayo y la pérdida de adherencia de las ruedas en el momento de la medición.

La indicación es independiente en cada rueda, un ordenador se ocupada de controlar todo el sistema de medición y el funcionamiento de la máquina. El control puede ser por teclado, ratón o mando a distancia y la visualización se realiza mediante un software altamente intuitivo

EQUIPAMIENTO ESTANDAR

Banco de frenos

Consola de control

Control electrónico y software

Autobloqueo de rodillos para facilitar la salida del vehículo

Mando a distancia para control de la prueba

Rodillos revestidos de acero soldado o fibra sintética



Rodillos revestidos de acero soldado o fibra sintética



Control electrónico y software

Datos técnicos FRENÓMETRO VEHÍCULOS LIGEROS FRL	
Carga máxima por eje al paso	4 Tn
Motores de accionamiento	2 x 4,6 kW
Velocidad de ensayo	5,7 km / h.
Ancho de vía máximo	2.220 mm.
Ancho de vía mínimo	855 mm.
Voltaje	400 V. 50 Hz. Trifásico
Fusible de protección	3 x 25 A
Protector térmico	2 x 12,5 A
Diámetro de los rodillos	202 mm.
Longitud de los rodillos	685 mm.
Longitud útil de los rodillos Soldadura / Fibra sintética	685 mm.
Distancia entre centros	400 mm.
Coefficiente de adherencia	0,9 seco – 0,7 mojado
Escala de medición	0 – 6 kN
Escalón de medida	10 N
Error indicación de medida	1%
Dimensiones	
Dimensiones del bastidor	2.320 x 680 x 285 mm.
Dimensiones del bastidor embalado	2.400 x 800 x 520 mm.
Peso del bastidor	445 Kg
Peso del bastidor embalado	495 Kg
Dimensiones de la consola	620 x 510 x 1.660 mm.
Dimensiones de la consola embalada	800 x 600 x 1.580 mm.
Peso de la consola	55 Kg
Peso de la consola embalada	80 Kg



Declaratoria de Originalidad del Autor/ Autores

Yo Marco Antonio Willis LLontop, egresado de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela de posgrado y Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica / Programa académico Formación para Adultos de la Universidad César Vallejo (Chiclayo), declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado:


“Análisis Comparativo entre Sistemas de Frenos ABS y Convencional, para Determinar la Eficiencia de Frenado en Vehículos Livianos de 1300 cc.”,

es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el Trabajo de Investigación / Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha,

Apellidos y Nombres del Autor Willis LLontop Marco Antonio	
DNI:44976891	Firma 
ORCID: (0000-0002-3059-1062)	