



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

**“EVALUACION DE LA EFICIENCIA DE FRENADO DE VEHICULOS DE
CATEGORIA M3 PARA DETERMINAR SU VIDA UTIL EN LA EMPRESA
ANGEL DIVINO”**

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
MECÁNICO ELÉCTRICISTA**

AUTOR:

EDUARD BRAVO CORDOVA

ASESOR:

Mg. DECIDERIO ENRIQUE DÍAZ RUBIO

Línea de investigación:

MODELAMIENTO Y SIMULACION DE SISTEMAS ELECTROMECHANICOS”

CHICLAYO-PERÚ

2018



ACTA DE SUSTENTACION

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 9:00 horas del día 13 de diciembre de 2018, de acuerdo a los dispuesto por la resolución de dirección de investigación N°3023-2018-UCV-CH -2018-UCV-CH, de fecha 12 de diciembre de 2018, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis titulada: **EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE FRENADO DE VEHÍCULOS DE CATEGORÍA M3 PARA DETERMINAR SU VIDA ÚTIL - EMPRESA ANGEL DIVINO** presentado por el(la) (los) bachiller BRAVO CÓRDOVA EDUARD, con la finalidad de obtener el título de Ingeniero mecánico electricista, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

Presidente : Ing. Dávila Hurtado Fredy
Secretario : Ing. Celada Padilla James Skinner
Vocal : Ing. Rojas Coronel Ángel Marcelo

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

APROBAR POR MAYORIA

Siendo las 9.50 del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 13 de diciembre de 2018

Ing. Dávila Hurtado Fredy
Presidente

Ing. Celada Padilla James Skinner
Secretario

Ing. Rojas Coronel Ángel Marcelo
Vocal

DEDICATORIA

La presente Tesis está dedicada a:

La presente Tesis está dedicada a: A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica , como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo , todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

Eduard

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Le doy gracias a mis padres Alfonso y María por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Sobre todo por ser un excelente ejemplo a seguir.

A mis hermanos por ser parte de mi vida y representar la unidad familiar, A mi pequeño hijo Eduard David por llenar mi vida de alegría y felicidad cuando más lo he necesitado.



RESOLUCION DE VICERRECTORADO ACADEMICO N° 0011-2016-UCV-VA

ANEXO 2

DECLARACION DE AUDITORIA

YO, EDUARD BRAVO CORDOVA, de la escuela de ingeniería mecánica eléctrica, de la Universidad Cesar Vallejo, Sede Chiclayo; declaro que el trabajo académico titulado: "EVALUACION DE LA EFICIENCIA DE FRENADO DE VEHICULOS DE CATEGORIA M3 PARA DETERMINAR SU VIDA UTIL EN LA EMPRESA ANGEL DIVINO", presentado para la obtención del título profesional de Ingeniería Mecánica eléctrica es de mi autoría.

Por lo tanto, declaro lo siguiente:

- He mencionado todas fuentes empleadas en el presente trabajo de investigación, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes, de acuerdo con lo establecido por las normas de elaboración de trabajos académicos.
- No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquellas expresamente señaladas en este trabajo.
- Este trabajo de investigación no ha sido previamente presentado completa ni parcialmente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
- Soy consciente de que mi trabajo puede ser revisado electrónicamente en búsqueda de plagios.
- De encontrar uso de material intelectual ajeno sin el debido reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinen el procedimiento disciplinario.

Chiclayo, 11 de diciembre 2018

EDUARD BRAVO CORDOVA

DNI: 42152750

PRESENTACIÓN

Ante ustedes señores miembros del jurado la presente tesis que conlleva por título: **“EVALUACION DE LA EFICIENCIA DE FRENADO DE VEHICULOS DE CATEGORIA M3 PARA DETERMINAR SU VIDA UTIL EN LA EMPRESA ANGEL DIVINO”**

Las empresas de transportes en el Perú, deben garantizar que sus unidades vehiculares tienen que estar en óptimas condiciones de funcionamiento, y si bien es cierto que las revisiones técnicas periódicas que se realizan cada 6 meses para el sector público, durante ese intervalo de tiempo, ocurre los cambios de elementos del sistema de frenos, que debido a los desgastes que sufre, es necesario su cambio.

El tiempo de vida de éstos dispositivos tienen muchas causas, por lo tanto un seguimiento a éstos elementos, mediante mediciones a sus parámetros de funcionamiento, determinan que entre el tercer y cuarto mes de operatividad se están cambiando los elementos del sistema de frenos, debido a que se estima mediante proyecciones que no tendrán los parámetros de funcionalidad adecuado.

En el Perú, no existe reglamentación en cuanto a los sistemas de frenos, es decir el uso de los tipos de frenos antibloqueo no son de exigencia, lo que se exige es que cumplan con los parámetros dados por el Ministerio de Transportes sin importar el tiempo de antigüedad; por lo tanto la determinación del tiempo de vida de éstos elementos constituye un factor determinante al momento de elaborar los planes de mantenimiento preventivo de las empresas que tienen unidades vehicules M3.

ÍNDICE

PAGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN.....	vi
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN	15
1.1. Realidad Problemática.....	15
1.2. Trabajos Previos.....	23
1.3. Teorías relacionadas al Tema.....	26
1.4. Formulación del Problema.....	35
1.5. Justificación del Estudio	35
1.6. Hipótesis.....	36
1.7. Objetivos.	37
II. MÉTODO	38
2.1. Diseño de Investigación.....	38
2.2 Variables, operacionalización	39
2.3. Población y muestra	41
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad ...	42

2.5 Métodos de análisis de datos	43
2.6 Aspectos éticos	44
III. RESULTADOS	45
3.1. Realizar un análisis de los registros de frenado de los vehículos de categoría M3 de la empresa Ángel Divino, en los últimos 5 años, de los informes de inspección Técnica Vehicular	45
3.2. Identificar los elementos del sistema de frenos.....	52
3.3. Realizar un procedimiento periódico de seguimiento semanal y mensual de los valores de eficiencia de frenado, mediante las mediciones directas en el sistema de frenos, entregados por los sensores y actuadores existentes en el vehículo. 60	
3.4. Establecer numéricamente el tiempo de vida útil del sistema de frenos, dentro un rango óptimo de funcionalidad establecido por las mediciones realizadas.68	
IV. DISCUSIÓN	84
V. CONCLUSIONES.....	85
VI. RECOMENDACIONES	86
VII. REFERENCIAS	87
VIII. ANEXOS	90
Anexo N° 1. Guía de observacion	90
Anexo N° 2. Ficha de validación de instrumento de recolección de datos.....	91
ANEXO.3 INDICACIONES AL EXPERTO	92
Autorización de publicación de tesis	96
acta de originalidade tesis.....	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ventas de vehículos	15
Figura 2 Renovación del parque	16
Figura 3 Cuadro de vida útil	18
Figura 4 Parque automotriz Boliviano	18
Figura 5 Estadística de importación	19
Figura 6 Estadística de importación	19
Figura 7 Causas principales	20
Figura 8 Causas de accidentes	21
Figura 9 Pruebas estandarizadas.....	22
Figura 10 Fórmula Rodante	28
Figura 11 Frenos Neumáticos	29
Figura 12 Relación fuerza de freno	50
Figura 13 Relación eficiencia	51
Figura 14 Sistemas de frenos.....	52
Figura 15 Sensor de presión	55
Figura 16 Contacto de la luz.....	56
Figura 17 Obturador de descarga.....	57
Figura 18 Obturadors del freno	58
Figura 19 Sistema de freno	59
Figura 20 Tendencia de la eficiencia	62
Figura 21 Tendencias de la eficiencia	64
Figura 22 Tendencia de la eficiencia	65
Figura 23 Tendencia de la eficiencia	67
Figura 24 Modelo de dispersión	69

Figura 25 Regresión Lineal 71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación Vehicular	27
Tabla 2. Operacionalización de variables.....	40
Tabla 3. Descripción de frenos.....	48
Tabla 4. Resultados de Medición a Frenos de Servicio Unidad Vehicular 1.....	61
Tabla 5. Resultados de Medición a Frenos de Servicio Unidad Vehicular 2.....	63
Tabla 6. Resultados de Medición a Frenos de Servicio Unidad Vehicular 3.....	65
Tabla 7. Resultados de medición	66
Tabla 8 Disminución Mensual de la eficiencia de frenado en los 4 vehículos de prueba .	68
Tabla 9 Disminución en el tiempo de la eficiencia de frenado.....	68
Tabla 10. Variación de la eficiencia de frenado vehículo 1	69
Tabla 11. Resultado de regresión lineal	72
Tabla 12. Variación de la eficiencia de frenado vehículo 2	74
Tabla 13. Resultado de regresión lineal	75
Tabla 13. Variación de la eficiencia de frenado vehículo 3	76
Tabla 15. Resultado de regresión lineal	77
Tabla 16 Variación de la eficiencia de frenado vehículo 4	78
Tabla 17 Resultado de regresión lineal	79
Tabla 18. Resultado del tiempo de vida del sistema de frenos	80
Tabla 19. Promedio de eficiencia de frenado en cada mes.....	81
Tabla 20. Resultado de regresión lineal	82

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1. Guia de observacion	90
Anexo N° 2. Ficha de validación de instrumento de recolección de datos	92
Anexo N° 3. Indicaciones al experto	94

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene como objeto la evaluación de la eficiencia de frenado de vehículos de categoría M3, para determinar su vida útil, en la empresa Ángel Divino, en el cual mediante mediciones periódicas se analizó la variación de los parámetros de funcionamiento del sistema de frenos.

El desarrollo de los objetivos específicos que lograron cumplir con el objetivo general del proyecto, son 4; en principio se realizó el análisis de los registros de frenado de los vehículos de la categoría M3, luego se identificó los elementos que influyen en el valor de la eficiencia de frenado; enseguida se realizó un seguimiento semanal y mensuales de los valores de la eficiencia de frenado, para finalmente establecer numéricamente el tiempo de vida del sistema frenos.

En cuanto al tiempo de vida del sistema de frenos, se determinó que las unidades vehiculares en promedio tienen una variación de la eficiencia de frenado, de disminuir en 12% entre el primer y segundo mes de funcionamiento del vehículo, disminuye 8.5% entre el segundo y tercer mes, y de 17.75% entre el tercer y cuarto mes. El promedio de tiempo de vida del sistema de frenos fue de 3.3; 3.55; 3.41 y 3.72 meses para cada vehículo analizado.

Palabras clave: Evaluación, eficiencia, frenado y vehículos.

ABSTRACT

The present investigation has like object of study the evaluation of the efficiency of braking of vehicles of category M3, to determine his useful life, in the company Angel Divino, in which by means of periodic measurements analyzed the variation of the parameters of operation of the system of brakes.

The development of the specific objectives that managed to fulfill the general objective of the project, are 4; In principle, the analysis of the braking records of vehicles of category M3 was carried out, then the elements that influence the value of the braking efficiency were identified; Then, weekly and monthly monitoring of the braking efficiency values was carried out to finely establish the braking system's life time.

Regarding the braking system's life time, it was determined that the average vehicle units have a variation of braking efficiency, of decreasing by 12% between the first and second month of operation of the vehicle, it decreases 8.5% between the second and third month, and 17.75% between the third and fourth month. The average life time of the braking system was 3.3; 3.55; 3.41 and 3.72 months for each vehicle analyzed.

Keywords: Evaluation, efficiency, braking and vehicles.

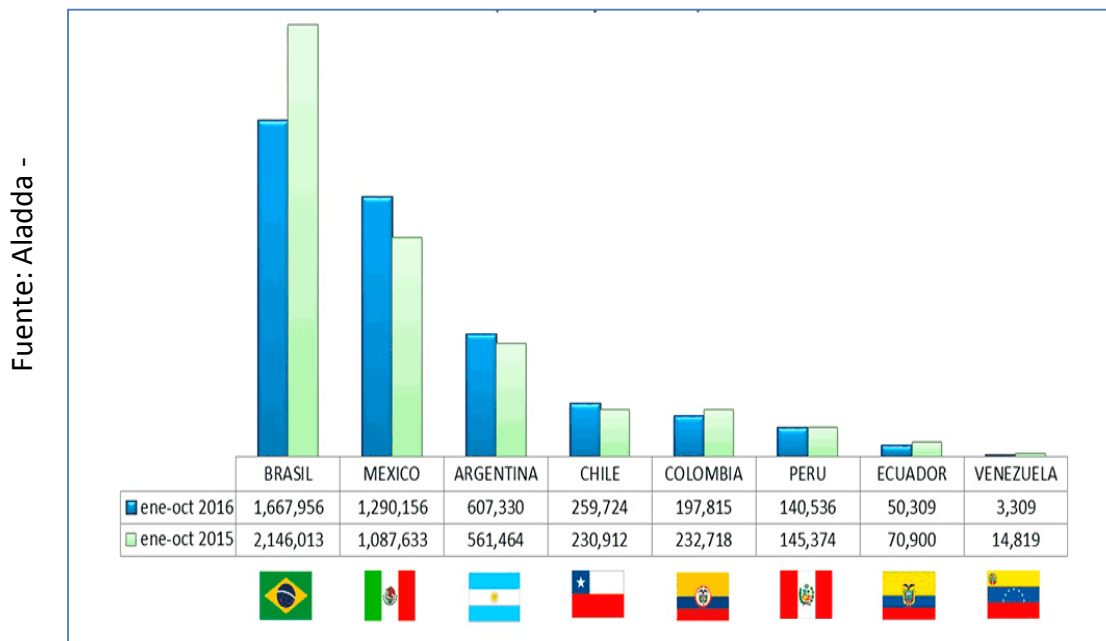
I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática.

A Nivel Internacional.

La vida media de los vehículos en España asciende a 14,5 años, en comparación a los 8 del periodo 2007-2008, esto se produjo antes de la crisis económica, por lo tanto pone en discusión la seguridad del parque automovilístico nacional. (Juárez, 2012, p.4).

Figura 1



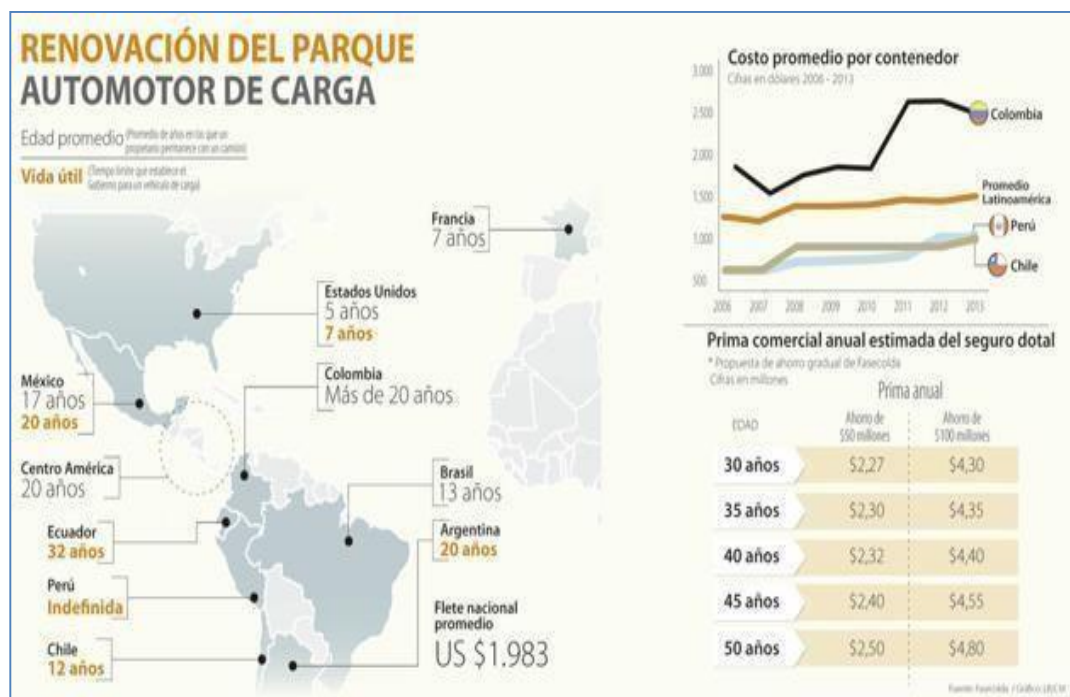
Venta de Vehículos Nuevos por países

La duración de un vehículo depende principalmente de tres factores: el kilometraje, el cuidado de sus dispositivos y el agotamiento. En Europa, la edad media de vida de un vehículo se encontraba en 2010 en los 8,3 años, según el último estudio elaborado por la ACEA (European Automobile Manufacturers Association) con ayuda de ANFAC (Asociación Española de Fabricantes y Automóviles Españoles).

En Estados Unidos la edad promedio de la flota es de 5 años y en Francia de 7 años, según un estudio hecho por la Federación de Aseguradores Colombianos (Fasecolda) llamado “Renovación del Parque Automotor de Carga: una Opción Integral”.

El documento fue elaborado por los investigadores Leonardo Umaña, director de la Cámara de Autos y Transporte, y Wilson Mayorga, director de Actuaría y Vida. El mismo se entrega luego de la expedición por parte del Ministerio de Transporte del proyecto decreto sobre renovación obligatoria de camiones después de 15 años.

Figura 2



Renovación del Parque Automotor de Carga en América

La correcta gestión de los vehículos al final de su vida útil afectará a la industria del automóvil en aspectos importantes, la obligación que tienen los fabricantes, siguiendo el mandato de la Directiva es correr con la totalidad o una parte importante de los costos que puedan representar para el último usuario la entrega del vehículo al final de su vida útil, cuando éste tenga valor cero o negativo, a una instalación autorizada y lo que es más importante, el mandato de carácter preventivo que también contiene la Directiva exigiendo a los estados miembros que propicien, los fabricantes de vehículos en colaboración con los fabricantes de materiales.

Una máquina en la medida en que es utilizada sufre deterioro en sus piezas, ocasionando que cada vez sean mayores los costos de operaria. Hay un momento en que es más económico o conveniente reemplazar el equipo viejo por uno nuevo; ese momento determina que la máquina ha llegado al fin de su vida útil.

En síntesis se puede definir la vida útil de una máquina como el tiempo durante el cual es capaz de trabajar con un rendimiento económicamente justificable. En el caso de Colombia, el Ministerio de Transporte ha definido en 20 años la vida útil de los equipos de transporte (buses, camiones, taxis).

En Ecuador, El 35,7% de buses matriculados en la ciudad (2.357 unidades-entre transporte urbano y expresos-) cumple los 20 años de vida útil, de acuerdo con las regulaciones de la Agencia Nacional de Tránsito (Rentería, 2013, p.4).

Figura 3

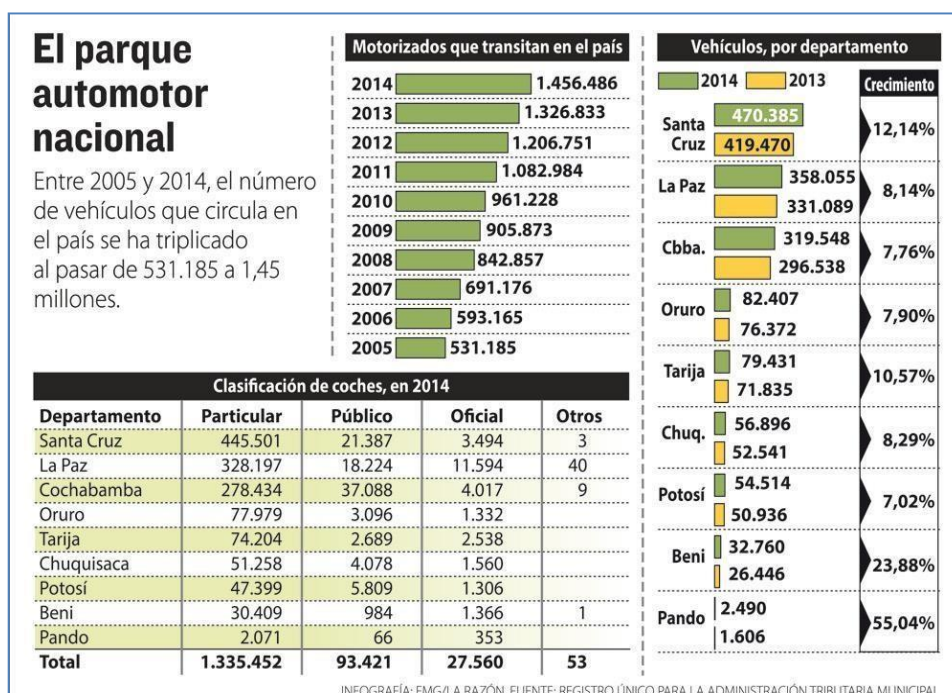
Fuente: Agencia Nacional del

MODALIDAD DE TRANSPORTE	CLASE DE VEHÍCULO	TIPO DE VEHÍCULO	VIDA ÚTIL	
Taxis convencionales	Automóvil	Sedán – Amazonía o Galápagos	15 años	
Taxis ejecutivos	Automóvil	Camioneta doble cabina 4 x 4 en Amazonía y Galápagos	5 años	
Carga liviana	Camioneta	Cabina simple	15 años	
Transporte mixto	Camioneta	Doble cabina	15 años	
Carga pesada	Camión	Tractocamión o volqueta	32 años	
Escolar e institucional	Autobús-furgoneta	Furgoneta	15 años	
Interprovincial	Autobús	Bus o mini-bus tipo Costa	20 años	
Interprovincial	Autobús	Bus ejecutivo	5 años	
		Bus tipo Costa	20 años	
		Mini-bus súper ejecutivo	10 años	
Intercantonal	Autobús	Tipo Costa articulado	20 años	
Turismo	Automóvil-camioneta	Vehículo todoterreno	10 años	
Alternativo	Vehículo de 3 ruedas	Tricimotos	5 años	

Fuente: Agencia Nacional de Tránsito

Figura 4 Parque automotriz Boliviano

Fuente: Retamoso,

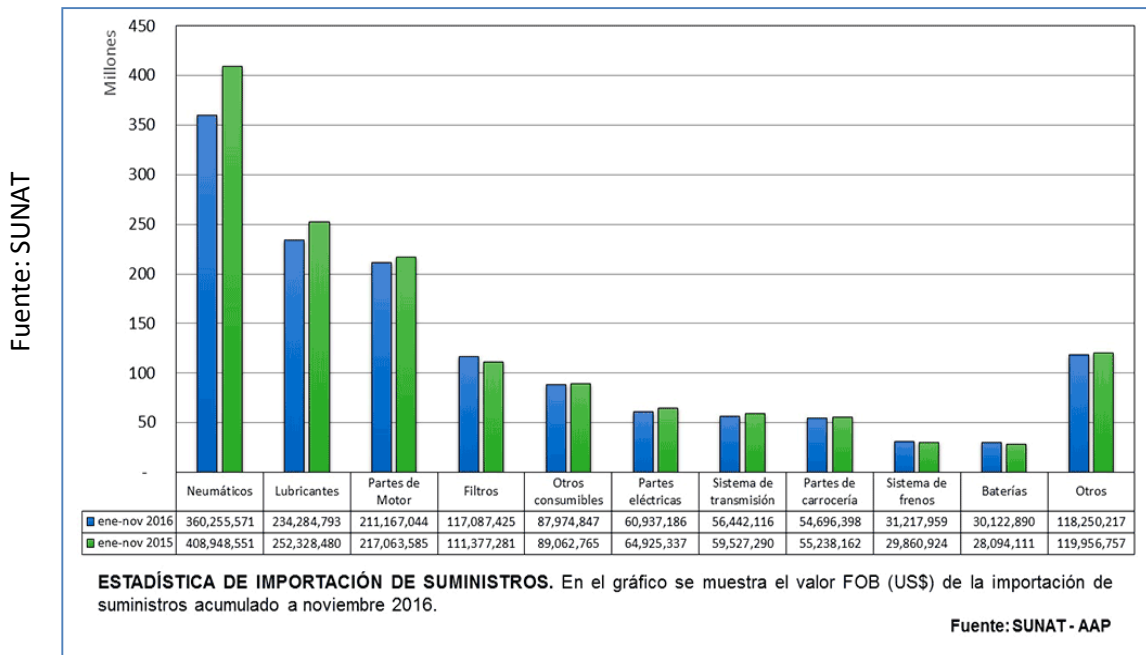


Características del parque automotriz Boliviano

A Nivel Nacional.

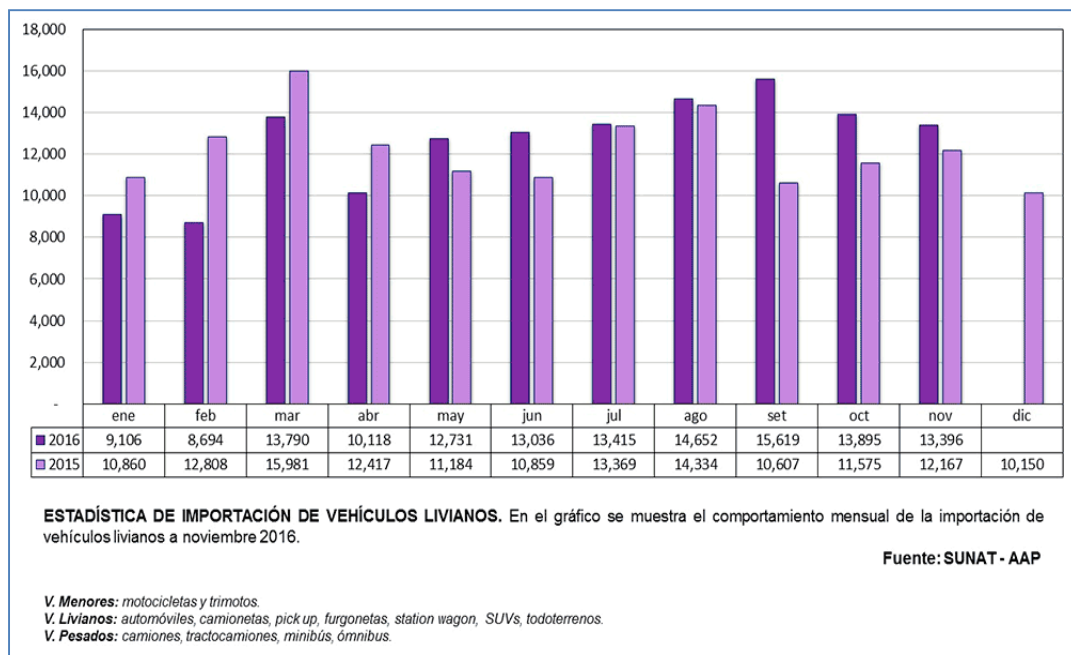
Los vehículos con más de 30 años de antigüedad, es decir, fabricados antes de 1982, y que son usados en el servicio público y masivo en nuestra capital solo podrán circular hasta el 31 de diciembre del 2012, según informó el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC).

Figura 5



Estadísticas de Importación de Suministros

Figura 6



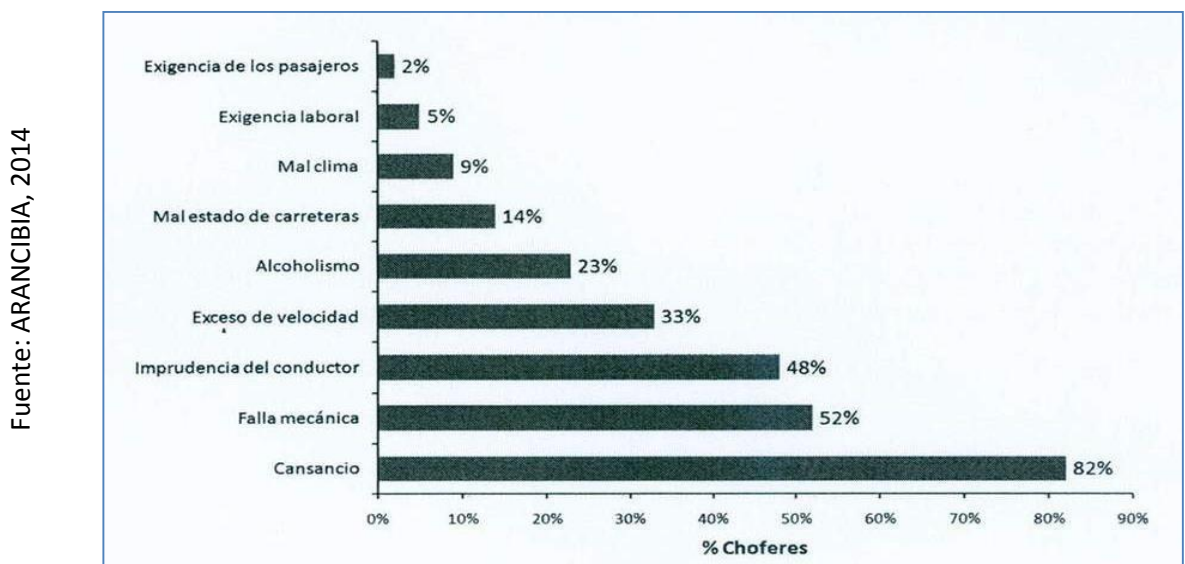
Estadística de Importación de Vehículos Livianos

“En el 2013, en el Perú, la principal causa de los accidentes de tránsito es el factor humano, con un 82 % (velocidad 34%, imprudencia conductor 28% y

ebriedad 12%, imprudencia peatón 8%). Solo el 2,8% fue producido por fallas mecánicas” (MTC, 2014, p.6).

“Una estadística asumida por los conductores, es que la falla mecánica, específicamente por el sistema de frenos es la segunda causa de accidentes, valores que son contrarios a lo registrado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones” (Rosales, 2010, p.4).

Figura 7



Causas Principales de Accidentes según opinión de conductores

En Arequipa, la mayoría de accidentes fueron ocasionados por vehículos que superan los 20 años de antigüedad. De los últimos quince incidentes generados por combis o cúster, ocho no están en el Sistema de Transportes (Sistran) o fueron eliminados del mismo por tener una antigüedad de más de dos décadas” (Pareja, 2015, p.8).

Figura 8



Causas de accidentes en la ciudad de Arequipa

A Nivel Local.

En el Departamento de Lambayeque, las unidades vehiculares, específicamente la flota de vehículos dedicados al transporte de pasajeros, cada 6 meses, se hace la medición del desequilibrio en la eficiencia de frenado de las ruedas, siendo una de las pruebas de la Revisión Técnica Vehicular, tal como se muestra en el Certificado, el cual registra las pruebas a los frenos de servicio, frenos de estacionamiento y frenos de emergencia.

Los valores establecidos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en cuanto al máximo de porcentaje límite establecido, es superado en las pruebas, lo cual el vehículo no pasa la prueba de revisión; sin embargo por la cultura de los transportistas, sólo se hace los ajustes y mantenimientos al sistema de frenos, días antes de la revisión; dejando al resto de periodos entre cada prueba, con valores superiores de eficiencia de frenado, debido a que no realizan seguimiento semanal y mensual del sistema.

Figura 9

CENTRO DE INSPECCIÓN TÉCNICA VEHICULAR

AGROPACIÓN TECNOLÓGICA DE AUTOMOCIÓN IRH S.A.C.
ATA IRH SAC

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - MTC
AGROPACIÓN TECNOLÓGICA DE AUTOMOCIÓN IRH S.A.C. - CITY
AUTORIZADO POR RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 4889-2017-MTC/15
AV. PAUL HARRIS N° 2065 DISTRITO DE LA VICTORIA PROVINCIA DE CHICLAYO
DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
Tel: 071-244899 - 071-244517 - 071-244566 - CHICLAYO

Tipo de Inspección: Inspección Técnica Ordinaria Fecha de Inspección: 09/08/2019 Informe de Inspección N°: 10679-010447

C-2018-131-178-009487

I.- CARACTERÍSTICAS DEL VEHICULO

1.- Titular o propietario	CHAFLOQUE DE FLORES MERCEDES / FLORES MARTINEZ JORGE EDUARDO				
2.- Placa	A8T189	8.- Combustible	GASOLINA		
3.- Categoría	M1	9.- VIN / N° de Serie	JTD8W933491163274		
4.- Marca	TOYOTA	10.- N° de Motor	2NZ6357578		
5.- Modelo	YARIS	11.- Carrocería	SEDAN		
6.- Año Fabricación	2.009	12.- Marca Carrocería	TOYOTA		
7.- Kilometraje	167.812	13.- N° Ejes / N° Ruedas	2 / 4		
		14.- N° Asient. / Pasaj	4 / 4		
		15.- Largo / Ancho / Alto	4.300 / 1.690 / 1.460		
		16.- Color (es)	ROJO MICA METALICO		
		17.- Peso Neto (kg)	1.036		
		18.- Peso Bruto (kg)	1.450		
		19.- Carga Útil (kg)	414		

II.- DATOS DE LOS EQUIPOS

CITY	ATA IRH S.A.C.	Frenómetro	Alineador	Analizador u Opacímetro	Regloscopio Luxómetro	Banco de Suspensión
LINEA	Mixta	Equipo N° VTEQ BRAK serie 502709	Equipo N° VTEQ serie 01704308	Equipo N° AVL HGA 400 serie 448	Equipo N° Baissbarth serie 689	Equipo N° VTEQ serie 103309

III.- RESULTADOS OBTENIDOS

Ejes	Peso (Kg)	PRUEBA DE FRENOS																	
		FRENO DE SERVICIO					FRENO DE ESTACIONAMIENTO					FRENO DE EMERGENCIA							
		Fuerza de Frenado (kN)		Deseq. (%)	Result	Eficien (%)	Result	Fuerza de Frenado (kN)		Deseq. (%)	Result	Eficien (%)	Result	Fuerza de Frenado (kN)		Deseq. (%)	Result	Eficien (%)	Result
Der.	Izq.					Der.	Izq.					Der.	Izq.						
1°	654	1.65	1.89	13	A														
2°	437	1.32	1.40	6	A			1.50	1.62	7	A								
3°						58	A					29	A						
4°																			
5°																			

Ejes	Desviación (m/km)	Resultado	Medida (mm)		Resultado
			Der.	Izq.	
1°	1.20	A	10.00	10.00	A
2°	0.00	A	10.00	10.00	A
3°					
4°					
5°					

Tipo de Luz	Medida (Lux o C)		Alin.	Result.
	Der.	Izq.		
Bajas	15	18	0.00	A
Altas	47	45	0.00	A
Alta Adicional				
Neblineras				

Delantera (%)	Izq.	Izq.	Posterior (%)	Izq.	Der.
Desv.	2	Desv.	4		
Result.	A	Result.	A		
Resultado Final	A				

EMISION	T° Aceite (°C)	80 / 90	CO Ral. (%)	0.20	CO Acet. (%)	0.24	Resultado
DE	RPM	685 / 2474	CO + CO2 Ral (%)	12.30	CO + CO2 Acet. (%)	12.60	A
GASES	Opacidad(m-1)		HC Ral. (ppm)	54.00	HC Acet. (ppm)	71.00	

EMISIONES SONORAS	Sonometro (dB)	Resultado
	61.30	A

IV.- OBSERVACIONES DETECTADAS


CODIGO	DESCRIPCION	CALIFICACION

Vigencia SOAT: 07/02/2019

NOTA: Las observaciones efectuadas deben ser subsanadas antes de la siguiente Inspección Vehicular

V.- RESULTADO DE LA INSPECCION TECNICA VEHICULAR

RESULTADO DE LA INSPECCION	VIGENCIA DEL CERTIFICADO	FECHA PROXIMA INSPECCION
APROBADO	12 MESES	09/08/2019


INGENIERO SUPERVISOR
 REG. C.I.P. 128021
 Laura Victoria Vadillo Perez
 CÓDIGO C.I.P. 128021

PR-176- 0009560

Fuente: CITY ATA IRH SAC

Pruebas estandarizadas en revisiones técnicas vehiculares

En la figura 9, se puede apreciar que una de las pruebas que exige el Ministerio de Transportes y Comunicaciones es la de eficiencia de frenado, en la

cual establece valores en los cuales puede estar clasificado en fallas leves, graves o muy graves. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016).

Un estimado de 61 986 unidades están presentes en la región de Lambayeque (Instituto Nacional de Estadística e Informática - Compendio 2015). Dicho parque automotor, según la Policía Nacional del Perú – Dirección de Estadística 2004 - 2014 ha causado 945 796 accidentes de tránsito a nivel nacional en los últimos 10 años; de los cuales, 663 accidentes se han registrado en la región Lambayeque sólo en el mes de enero a marzo del 2015 (Instituto Nacional de Estadística e Informática - Estadísticas de Seguridad Ciudadana).

Existen 4 empresas que brindan el servicio de revisiones técnicas vehiculares en Chiclayo. Actualmente tenemos problemas comunes en el frenado de vehículos como son el bloqueo de las ruedas delanteras y traseras, desequilibrio de fuerza de frenado, problemas en el sistema antibloqueo (ABS), regulación antideslizamiento (ASR), balatas vitrificadas, el pedal rebota, el pedal sigue bajando si se mantiene pisado, el pedal no se mantiene fijo bajo presión, el pedal tiene excesivo recorrido, el coche se jala hacia un lado al frenar, frenado inoperante en una de sus ruedas, etc.

1.2. Trabajos Previos

Rodríguez y Ramírez (2013, p.103-104) en su trabajo de investigación titulado “Análisis y optimización de cálculo de la incertidumbre de un frenómetro”. Madrid, explica:

La deceleración depende básicamente de la adherencia de las superficies de contacto y su valor debe medirse de forma experimental. Es por este motivo que para medir el grado de deceleración en el frenado se recurre a valorar el rendimiento o eficacia de frenado de los automóviles. La eficacia de frenado de un automóvil se mide de forma porcentual, en función del peso que gravita sobre las ruedas y la fuerza de frenado aplicada a las cuatro ruedas. En realidad, lo que da a conocer la eficacia de frenado de un automóvil es el grado de deceleración que se produce en el vehículo al frenar.

En este trabajo de investigación se concluye que: La incertidumbre que más difiere de los límites del intervalo es la debida al montaje. Al contrario que en el ensayo de vehículos ligeros, en este caso, el sistema utilizado para realizar la calibración, es más complejo, y requiere más precisión.

Para poder producir un mayor par, se introducen más elementos en el sistema unidos entre sí. Evidentemente, a medida que aumenta la complejidad del equipo de medida, aumentan los errores debidos al montaje. Por último, se observa que la incertidumbre debida al rozamiento es significativa en ambos casos.

Un buen agarre entre neumático y rodillo, es imprescindible para poder llevar a cabo el ensayo. El deslizamiento entre ambos elementos, implicaría la obtención de medidas erróneas y disparatadas. En el análisis de la sensibilidad de los parámetros de la fuerza patrón, tanto en la expresión teórica de la fuerza de frenado en el ensayo de vehículos ligeros como en el ensayo de frenómetro universal, existen parámetros que permanecen constantes ensayo tras ensayo. Estos son la gravedad y la masa.

La incertidumbre que puede provocar la influencia de la gravedad es despreciable frente a cualquiera del resto de parámetro que intervienen en la expresión. La masa, calibrada externamente, al ser una referencia, un patrón, también produce desviaciones despreciables comparadas con otras variables. Para la expresión de vehículos ligeros, existe otro parámetro que también es una medida patrón, que se calibra externamente al ensayo y que su incertidumbre no es relevante (siempre que esté bien medida y calibrada).

García León (2016, p. 15) en su artículo científico titulado “Estudio Analítico de la transferencia de calor por convección que afectan los frenos de disco ventilados”, concluye en lo siguiente:

- 1.- Hoy día un gran número de vehículos poseen frenos de disco ventilados en las cuatro ruedas por su efectividad en el proceso de frenado.
- 2.- validación del comportamiento en cuanto a la velocidad y temperatura de transmisión dentro de los canales de ventilación.

3.- Para el caso de las tres geometrías de los frenos de disco, la disipación de calor para un instante de tiempo en los análisis efectuados, la disipación de calor demora 40 a 60 minutos. (García León, 2016, pp. 15).

Angélica Acosta (2015, p. 53) en su artículo científico titulado “Estudio Análisis del comportamiento de los frenos de disco de los vehículos a partir de la aceleración del proceso de corrosión”, concluye en lo siguiente:

1.- Se comprobó la microestructura y caracterización de las láminas de grafito que están presentes en los tres discos fabricados de este tipo de fundición gris, se pudieron observar los fenómenos estáticos tales como esfuerzos, deformaciones y el factor de seguridad, a los cuales están sometidos los frenos de disco de los vehículos, además del deterioro y pérdida en sus propiedades estructurales, las cuales son afectadas por la influencia de la aceleración de la corrosión.

2.- La aceleración del proceso de corrosión en los frenos de disco es influido específicamente por los cambios térmicos a los cuales está expuesto el disco por la acción de la fricción entre las pastillas, la interacción con el medio al cual se encuentra expuesto, además la falta de mantenimiento de los dispositivos del sistema de frenado, lo cual conduce a que las propiedades físico - mecánicas y estructurales del disco resulten afectados. (Angélica Acosta, 2015, pp. 15).

Criado (2012, p. 177-178), en su trabajo de investigación titulado: “Diseño y cálculo del sistema de frenado para un prototipo fórmula student” de la universidad Carlos III de Madrid, en sus conclusiones manifiesta que no solo ha permitido adquirir un amplio conocimiento sobre los sistemas de frenado y sobre la competición, complementarios a la formación adquirida, sino que ha sido un paso más allá, se ha conseguido, diseñar un sistema de frenado para un prototipo Formula SAE.

Se ha logrado que este sea lo más ligero posible el cual permita alcanzar una deceleración de 1,6 g aprovechando la máxima adherencia de los neumáticos. También se ha tenido en cuenta los esfuerzos sometidos a cada uno de los ejes para conseguir que la acción de frenada sea segura y transmitida a nuestro piloto la misma sensación de seguridad.

Por otro lado, se ha demostrado y justificado cada una de las elecciones que se han llevado a cabo en dicho diseño obteniendo finalmente un sistema de frenado con cuatro conjuntos discos- pinza. Estos conjuntos se distribuyen de la siguiente manera: dos en el eje delantero situados en el interior de cada una de las ruedas debido a su direccionalidad y para el eje trasero también se han elegido dos conjuntos disco pinzas, pero en este caso sobre cada uno de los semiejes en la salida del diferencial, de esta manera se reducirá la proporción de masas no suspendidas del total del vehículo.

También se ha demostrado cómo la elección y el diseño de un sistema de frenado no se puede guiar por una metodología independiente para cada uno de sus dispositivos, sino que todos está estrechamente relacionarlos y hay que elegirlos y estudiarlos cuidadosamente en su conjunto.

1.3. Teorías relacionadas al Tema.

1. El automóvil

El automóvil es un vehículo de propulsión propia con ruedas, destinado al transporte. Su creación data desde 1769 y su comercialización desde 1888. Hasta el año 2002 se registraron 590 millones de vehículos de pasajeros en el mundo, de los cuales 1,252,006 circulaban en el Perú.

Los automóviles pueden clasificarse por su función como vehículos de pasajeros o de carga. Los vehículos de pasajeros están destinados a transportar personas (Ej. Autos sedan, deportivos), mientras que los vehículos de carga tienen un compartimiento para llevar objetos (Ej. Camionetas, camiones).

Clasificación Vehicular

En el Perú, la clasificación vehicular para vehículos para el sector de transportes de pasajeros es la categoría M, de acuerdo a la información que se muestra en la tabla 1, dada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en el DS. 058 – 2033-MTC.

Tabla 1

<p>Categoría M: Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y contruidos para el transporte de pasajeros.</p>
<p>M1 : Vehículos de ocho asientos o menos, sin contar el asiento del conductor.</p> <p>M2 : Vehículos de mas de ocho asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de 5 toneladas o menos.</p> <p>M3 : Vehículos de mas de ocho asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de más de 5 toneladas.</p>
<p>Los vehículos de las categorías M2 y M3, a su vez de acuerdo a la disposición de los pasajeros se clasifican en:</p>
<p>Clase I : Vehículos contruidos con áreas para pasajeros de pie permitiendo el desplazamiento frecuente de éstos</p> <p>Clase II : Vehículos contruidos principalmente para el transporte de pasajeros sentados y, también diseñados para permitir el transporte de pasajeros de pie en el pasadizo y/o en un área que no excede el espacio provisto para dos asientos dobles.</p> <p>Clase III : Vehículos contruidos exclusivamente para el transporte de pasajeros sentados.</p>

Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos,

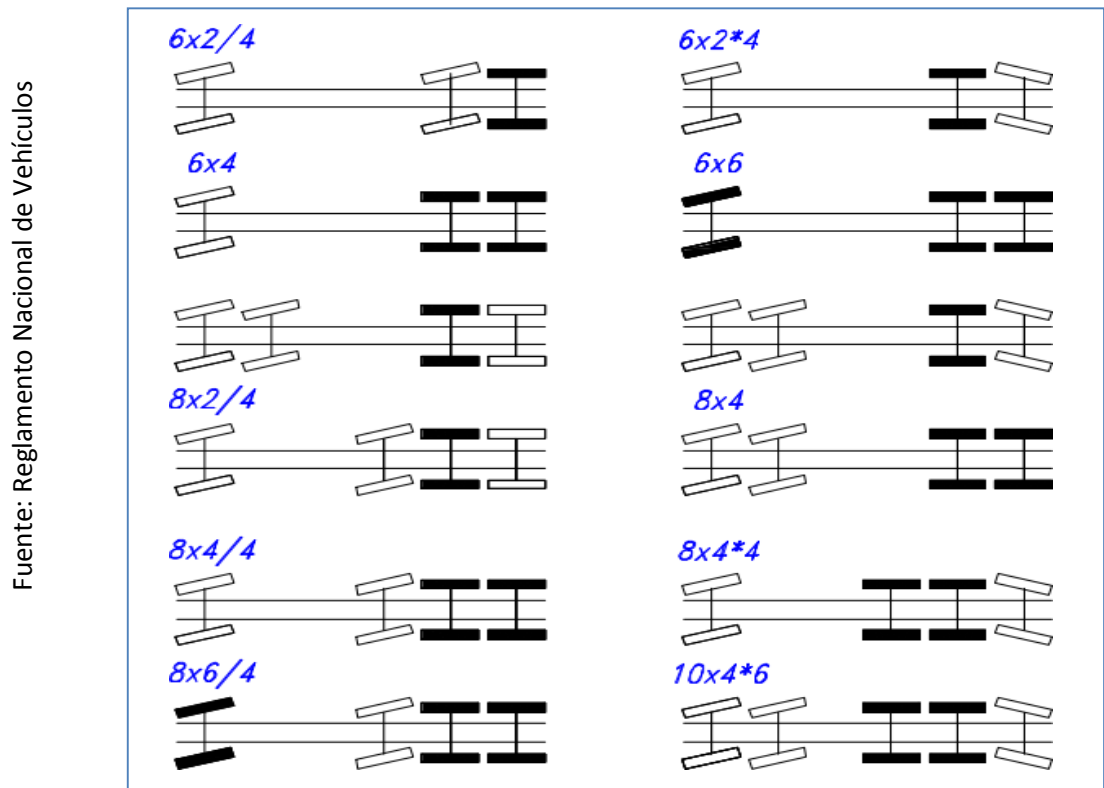
2014

Clasificación Vehicular

2. Fórmula Rodante.

La fórmula rodante, se refiere a la distribución de la energía mecánica que entrega el motor de combustión interna hacia los neumáticos del vehículo, y los relaciona el número total de apoyos.

Figura 10



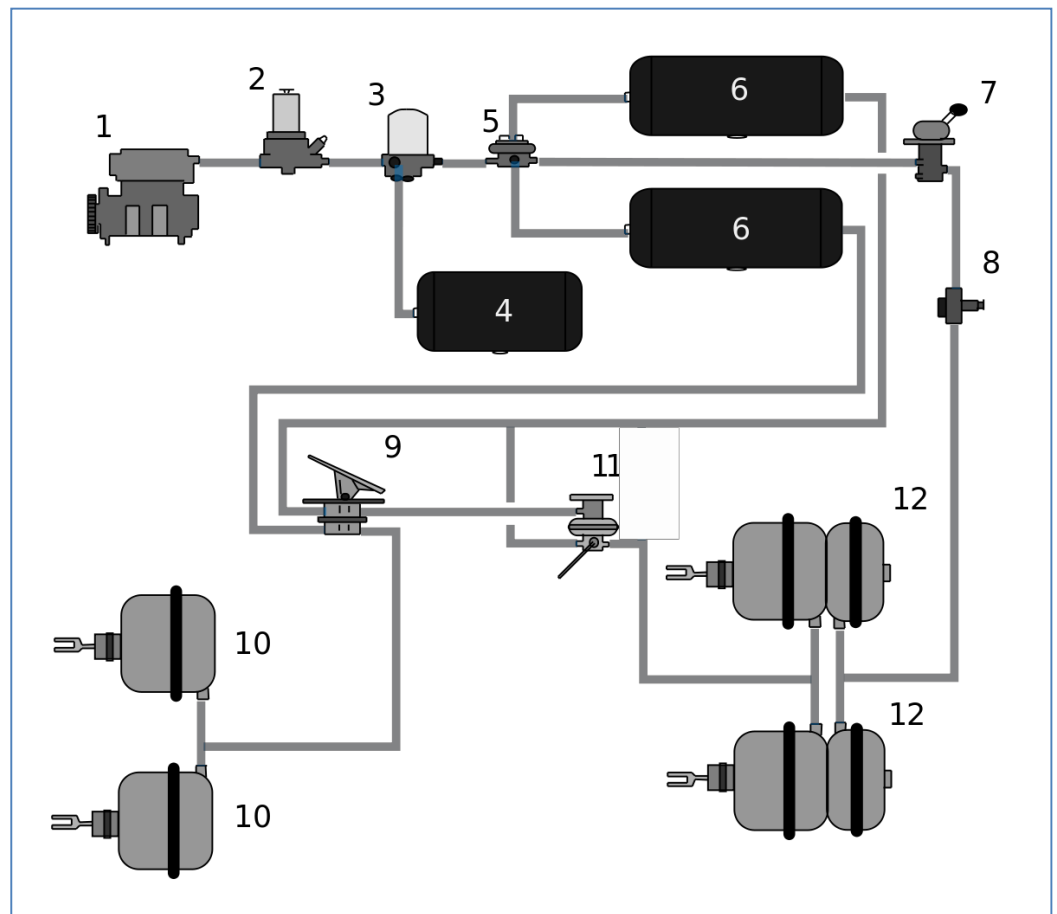
Fórmula Rodante en Vehículos

3. Sistema de Frenos

Frenos Neumáticos.

El freno neumático o freno de aire es un tipo de freno cuyo accionamiento se realiza mediante aire comprimido. Se utiliza principalmente en trenes, camiones, autobuses y maquinaria pesada. Utiliza pistones que son alimentados con depósitos de aire comprimido mediante un compresor, cuyo control se realiza mediante Obturadores. Estos pistones actúan como prensas neumáticas contra los tambores o discos de freno.

Figura 11



Fuente: Bosch, 2014

Circuito Frenos Neumáticos

Frenos Hidráulicos

El Freno hidráulico es el que aprovecha 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.

Su principal función es disminuir o anular progresivamente la velocidad del vehículo, o mantenerlo inmobilizado cuando está detenido. El sistema del vehículo, llegando a detenerlo si fuera preciso de una forma segura, rápida y eficaz, en cualquier condición de velocidad y carga en las que rueda.

4. Eficiencia de Frenado.

1. El frenado de servicio debe permitir controlar el movimiento del vehículo y detenerlo de una forma segura, rápida y eficaz, cualesquiera que sean las condiciones de velocidad y de carga y para cualquier pendiente ascendente o descendente en la que el vehículo se encuentre. Su acción debe ser regulable.
2. El conductor deberá poder conseguir ese frenado desde su asiento, sin separar las manos del órgano de dirección.
3. El dispositivo de frenado de servicio, deberá actuar sobre todas las ruedas del vehículo.

Rendimiento

Un dispositivo de frenado tiene por función disminuir progresivamente la velocidad de un vehículo en marcha, hacer que se detenga o mantenerlo inmóvil si se encuentra ya detenido. Dentro de su campo normal de funcionamiento, y sea en el momento de accionar o en el de soltar el freno, el frenado proporcionado debe ser regulable, entendiéndose por tal aquel en cuyo transcurso:

1. El conductor pueda en todo momento aumentar o disminuir la intensidad de frenado actuando sobre el mando.
2. La fuerza de frenado actúe en el mismo sentido que la acción sobre el mando.
3. Sea posible efectuar fácilmente una regulación suficientemente precisa de la intensidad de frenado.

Se entiende por desequilibrio la diferencia de esfuerzos de frenado entre las ruedas de un mismo eje.

La medida del desequilibrio se efectuará, por consiguiente, por cada eje y se hallará como porcentaje de la rueda que frena menos respecto a la que frena más. Se tomarán para cada rueda como esfuerzo de frenado el valor máximo que indique el frenómetro.

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_{max} sea igual o superior a 600 N en vehículos ligeros o 2.400 N en vehículos pesados.

Tanto el desequilibrio como la fluctuación de las fuerzas de frenado producen sobre el vehículo un par de fuerzas que tiende a desestabilizar el vehículo, desviándolo de su trayectoria.

Eficacia:

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.

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

Se deducirá por la fórmula:

E=	Valor de la eficacia en %.
F=	Suma de todas 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 (si se trata de semirremolques, suma de las masas máximas autorizadas por eje en kg)
g =	aceleración de la gravedad (aproximada a 9.8 m/s ²)

En el caso de vehículos de MMA ≤ 3.500 kg, se referenciará la eficacia al valor de la masa del vehículo en orden de marcha. Este dato de eficacia vendrá dado en tanto por ciento y es un valor indicativo del estado y actuación global del sistema de frenos del vehículo. Como norma general los vehículos con MMA >3.500 kg se inspeccionarán en un estado de carga tal que permita alcanzar los valores de eficacia mínimos definidos en el método. La carga del vehículo no podrá suponer peligros o molestias para el personal o usuarios de la estación.

La eficacia de frenado se determina directamente midiendo la fuerza de frenada del vehículo, no requiriendo ninguna extrapolación en estas condiciones. Se calcula como:

$$z_{Mlad} = \frac{\sum F_i}{F_{Mmax}} ; \text{ para vehiculos a motor}$$

$$z_{Rlad} = \frac{\sum F_i}{F_{Rmax}} ; \text{ para remolques y semirremolques}$$

Donde:

Z_{Mlad} : eficacia de frenada de vehículo cargado (en tanto por uno)

Z_{Rlad} : eficacia de frenada de remolque o semirremolque cargado (en tanto por uno)

F_i : fuerza de frenado en la circunferencia del neumático sobre el eje i (N).

$F_{M \max}$: reacción estática máxima del vehículo (N).

$F_{R \max}$: reacción estática máxima de todos los ejes del semirremolque (N).

Por otro lado, la norma establece el método de extrapolación de un punto, que se realiza mediante el método de inspección mecanizada con la ayuda de un frenómetro o dispositivos adecuados y midiendo la presión de aire en los cilindros de freno para verificar en el mismo la relación de las fuerzas de frenado respecto a la masa real con la que el vehículo se presenta a inspección, extrapolando posteriormente a un valor fijo de presión de aire correspondiente a vehículo cargado.

Se deben de tener en cuenta las siguientes prescripciones:

Se debe de alcanzar al menos un 30 % de la presión de diseño del pulmón de freno, ya sea cargando ligeramente el vehículo o con simulación de carga.

La presión de partida que marca el primer punto de la recta de extrapolación se considera fijo a 40 kPa (0,4 bar) y 0 N.

La extrapolación se realizará a la presión mínima de diseño

P_{Aladi}

La eficacia de frenado se determina por la expresión:

$$z_{Mlad} = \frac{\sum F_B}{F_{Mmax}} ; \text{ para vehiculos a motor}$$

$$z_{Rlad} = \frac{\sum F_B}{F_{Rmax}} ; \text{ para remolques y semirremolques}$$

Siendo:

$$F_{Bi} = F_i R_{pi}$$

$$R_{pi} = \frac{P_{Aladi}^{-40}}{P_{Ai}^{-40}}$$

Donde:

F_{Bi} : fuerza de freno extrapolada a la presión P_{Aladi} (N).

P_{Aladi} : mínima presión de actuación de los pulmones de freno en el eje i cuando el vehículo va cargado (kPa).

P_{Ai} : presión de actuación en el eje i (kPa).

Finalmente, propone el método de extrapolación de dos puntos, realizándose como el anterior, pero tomando otro valor de frenada en lugar de considerar el primer punto fijo.

Teniendo en cuenta las prescripciones del método de extrapolación de un punto, la eficacia de frenado se determina con la siguiente expresión:

$$z_{Mlad} = \frac{\sum F_B}{F_{Mmax}} ; \text{ para vehiculos a motor}$$

$$z_{Rlad} = \frac{\sum F_B}{F_{Rmax}} ; \text{ para remolques y semirremolques}$$

Siendo:

$$F_{Bi} = F_{Hi} + R_{Fi} (P_{Aladi} - P_{AHi})$$

$$R_{Fi} = \frac{F_{Hi} - F_{Li}}{P_{AHi} - P_{ALi}}$$

Donde:

F_{Hi} : fuerza de frenado en la circunferencia del neumático sobre el eje i a la presión de actuación P_{AHi} (N).

P_{AHi} : presión de actuación más alta en el eje i (Kpa).

F_{Li} : fuerza de frenado en la circunferencia del neumático sobre el eje i a la presión de actuación P_{ALi} (N).

P_{ALi} : presión de actuación más baja en el eje i (kPa).

1.4. Formulación del Problema

¿Cómo determinar la vida útil de los vehículos M3 de la Empresa Angel Divino, con la evaluación de la eficiencia de frenado?

1.5. Justificación del Estudio.

Justificación Técnica: Se justifica técnicamente el proyecto de investigación porque existe los procedimientos y los equipos adecuados y normados para realizar las mediciones periódicas del desequilibrio en el proceso de frenado de las rueda de los vehículo categoría M3, por lo tanto al tener las ruedas dentro de un límite de valor de desequilibrio la conducción será más eficiente al momento de realizar un frenado, y por lo tanto los riesgos disminuyen de un accidente de tránsito, mejorando las condiciones de operatividad de la empresa.

Justificación Económica: Económicamente se justifica el proyecto, porque la empresa al tener sus unidades vehiculares en mejores condiciones técnicas, tendrá mayores ingresos económicos, por el incremento de pasajeros, con viajes seguros. También se justifica porque las labores de mantenimiento correctivo disminuyen, y por lo tanto el tiempo promedio entre fallas MTBF se incrementa, el cual trae mayores utilidades.

Justificación Social: Una de las principales justificaciones del presente proyecto de investigación es asegurar que el sistema de frenos esté operativo dentro de los valores estipulados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, por lo tanto trae beneficios a la sociedad, tanto a los pasajeros y a los transeúntes, porque disminuye el número de accidentes de tránsito, que es una problemática muy significativa en éstos últimos años, que ha traído consigo muchas vidas humanas.

Justificación Ambiental: 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.

1.6. Hipótesis.

La evaluación de la eficiencia de frenado determina las proyecciones de la vida útil de los vehículos categoría M3 de la Empresa Angel Divino.

1.7. Objetivos.

General

Evaluar la eficiencia de frenado de vehículos de categoría M3 para determinar su vida útil de la empresa Ángel Divino.

Específicos

- Realizar un análisis de los registros de frenado de los vehículos de categoría M3 de la empresa Ángel Divino, en los últimos 5 años, de los informes de inspección Técnica Vehicular.
- Identificar los elementos del sistema de frenos.
- Realizar un procedimiento periódico de seguimiento semanal y mensual de los valores de eficiencia de frenado, mediante las mediciones directas en el sistema de frenos, entregados por los sensores y actuadores existentes en el vehículo.
- Establecer numéricamente el tiempo de vida útil del sistema de frenos, dentro un rango óptimo de funcionalidad establecido por las mediciones realizadas.

II. MÉTODO.

2.1. Diseño de Investigación.

No experimental.- Debido a que en nuestra investigación no se pretende modificar deliberadamente variables independientes por lo que se observarán los fenómenos tal y como se dan en su contexto. Esto se debe a las limitaciones explicadas sobre el costo de implantación y el tiempo prolongado para la obtención de los resultados.

	T ₁		T ₂
M ₁	O	P	ER

Dónde:

M₁ : Es la muestras que se está observando.

O : Es la observación a desarrollar en la muestra.

P : Es la propuesta de...

T₁ : Es el tiempo de medición de la Observación.

T₂ : Es el tiempo de proyección del escenario hipotético.

ER: Son los resultados estimados.

2.2 Variables, operacionalización.

2.1.1. Definición Conceptual.

Variable independiente.-

Evaluación De La Eficiencia De Frenado De Vehículos De Categoría
M3

Variable dependiente.

Vida útil de la unidad.

2.1.2. Definición Operacional

Tabla 2.

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Escala de Medición
<p>Variable Independiente:</p> <p>Evaluación de la eficiencia de frenado de vehículos categoría M3</p>	<p>La eficiencia de frenado es la diferencia en la respuesta de frenado entre ambas ruedas de un mismo eje, o cual hace que el frenado sea uniforme y se desplaza la misma distancia al momento de frenar la unidad vehicular.</p>	<p>Proceso que determina la eficiencia de frenado a las ruedas de cada eje, además de medir las fuerzas de frenado por rueda y la diferencia entre el lado izquierdo y derecho de un mismo eje (Ccicev, 2016).</p>	<p>Factor de eficiencia</p> <p>Fuerzas de frenado</p>	<p>Desequilibrio</p> <p>Fuerza</p>	<p>Guía de Observación</p>	<p>Porcentaje</p> <p>Newton</p>
<p>Variable Dependiente:</p> <p>Vida útil de la unidad.</p>	<p>Es el tiempo en el cual una unidad vehicular puede circular con las condiciones óptimas de funcionamiento, y cumpla funciones específicas dentro de un consumo adecuado de combustible.</p>	<p>La variación de la vida útil varía en función al funcionamiento que disponga, y los efectos de las variaciones influyen en los desgastes de los dispositivos, lo cuales contribuyen a la determinación del tiempo de funcionamiento operativo de la unidad.</p>	<p>Años de funcionalidad óptima</p>	<p>Años de circulación</p>	<p>Guía de Observación</p>	<p>Años</p>

Operacionalización de variables

2.3. Población y muestra.

La población lo constituyen los 50 vehículos de categoría M3 de la Empresa Angel Divino.

Determinación del tamaño de la muestra para poblaciones finitas. En este caso se emplea la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 * p * q * N}{e^2 (N-1) + Z_{\alpha}^2 p * q} \quad \text{esta fórmula va.}$$

Población: 50 unidades

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

- n = muestra
- N = Población.
- e = error máximo alcanzado = 10%
- P y q = % estimado (0.02)
- q = $1 - p (1 - 0.02) = 0.98\%$

Za = 1.64 para una segunda de 90%.

$$n = \frac{50 \times 1.64^2 \times (0.02)(0.98)}{(0.1)^2 (50 - 1) + (1.64)^2 \times (0.02)(0.98)}$$

$$n = \frac{2.63}{0.49+0.052} = \frac{2.63}{0.542} = \mathbf{4.8 \text{ Unidades}}$$

2.1.3. Objeto de análisis (OA).-.

La inspección periódica del sistema de frenado de los vehículos del parque automotor de la provincia de Chiclayo, específicamente los vehículos categoría M3 Ómnibus, dado que no existe un parámetro y relación fallas de frenado con la vida útil del vehículo.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.3.1 Técnica de recolección de datos.

Observación directa

Se ira al lugar para realizar las pruebas y observaciones en las muestras de los vehículos seleccionados como muestra.

Revisión documental

Nos permite tener información necesaria sobre el tema de investigación

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Guías de observación

Se verifica el análisis de las mediciones con el equipo Frenómetros en los Centros de Inspección Técnica Vehicular de la ciudad de Chiclayo.

Guía de análisis de documentos

Se verifica las fuentes de los fabricantes de los dispositivos de los sistemas de frenos.

2.4.3 Validez y confiabilidad

Validez: la validez de los instrumentos será dada por la aprobación de uno a tres especialistas en el área.

Confiabilidad: Este proyecto tendrá la estabilidad o consistencia de los resultados obtenidos, accediendo mejoras de éxito.

2.5 Métodos de análisis de datos

Método deductivo, ya que el resultado de lo que queremos lograr se halla implícitamente en las premisas que se puedan alcanzar; es decir que con los datos de las mediciones de los parámetros de funcionamiento, se realizará una deducción del tiempo de vida del sistema de frenos.

2.6 Aspectos éticos

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

III. RESULTADOS

3.1. Realizar un análisis de los registros de frenado de los vehículos de categoría M3 de la empresa Ángel Divino, en los últimos 5 años, de los informes de inspección Técnica Vehicular

3.1.1. Medición de parámetros de frenado.

Descubrir el Proceso De Medición: Para la obtención de los datos que necesitaremos en nuestra evaluación se procederá de la siguiente manera:

1. De acuerdo al Diagrama definir los términos Freno de Servicio, Eficiencia de Frenado, Desequilibrio, Freno de Estacionamiento y Freno de Emergencia.
2. Desequilibrio en % entre ambas ruedas de un mismo eje.
3. Eficiencia de frenado.
4. Medición para los frenos de servicio, de estacionamiento y de emergencia.

FRENO DE SERVICIO.

El Freno de Servicio debe controlar el movimiento del vehículo y detenerlo de una forma fiable, rápida y eficaz, cualesquiera que sean las condiciones de velocidad y de carga y para cualquier pendiente ascendente o descendente en la que el vehículo se encuentre. Su acción debe de ser regulable.

El dispositivo de Frenado de servicio, deberá actuar sobre todas la ruedas del vehículo.

DESEQUILIBRIO.

En algunas ocasiones nos puede marcar en la Revisión Técnica como falta grave el desequilibrio de frenado, esto implica que entre las dos ruedas de un mismo eje que existe una eficiencia o potencia de frenado diferente esto puede

provocar que bajo diferentes panoramas de manejo fácilmente se pierda el control en la dirección del vehículo a la hora de frenar.

RAZONES DE DESIQUILIBRIO EN EL SISTEMA DE FRENOS.

La mayor parte en que se presentan este tipo de problemas es por que existe una relación directa entre los intervalos de mantenimiento preventivo que se le da al sistema de frenos, el líquido de frenos es el encargado de transferir la presión de frenado que se genera en la bomba hasta cada bomba auxiliar en cada rueda y es muy importante q este líquido este en excelentes condiciones. Recordemos que el líquido de frenos con el transcurso del tiempo tiende a adquirir humedad y esta humedad empieza a crear corrosión, con lo cual los dispositivos del sistema de frenos que están en contacto con el líquido pueden empezar a trabajar de forma incorrecta.

EFICIENCIA DE FRENADO

La eficiencia de los frenos depende del peso de su vehículo y la fuerza de los frenos, Aprender a calcular la eficiencia de frenado puede ayudar a determinar si los frenos funcionan normalmente o necesitan ser cambiados.

Fuerza de frenado. ¿Cómo se reparte la fuerza de frenado en un vehículo?

Se reparte de manera desigual, pues al ser frenado un vehículo que se encuentra en movimiento , la fuerza de inercia (I) aplicada a su centro de gravedad (G), forma con las fuerzas de frenado (F1) y (F2) un par que obliga a inclinarse hacia abajo al vehículo de su parte delantera mientras que en la trasera ocurre lo contrario. Decimos que el peso del vehículo ha sido transferido en parte al eje delantero, al mismo tiempo que el trasero se ha deslastrado.

FRENO DE ESTACIONAMIENTO.

El freno de estacionamiento, freno de parqueo, comúnmente llamado Freno de Mano, es un freno q inmoviliza las ruedas de un vehículo de forma permanente. Normalmente no se utiliza para detener el vehículo en marcha, pero puede ser utilizado como freno en caso de emergencia.

FRENO DE EMERGENCIA

Asimismo, los Buses deberían contar con frenos de Emergencia que permitan mantener la velocidad homogénea y segura durante el descenso de una pendiente, ya que así se evitara accidentes en carreteras peligrosas.

Tabla 3.

AÑO	Unidad	FRENO DE SERVICIO								FRENO DE ESTACIONAMIENTO						FRENO DE EMERGENCIA						
		Ejes	peso (Tn)	Fuerza Fren(kN).		Deseq. (%)	Resul.	Efic. (%)	Resul.	Fuerza Fren. (kN)		Deseq. (%)	Resul.	Efic. (%)	Resul.	Fuerza Fren. (kN)		Deseq. (%)	Resul.	Efic. (%)	Resul.	
				Der.	Izq.					Der.	Izq.					Der.	Izq.					
2013	Unidad 1	1	6.132	18.6	19.52	5	A	58	A													
		2	6.425	18.2	14.20	7	A	58	A	13.20	14.20	7	A	24	A	15.20	14.52	4	A	26	A	
	Unidad 2	1	5.132	18.20	17.65	3	A	65	A													
		2	7.254	21.20	22.30	5	A	65	A	23.20	21.20	9	A	27	A	23.20	24.20	4	A	29	A	
		3	4.172	13.20	12.54	5	A	65	A													
	Unidad 3	1	6.054	18.20	19.65	7	A	59	A													
2		5.235	13.20	14.20	7	A	59	A	15.20	14.20	7	A	27	A	13.20	14.52	9	A	25	A		
2014	Unidad 1	1	6.254	19.20	20.10	4	A	64	A													
		2	5.421	16.20	17.50	7	A	64	A	15.20	17.50	13	A	29	A	16.20	17.54	8	A	29	A	
	Unidad 2	1	4.765	19.20	18.26	5	A	66	A													
		2	6.785	19.20	20.10	4	A	66	A	22.10	19.20	13	A	27	A	19.20	18.52	4	A	25	A	
		3	3.854	12.20	11.21	8	A	66	A													
	Unidad 3	1	5.032	18.20	17.54	4	A	62	A													
		2	6.754	16.20	17.54	8	A	62	A	18.20	17.20	5	A	23	A	18.20	17.85	2	A	23	A	
3		3.854	13.20	12.25	7	A	62	A														

Fuente: CITY ATA IRH SAC

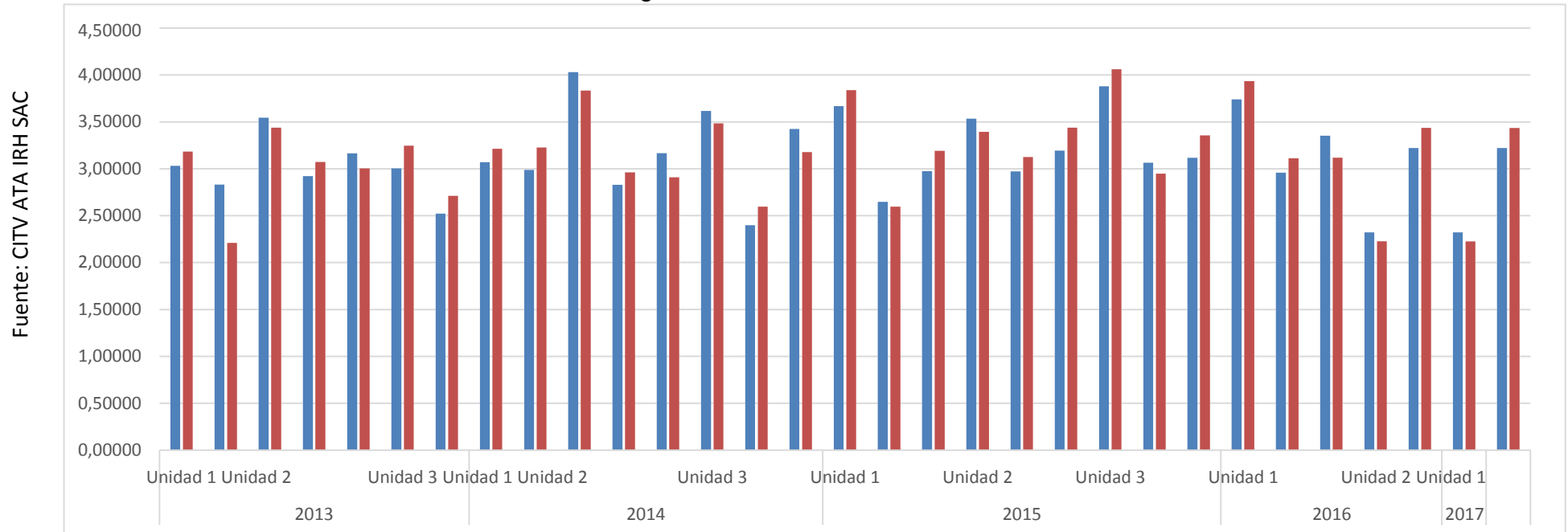
2015	Unidad 1	1	5.235	19.20	20.10	4	A	63	A													
		2	6.874	18.20	17.85	2	A	63	A	19.20	20.10	4	A	25	A	23.20	21.60	7	A	28	A	
		3	4.135	12.30	13.20	7	A	63	A													
	Unidad 2	1	4.865	17.20	16.52	4	A	66	A													
		2	7.132	21.20	22.30	5	A	66	A	23.20	22.30	4	A	29	A	23.20	22.21	4	A	29	A	
		3	4.132	13.20	14.21	7	A	66	A													
	Unidad 3	1	5.465	21.20	22.20	5	A	69	A													
		2	7.565	23.20	22.30	4	A	69	A	24.20	23.20	4	A	28	A	22.30	21.85	2	A	26	A	
		3	4.235	13.20	14.21	7	A	69	A													
2016	Unidad 1	1	5.132	19.20	20.20	5	A	68	A													
		2	7.165	21.20	22.30	5	A	68	A	23.20	21.20	9	A	27	A	23.20	22.20	4	A	28	A	
		3	4.235	14.20	13.20	7	A	68	A													
	Unidad 2	1	521	1.21	1.16	4	A	55	A													
		2	326	1.05	1.12	6	A	55	A	1.14	1.21	6	A	28	A							
2017	Unidad 1	1	521	1.21	1.16	4	A	55	A													
		2	326	1.05	1.12	6	A	55	A	1.14	1.21	6	A	28	A							

Descripción de frenos

3.1.2. Relación entre parámetros de medición

Relación fuerza de frenado – Peso por eje.

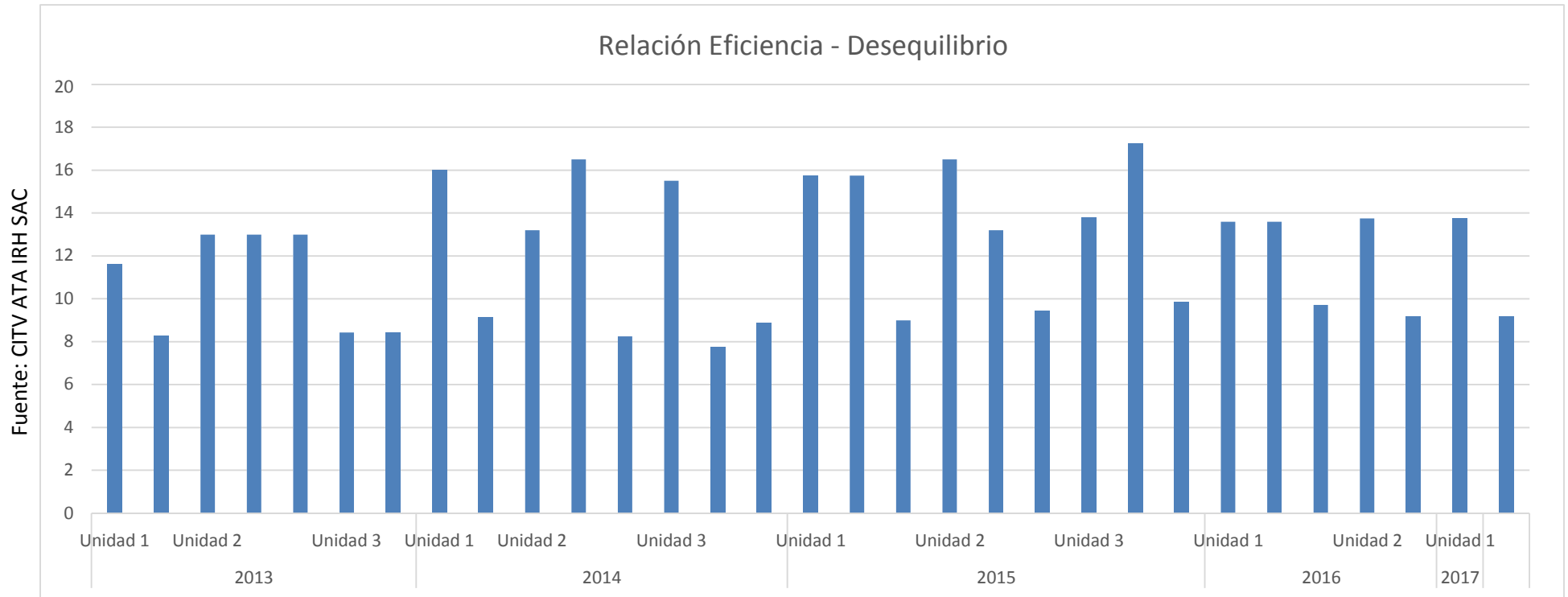
Figura 12



Relación fuerza de frenado – Peso por eje.

En la figura 1, se puede apreciar la relación que existe entre la fuerza de frenado en cada lado de los ejes (derecha-izquierda) y el peso por eje de la unidad expresado en kN/Kg. Este valor indica la relación entre la fuerza que ejerce el sistema de frenos en los neumáticos a través de los sistemas hidráulicos que posee, entre rueda y rueda del el eje de la unidad; este indicador con un valor entre 2,5 y 3,5 significa que la unidad tiene un estado estable de funcionalidad, valores fuera de éste rango, deben de analizarse para ver que inestabilidad de la unidad. Sin embargo la variación entre los lados de cada eje debe ser inferior al 5% de éste indicador.

Figura 13



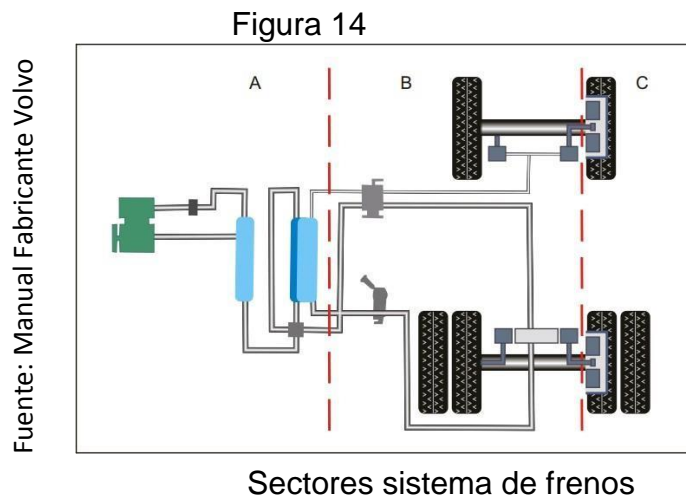
Relación Eficiencia – Desequilibrio

Este indicador: eficiencia – desequilibrio en el sistema de frenos, indica la operatividad de los frenos y su capacidad de respuesta al momento de utilizarse, dicho valor se expresa en % eficiencia entre % de desequilibrio de los ejes, oscila entre 10 y 20, siendo 10 para un valor de eficiencia operativa baja, con riesgo a que ellos fallen, y con valor 20, un valor de poco riesgo al momento de frenar.

3.2. Identificar los elementos del sistema de frenos.

Se divide en tres sectores:

Sector de abastecimiento, Sector de comando, Sector de trabajo.



Sector de abastecimiento

Los dispositivos de este sector proveen y distribuyen aire comprimido para el sistema. Sus principales dispositivos son

Prensa de aire

Mecanismo de presión

Establecimiento de aire

Obturador protección de 4 circuitos

Sector de comando

Los dispositivos de este sector entran en acción cuando es accionado cualquier comando manual o de pie, para aplicar o desaplicar frenos.

Sus principales dispositivos son

Obturador de frenos de servicio

Obturador de freno de estacionamiento

Obturador de descarga rápida

Obturador de dos vías

Obturador relé

Cilindro de los frenos

Indicadores Manómetros Indicadores de baja presión Contacto de las luces de los frenos

Sector de trabajo

Los dispositivos de este sector son accionados por los cilindros del freno y presionan las zapatas contra el tambor, frenando el vehículo.

Sus principales dispositivos son

Palanca de ajuste

Ejes de leva

Zapatas

Forros del freno

Tambores del freno

Compresor LP 49

El compresor LP 49 tiene una capacidad de compresión de aire de 570 litros/min. A una contrapresión de 12 bar, con un motor de 2200 vueltas/min y de pistones de 2 cilindros y un tiempo de compresión. Su accionamiento se realiza mediante engranajes desde la distribución del motor y la lubricación está conectada al sistema presurizado de la lubricación del motor. La caja del cigüeñal y la culata han sido moldeadas de una única pieza de hierro fundido y refrigeradas por aire. La culata es refrigerada con agua a través del sistema de refrigeración del motor.

Secador de aire

En los circuitos de frenos a aire, el secador de aire sirve para limpiar el aire fornecido del compresor, también para regular la presión de servicio en los depósitos. Con el montaje del secador de aire se hace desnecesario los equipos de drenaje de agua indicados en refrigeración posterior (circuito de refrigeración) en complemento con Obturadors automáticas de drenaje, bien como con equipos para evitar el hielo

Sensor de presión del aire

1 - Entrada del aire

4 - Dispositivo rotativo

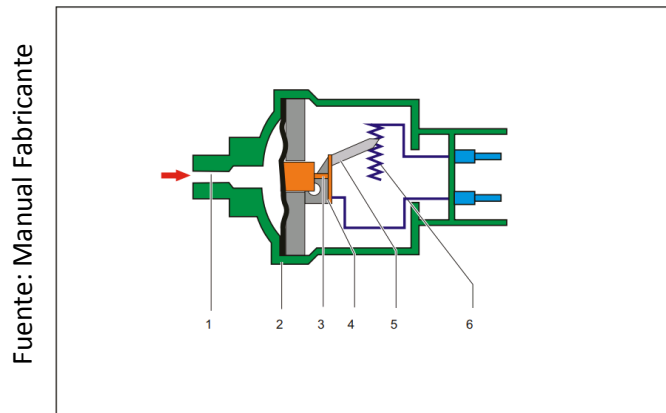
2 - Diafragma

5 - Cursor de resistencia

3 - Mango de presión

6 - Resistencia

Figura 15



Sensor de presión del aire.

La función de los sensores de la presión del aire es accionar eléctricamente los manómetros y indicar la presión existente en el sistema de frenos a aire comprimido. Uno de ellos es para accionar el manómetro del freno delantero y el otro para el circuito trasero. Cada sensor es accionado por la presión existente en el respectivo circuito. El aire comprimido trabaja sobre el diafragma (2) y empuja el mango (3). Este mango, por su vez, mueve el cursor de la resistencia variable (5), siendo que la posición del cursor determina el valor de la resistencia. El sensor está conectado eléctricamente al respectivo manómetro y comanda el trayecto de su puntero por la variación de la resistencia.

Contacto de la luz del freno

1 - Resorte

2 - Anillo de contacto

3 - Anillo de contacto

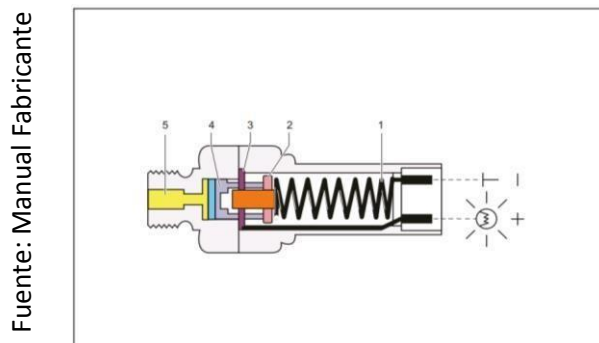
4 - Pistón

5 - Entrada del aire

Generalmente estos contactos son montados junto a los sensores de presión del freno. Su función es cerrar el circuito que enciende la luz del freno, siempre que este es aplicado. Su funcionamiento es por medio del aire comprimido del

sistema de frenos. Uno de ellos, es aplicado al freno de servicio, cierra el circuito eléctrico cuando el pistón (4) es presionado por el aire comprimido proveniente de la aplicación de este freno. El otro, es aplicado al freno de estacionamiento, funciona al contrario, cerrando el circuito eléctrico cuando el aire comprimido es retirado por la aplicación de este freno.

Figura 16

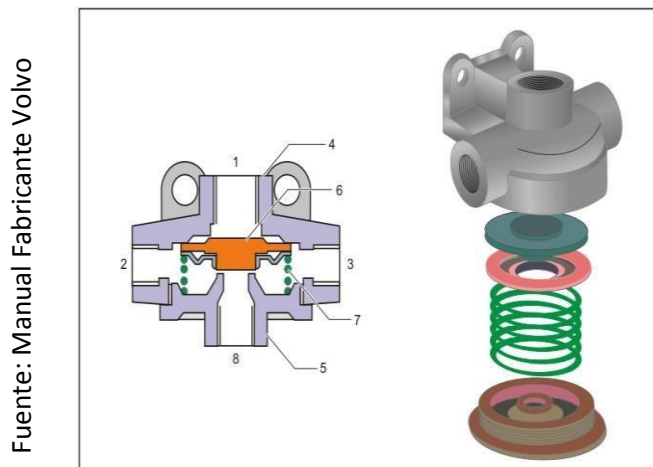


Contacto de la luz del freno

Obturador de descarga rápida

- 1- Entrada
- 2- Salida para el cilindro
- 3- Salida para el cilindro
- 4- Cuerpo de la Obturador
- 5- Tapa
- 6-Diafragma
- 7 Resorte
- 8 – Descarga

Figura 17



Obturador de descarga rápida

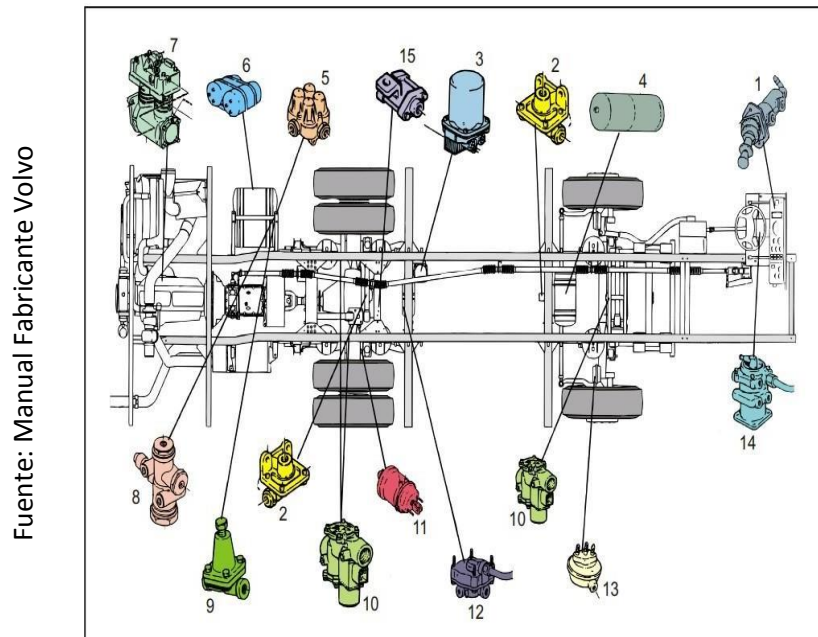
Obturadores del freno

1. Obturador del freno de estacionamiento
2. Obturador de alivio rápido
3. Secador de aire
4. Depósito de aire delantero
5. Obturador de protección de 4 circuitos
6. Depósito de aire húmedo
7. Compresor de aire
8. Obturador limitadora de presión
9. Obturador retenedora de presión
10. Obturador solenoide ABS
11. Cilindro del freno trasero
12. Obturador relé
13. Cilindro del freno delantero

14. Obturador del pedal del freno

15. Obturador de 2 vías

Figura 18



Obturadores del freno

Sistema del freno de las ruedas

Dispositivos del sistema del freno de las ruedas

1 Forros del freno

2 Zapata del freno

3 Rodillo

4 Leva del freno

5 Palanca de ajuste

6 Cilindro del freno

7 Eje de articulación

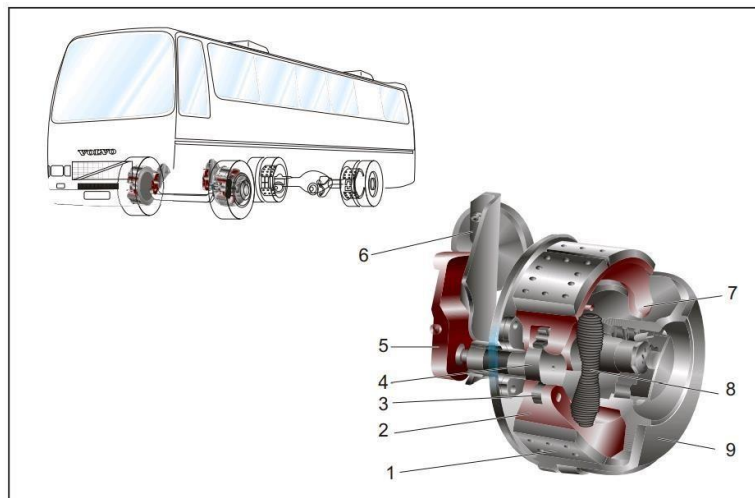
8 Resorte de retorno

9 Tambor del freno.

El sistema del freno en las ruedas, se divide entre las ruedas delanteras, las ruedas traseras y ruedas del tercer eje en caso del vehículo 6x2. El cilindro del freno (6) transmite la fuerza del aire comprimido a las zapatas (2) por medio de la palanca de ajuste (5), de la leva del freno (4) y de los rodillos (3). Las zapatas son fijadas al soporte del freno por los ejes de articulación (7) y son accionados por la leva del freno (4). Cuando el freno es accionado, las zapatas se comprimen a los forros contra el tambor, obteniendo de esta forma el frenaje.

Figura 19

Fuente: Manual Fabricante Volvo



Sistema del freno en las ruedas

3.3. Realizar un procedimiento periódico de seguimiento semanal y mensual de los valores de eficiencia de frenado, mediante las mediciones directas en el sistema de frenos, entregados por los sensores y actuadores existentes en el vehículo.

Realizar un seguimiento de las mediciones de los parámetros de funcionamiento del sistema de frenos para establecer la tendencia de desgaste.

Para medir la tendencia de cómo se produce los desgastes en el sistema de frenados de los vehículos de prueba de la Empresa Angel Divino, se realizó el seguimiento de las mediciones de los parámetros de funcionamiento del sistema de frenos; para lo cual se estableció un protocolo de mediciones dentro del proceso de revisión técnica, que consistió en utilizar el frenómetro como instrumento de medición, obteniendo los datos que se muestran en la tabla 2.

Tabla 4.

Mes	FRENO DE SERVICIO							
	Ejes	peso (Tn)	Fuerza Fren(kN)		Deseq. (%)	Resul.	Efic. (%)	Resul.
			Der.	Izq.				
1	1	5.274	19.20	20.10	4	A	69	A
	2	7.431	23.50	24.20	3	A		A
	3	4.215	13.40	14.50	8	A		A
2	1	5.274	18.20	17.65	3	A	61	A
	2	7.431	20.20	19.20	5	A		A
	3	4.215	12.30	13.54	9	A		A
3	1	5.274	16.20	17.54	8	A	54	A
	2	7.431	17.20	16.52	4	A		A
	3	4.215	11.20	10.65	5	A		A
4	1	5.274	10.20	9.65	5	A	31	A
	2	7.431	9.85	10.96	10	A		A
	3	4.215	5.20	5.14	1	A		A

Resultados de Medición a Frenos de Servicio Unidad Vehicular 1
Fuente: Elaboración propia

Figura 20

Tendencia de la eficiencia de frenado en 4 meses de medición
Fuente: Tabla 4

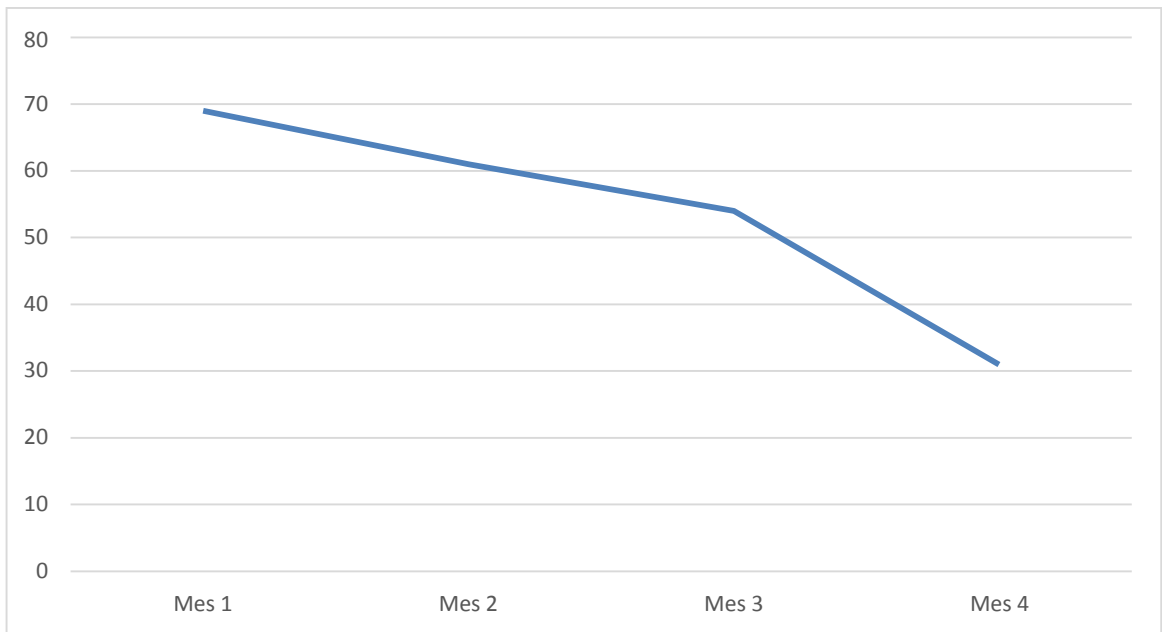


Tabla 5.

Mes	FRENO DE SERVICIO							
	Ejes	peso (Tn)	Fuerza Fren(kN)		Deseq. (%)	Resul.	Efic. (%)	Resul.
			Der.	Izq.				
1	1	4.765	17.47	18.29	4	A	64	A
	2	6.785	21.38	22.02	3	A		A
	3	3.854	12.19	13.19	8	A		A
2	1	4.765	16.56	16.061	3	A	59	A
	2	6.785	18.38	17.47	5	A		A
	3	3.854	11.19	12.32	9	A		A
3	1	4.765	14.74	15.96	8	A	48	A
	2	6.785	15.65	15.03	4	A		A
	3	3.854	10.19	9.69	5	A		A
4	1	4.765	9.28	8.78	5	A	33	A
	2	6.785	8.96	9.97	10	A		A
	3	3.854	4.73	4.67	1	A		A

Resultados de Medición a Frenos de Servicio Unidad Vehicular 2
Fuente: Elaboración propia

Figura 21

Tendencia de la eficiencia de frenado en 4 meses de medición
Fuente: Tabla 5

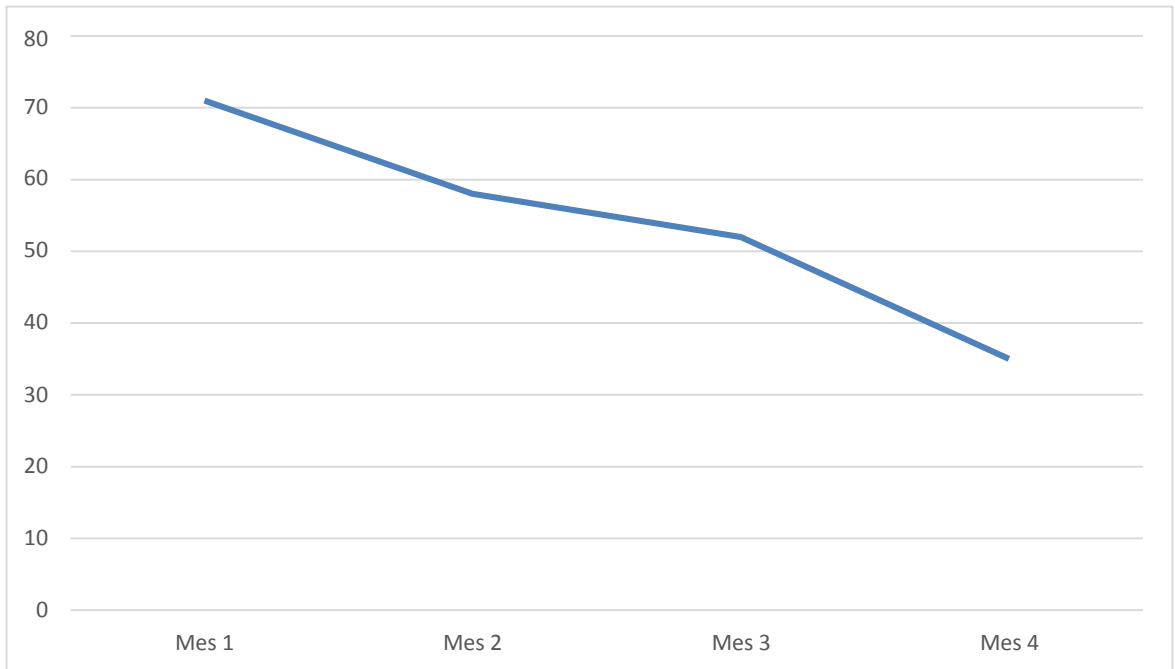
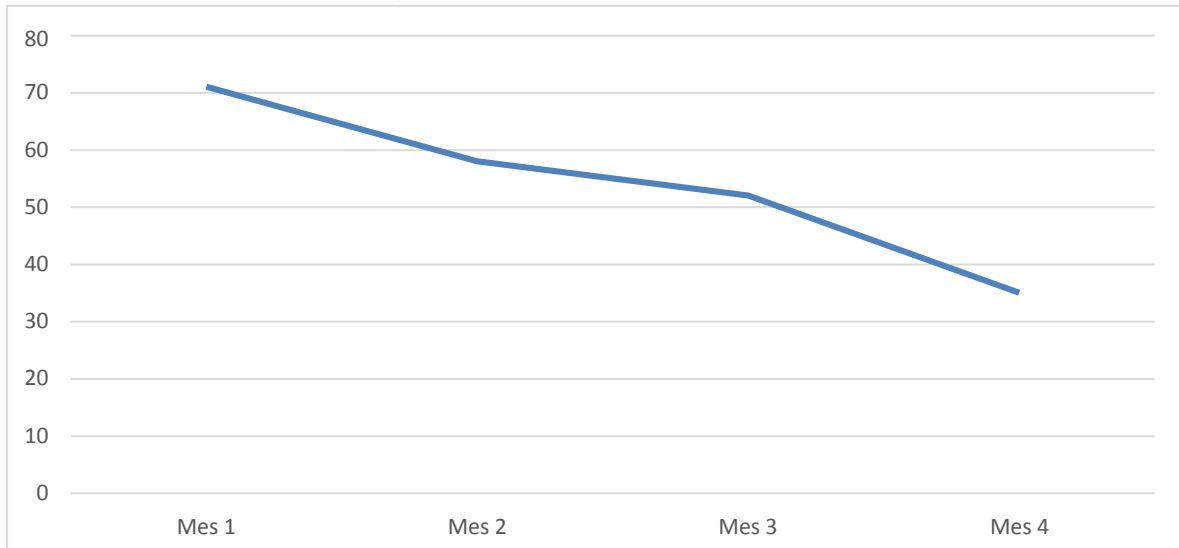


Tabla 6.

Mes	FRENO DE SERVICIO							
	Ejes	peso (Tn)	Fuerza Fren(kN)		Deseq. (%)	Resul.	Efic. (%)	Resul.
			Der.	Izq.				
1	1	4.865	19.56	20.48	4	A	75	A
	2	7.132	23.95	24.66	3	A		A
	3	4.132	13.65	14.77	8	A		A
2	1	4.865	18.54	17.98	3	A	57	A
	2	7.132	20.58	19.56	5	A		A
	3	4.132	12.53	13.79	9	A		A
3	1	4.865	16.51	17.87	8	A	47	A
	2	7.132	17.53	16.83	4	A		A
	3	4.132	11.41	10.85	5	A		A
4	1	4.865	10.39	9.83	5	A	32	A
	2	7.132	10.03	11.17	10	A		A
	3	4.132	5.29	5.23	1	A		A

Resultados de Medición a Frenos de Servicio Unidad Vehicular 3
Fuente: Elaboración propia

Figura 22



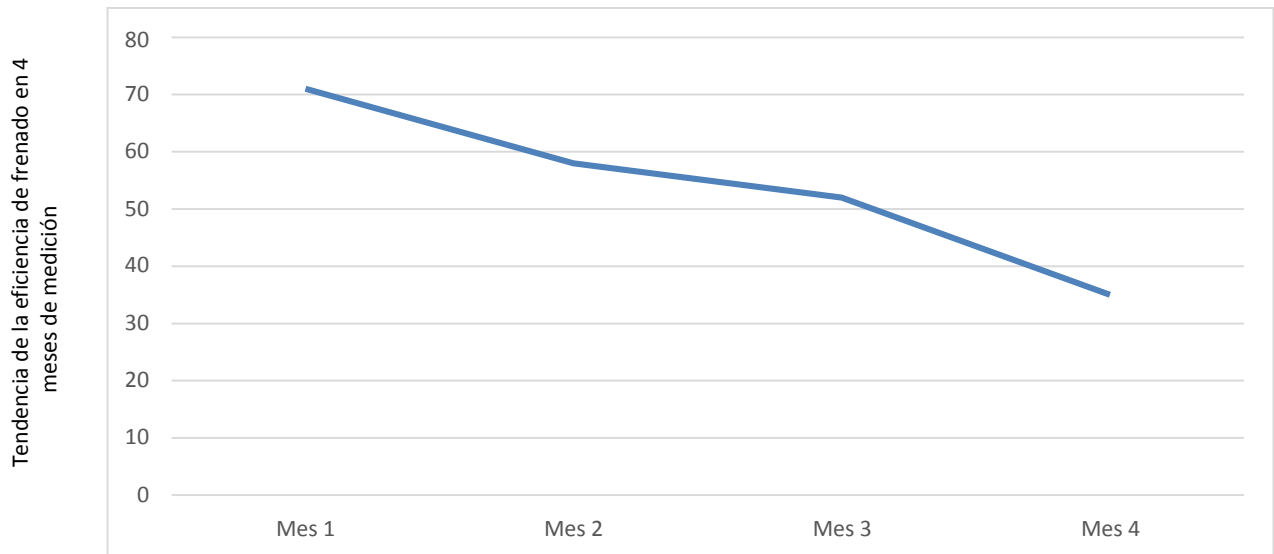
Tendencia de la eficiencia de frenado en 4 meses de medición
Fuente: Tabla 6

Tabla 7.

Mes	FRENO DE SERVICIO							
	Ejes	peso (kg)	Fuerza Fren.		Deseq. (%)	Resul.	Efic. (%)	Resul.
			Der.	Izq.				
1	1	4.87	20.16	21.10	4	A	71	A
	2	7.13	24.67	25.40	3	A		A
	3	4.13	14.07	15.22	8	A		A
2	1	4.87	19.11	18.53	3	A	58	A
	2	7.13	21.21	20.16	5	A		A
	3	4.13	12.91	14.21	9	A		A
3	1	4.87	17.01	18.41	8	A	52	A
	2	7.13	18.06	17.34	4	A		A
	3	4.13	11.76	11.18	5	A		A
4	1	4.87	10.71	10.13	5	A	35	A
	2	7.13	10.34	11.51	10	A		A
	3	4.13	5.46	5.40	1	A		A

Resultados de Medición a Frenos de Servicio Unidad Vehicular 3
Fuente: Elaboración propia

Figura 23



Análisis de la variación de la eficiencia de frenado.

Luego de las mediciones realizadas, podemos analizar el proceso de la disminución de la eficiencia de frenado en cada unidad de prueba, por cada mes transcurrido.

Tabla 8

		Disminución Mensual de la eficiencia de frenado en los 4 vehículos de prueba		
		1er - 2do Mes	2do - 3er Mes	3er - 4to Mes
Fuente: Elaboración propia	Unidad 1	8	7	23
	Unidad 2	5	11	15
	Unidad 3	22	10	15
	Unidad 4	13	6	18
	Promedio	12	8.5	17.75

En el primer mes de medición se puede observar que en promedio el desgaste en el sistema de frenos es del 12%, del segundo al tercer mes de 8.5% y del tercer al cuarto mes de 17.75%, éstos valores indican que del tercer al cuarto mes, es en donde el sistema de frenos sufre mayores variaciones de eficiencia, y es probable que ocurra en ese periodo el cambio de accesorios en el sistema de frenos.

3.4. Establecer numéricamente el tiempo de vida útil del sistema de frenos, dentro un rango óptimo de funcionalidad establecido por las mediciones realizadas.

Las variaciones de las mediciones de la eficiencia de frenado, se resume en la tabla

Tabla 9 Disminución en el tiempo de la eficiencia de frenado

Eficiencia de frenado %				
Mes	Vehículo 1	Vehículo 2	Vehículo 3	Vehículo 4
1	69	64	75	71
2	61	59	57	58
3	54	48	47	52
4	31	33	32	35

Disminución en el tiempo de la eficiencia de frenado

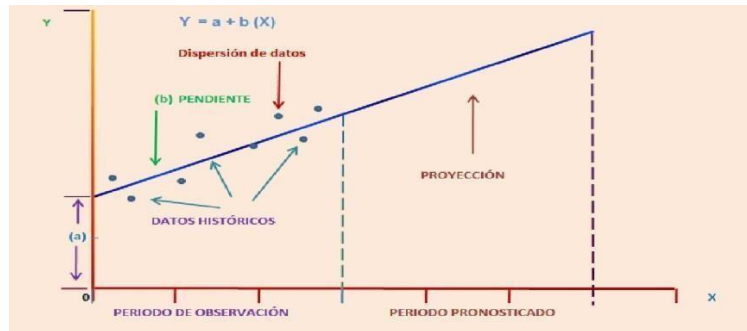
Fuente: Guía de Observación

Mediante el método de los mínimos cuadrados, se establece la relación lineal de la eficiencia de frenado, y se establece el tiempo de vida de ellos, cuando el valor de eficiencia sea de 40%, valor establecido por el MTC, como valor en el cual el sistema de frenos requiere de cambio de dispositivos para su operación eficiente.

El modelo numérico es la ecuación de la recta, y está dada por: $Y = a + b X$

Figura 24

Fuente: Mitac Toro, 2012



Modelo de dispersión de punto en una recta

Se realiza el análisis para el caso del vehículo 1, en el cual se tiene cuatro lecturas que están de manera descendiente: Disminución Mensual de la eficiencia de frenado en los 4 vehículos de prueba

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10.

Fuente: Guía de Observación

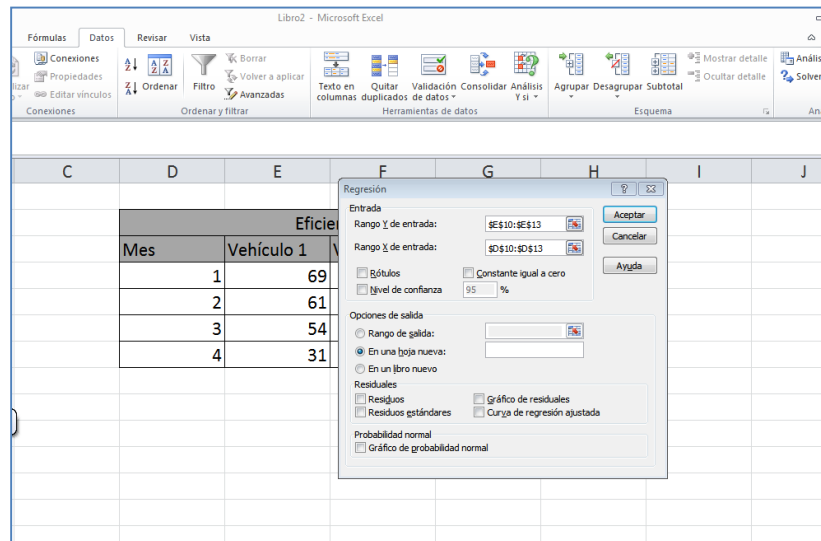
Mes	Vehículo 1
1	69
2	61
3	54
4	31

Variación de la eficiencia de frenado vehículo 1

Se utiliza la hoja de cálculo en Microsoft Excel, con el comando solver

Figura 25

Fuente: Guía de Observación



Método de Regresión Lineal

El software desarrolla el cálculo de la forma siguiente:

Tabla 11.

Fuente: Microsoft Excel

Resumen								
<i>Estadísticas de la regresión</i>								
Coefficiente de correlación múltiple	0.954949082							
Coefficiente de determinación R^2	0.811927748							
R^2 ajustado	0.767891623							
Error típico	5.945586598							
Observaciones	4							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	<i>Gra</i>	<i>Su</i>	<i>Pr</i>		<i>Val</i>			
	<i>dos de</i>	<i>ma de</i>	<i>omedia de</i>	<i>F</i>	<i>or crítico de</i>			
	<i>libertad</i>	<i>cuadrados</i>	<i>los</i>		<i>F</i>			
Regresión	1	73.205	73.205	20.708628	0.04505092			
Residuos	2	70.7	35.35					
Total	3	80.2.75						
	<i>Coe</i>	<i>Err</i>	<i>Es</i>	<i>Pro</i>	<i>Inf</i>	<i>Su</i>	<i>Inf</i>	<i>Su</i>
	<i>ficientes</i>	<i>or típico</i>	<i>tadístico t</i>	<i>babilidad</i>	<i>erior 95%</i>	<i>perior 95%</i>	<i>erior 95.0%</i>	<i>perior 95.0%</i>
Intercepción	84	7.28182669	11.535567	0.0743122	52.6688285	11.5331172	52.6688285	11.5331172
Variable X 1	-12.1	2.65894716	-4.5506734	0.04505092	-23.540526	-0.6594737	-23.540526	-0.6594737

Resultado de regresión lineal

En los cuales se obtienen el valor de a y b

$$a = 84$$

$$b = -12.1$$

La ecuación de la recta es:

$$Y = 84 - 12.1 X$$

Para un valor de eficiencia de 40%

Se tiene:

$$40 = 84 - 12.1X$$

Despejando, se tiene:

$$X = (84 - 40) / 12.1$$

$$X = 3.3$$

Interpretación: el tiempo en el cual la eficiencia toma valor de 40% es de 3,3 meses, que es la vida útil para el sistema de frenado del vehículo 1 de prueba.

Tabla 12.

Fuente: Guía de Observación

Mes	Vehículo 2
1	64
2	59
3	48
4	33

Variación de la eficiencia de frenado vehículo 2

Tabla 13.

Fuente: Microsoft Excel

Resumen								
<i>Estadísticas de la regresión</i>								
Coefficiente de correlación múltiple	0.977485055							
Coefficiente de determinación R ²	0.955477032							
R ² ajustado	0.933215548							
Error típico	3.54964787							
Observaciones	4							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Pro medio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	540.8	540.8	42.92063	0.022515			
Residuos	2	5.2	2.6	12.6				
Total	3	566						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inf erior 95%	Superior 95%	Inf erior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	77	.347	17.712	0.003	58.295	95.705	58.295	95.705
Variable X 1	-10.4	.587	-17.6551	0.023	-17.230	-3.570	-17.230	-3.570

Resultado de regresión lineal

$$Y = a + b X$$

$$Y = 77 - 10.4 X$$

Para un valor de 40% de eficiencia, $Y = 40\%$

Reemplazando:

$$X = (77-40)/10.4$$

$$X = 3.55 \text{ meses.}$$

Interpretación: el tiempo en el cual la eficiencia toma valor de 40% es de 3,55 meses, que s la vida útil para el sistema de frenado del vehículo 2 de prueba.

Tabla 14.

Fuente: Guía de Observación

Mes	Vehículo
1	75
2	57
3	47
4	32

Variación de la eficiencia de frenado vehículo 3

Tabla 15.

Fuente: Microsoft Excel

Resumen								
<i>Estadísticas de la regresión</i>								
Coficiente de correlación múltiple	0.99 4507568							
Coficiente de determinación R^2	0.98 9045303							
R^2 ajustado	0.98 3567955							
Error típico	2.31 3006701							
Observaciones	4							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Pro medio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	966.05	966.05	180.57009	0.0054924			
Residuos	2	10.7	5.35					
Total	3	976.75						
	Coficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inf erior 95%	S uperior 95%	I nferior 95.0%	S uperior 95.0%
Intercepción	87.5	2.83	30.89	0.00	75.31	99.69	75.31	99.69
Variable X 1	13.9	1.03	13.44	0.01	18.35	9.45	18.35	9.45

Resultado de regresión lineal

$$Y = a + b X$$

$$Y = 87.5 - 13.9 X$$

Para un valor de 40% de eficiencia, $Y = 40\%$

Reemplazando:

$$X = (87.5 - 40) / 13.9$$

$$X = 3.41 \text{ meses.}$$

Interpretación: el tiempo en el cual la eficiencia toma valor de 40% es de 3,41 meses, que es la vida útil para el sistema de frenado del vehículo 3 de prueba.

Tabla 16

Fuente: Guía de Observación

Mes	Vehículo
1	71
2	58
3	52
4	35

Variación de la eficiencia de frenado vehículo 4

Tabla 17

Fuente: Microsoft Excel

Resumen																												
<i>Estadísticas de la regresión</i>																												
Coeficiente de correlación múltiple	0.98 4810005																											
Coeficiente de determinación R ²	0.96 9850746																											
R ² ajustado	0.95 4776119																											
Error típico	3.17 8049716																											
Observaciones	4																											
ANÁLISIS DE VARIANZA																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Grados de libertad</th> <th style="text-align: center;">Suma de cuadrados</th> <th style="text-align: center;">Promedio de los cuadrados</th> <th style="text-align: center;">F</th> <th style="text-align: center;">Valor crítico de F</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Regresión</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">649.8</td> <td style="text-align: center;">649.8</td> <td style="text-align: center;">64.3366</td> <td style="text-align: center;">0.01519</td> </tr> <tr> <td>Residuos</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">10.2</td> <td style="text-align: center;">5.1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">670</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F	Regresión	1	649.8	649.8	64.3366	0.01519	Residuos	2	10.2	5.1			Total	3	670						
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F																							
Regresión	1	649.8	649.8	64.3366	0.01519																							
Residuos	2	10.2	5.1																									
Total	3	670																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Coeficientes</th> <th style="text-align: center;">Error típico</th> <th style="text-align: center;">Estadístico t</th> <th style="text-align: center;">Probabilidad</th> <th style="text-align: center;">Inferior 95%</th> <th style="text-align: center;">Superior 95%</th> <th style="text-align: center;">Inferior 95.0%</th> <th style="text-align: center;">Superior 95.0%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Intercepción</td> <td style="text-align: center;">82.5</td> <td style="text-align: center;">3.89</td> <td style="text-align: center;">21.20</td> <td style="text-align: center;">0.00</td> <td style="text-align: center;">65.75</td> <td style="text-align: center;">99.25</td> <td style="text-align: center;">65.75</td> <td style="text-align: center;">99.25</td> </tr> <tr> <td>Variab le X 1</td> <td style="text-align: center;">-11.4</td> <td style="text-align: center;">1.42</td> <td style="text-align: center;">-8.02</td> <td style="text-align: center;">0.02</td> <td style="text-align: center;">-17.52</td> <td style="text-align: center;">-5.28</td> <td style="text-align: center;">-17.52</td> <td style="text-align: center;">-5.28</td> </tr> </tbody> </table>		Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%	Intercepción	82.5	3.89	21.20	0.00	65.75	99.25	65.75	99.25	Variab le X 1	-11.4	1.42	-8.02	0.02	-17.52	-5.28	-17.52	-5.28
	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%																				
Intercepción	82.5	3.89	21.20	0.00	65.75	99.25	65.75	99.25																				
Variab le X 1	-11.4	1.42	-8.02	0.02	-17.52	-5.28	-17.52	-5.28																				

Resultado de regresión lineal

$$Y = a + b X$$

$$Y = 82.5 - 11.4 X$$

Para un valor de 40% de eficiencia, $Y = 40\%$

Reemplazando:

$$X = (82.5-40)/11.4$$

$$X = 3.72 \text{ meses.}$$

Interpretación: el tiempo en el cual la eficiencia toma valor de 40% es de 3,72 meses, que s la vida útil para el sistema de frenado del vehículo 4 de prueba.

En la tabla 10 se muestra en resumen las ecuaciones de linealidad así como el tiempo de vida

Tabla 18.

Eficiencia de frenado %				
Mes	Vehículo 1	Vehículo 2	Vehículo 3	Vehículo 4
1	69	64	75	71
2	61	59	57	58
3	54	48	47	52
4	31	33	32	35
Ecuación de linealidad	$Y = 84 - 12.1 X$	$Y = 77 - 10.4 X$	$Y = 87.5 - 13.9 X$	$Y = 82.5 - 11.4 X$
Tiempo de Vida en meses	3.3	3.55	3.41	3.72

Resultado del tiempo de vida del sistema de frenos

Fuente: Autoría Propia

De manera general, se establece el tiempo de vida, para lo cual se obtiene el promedio de la eficiencia de frenado de cada mes de los cuatro vehículos, tal como se muestra en la tabla 19.

Tabla 19.

Eficiencia de frenado %					
Mes	1 Vehículo	2 Vehículo	3 Vehículo	4 Vehículo	Promedio
1	69	64	75	71	69.75
2	61	59	57	58	58.75
3	54	48	47	52	50.25
4	31	33	32	35	32.75

Promedio de eficiencia de frenado en cada mes

Utilizando el método de los mínimos cuadrados se genera una ecuación que linealiza el promedio de las eficiencias de frenado con el tiempo de vida.

Fuente: Autoría Propia

Tabla 20.

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0.9881856
Coeficiente de determinación R ²	0.9765108
R ² ajustado	0.9647662
Error típico de Observación	2.9304437
es	4
ANÁLISIS DE VARIANZA	
	<i>al</i>
	<i>or</i>
	<i>crí</i>
	<i>tic</i>
	<i>o</i>
	<i>de</i>
	<i>F</i>
	<i>F</i>
	<i>.0</i>
	<i>11</i>
	<i>7</i>
Regresión	83.81
	14556.44
	<i>1</i>
Residuos	8.5875
	<i>7</i>
Total	31.1875
	<i>E</i>
	<i>rror</i>
	<i>típico</i>
	<i>Estadístico</i>
	<i>t</i>
	<i>Probabilidad</i>
	<i>95%</i>
	<i>uperi</i>
	<i>or</i>
	<i>uperi</i>
	<i>or</i>
	<i>95.0</i>
	<i>%</i>
	<i>Inferior</i>
	<i>95.0%</i>
	<i>%</i>
Intercepción	3.59
	23.06
	0.07
	0.31
	8.19
	67.31
	8.19

					17				
		1.		0.0	.5				
Variable X 1	-11.95	31	-9.12	1	9	6.31		-17.59	6.31

Resultado de regresión lineal

$$Y = a + b X$$

$$Y = 82.75 - 11.95 X$$

Para un valor de 40% de eficiencia, $Y = 40\%$

Reemplazando:

$$X = (82.75 - 40) / 11.95$$

$$X = 3.57 \text{ meses.}$$

IV. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el objetivo 1, que fue de realizar el análisis de los registros de frenado de los vehículos de categoría M3 de la empresa Ángel Divino, en los últimos 5 años, de los informes de Inspección Técnica Vehicular, muestran que la eficiencia de frenado disminuye progresivamente, aunque no alcanza el valor en donde la falla es grave en el Centro de Inspección técnica Vehicular, y eso se da debido a que la empresa tiene un plan de mantenimiento preventivo de sus unidades vehiculares. En cuanto a la relación fuerza de frenado – Peso por eje, se determinó que están en el rango entre 2.5 y 3.5, que es un valor en el cual se determinó un estado estable de funcionamiento del sistema de frenos.

Los valores de las mediciones de eficiencia de frenado, disminuyen en el transcurso del tiempo, y medidas una vez al mes, se establece la evolución de dicha variable, de los cuatro meses que se realizó la medición, ninguno de los vehículos de pruebas logra tener más de 40% de eficiencia de frenado en el cuarto mes, sino que en la proyección realizada, se muestra que el tiempo de vida del sistema de frenos es de 3.3, 3.55, 3.41 y 3.72 meses,

La técnica empleada fue la proponer una variación lineal de la eficiencia de frenado, y las funciones que se establece, muestran un aspecto lineal de la variación, por lo que se realiza dicha evaluación; es lineal mientras el valor de dispersión no alcance probabilidades mayores del 90%. Las ecuaciones $Y = 84 - 12.1 X$; $Y = 77 - 10.4 X$; $Y = 87.5 - 13.9 X$; $Y = 82.5 - 11.4 X$, todas tienen pendiente negativa, Y expresa el valor de la eficiencia en términos de eficiencia y X el valor del tiempo de vida en meses; el valor de la pendiente entre ellos, está en el rango de 10.4 hasta 13.9.

V. CONCLUSIONES

- En el análisis realizado de los registros de frenado de los vehículos categoría M3, en la empresa Ángel Divino en los últimos 5 años, para los 5 vehículos de muestra existe un desequilibrio entre las ruedas de un mismo eje que varía entre 3 y 8%, siendo lo recomendado valores menores a 5% para que el frenado sea eficiente, y el vehículo no tienda a girar hacia uno u otro lado por ésta acción. Así mismo la relación eficiencia – desequilibrio en el sistema de frenos, oscila entre 10 y 20, siendo 10 para un valor de eficiencia operativa baja, con riesgo a que ellos fallen, y con valor 20, un valor de poco riesgo al momento de frenar.
- Se logró identificar los elementos del sistema de frenos que influyen en el valor de eficiencia de frenado, siendo la presión del sistema de frenos el cual debe funcionar según especificaciones técnicas de los diferentes fabricantes, teniendo en promedio 80 a 140 psi de presión; así mismo los desgastes de lo revestimiento de las zapatas de frenos.
- Se realizó las mediciones periódicas semanales y mensuales de los valores de eficiencia de frenado. En el primer mes de medición se puede el promedio del desgaste en el sistema de frenos es del 12%, del segundo al tercer mes de 8.5% y del tercer al cuarto mes de 17.75%, éstos valores indican que del tercer al cuarto mes, es en donde el sistema de frenos sufre mayores variaciones de eficiencia.
- Se determinó el tiempo de vida del sistema de frenado mediante la ecuación lineal entre la eficiencia de frenado (Y), y el número de meses (X), utilizando el modelo de regresión lineal, y se obtuvo tiempos de vida (X) de 3.3, 3.55, 3.41, 3.72 meses.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar mediciones en donde se establezca la eficiencia de frenado con el vehículo con carga, en el cual se determine como afecta la carga en la eficiencia de frenado.
- La revisión periódica del sistema de frenado por parte del personal calificado, en donde se realice un seguimiento al valor de la presión en el sistema de frenos.
- Realizar una auditoría en las fases de mantenimiento de la unidad, en donde se incluya la verificación a los parámetros de funcionamiento del sistema de frenos.

VII. REFERENCIAS.

MORÍ Montilla Miguel. Investigación Científica, Tercera Edición Trujillo 2011,170pp

HERNÁNDEZ Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio. Metodología de la Investigación, quinta edición, México 2010. 607pp.

AENOR. Instrumentos destinados a medir las fuerzas de frenada de un vehículo a motor: frenómetro de rodillos. UNE 82502. Enero 2007. 200pp.

BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP & OIML. (1995). Guide to the expression of uncertainty in measurement. First edition. International Organization for Standardization: Switzerland.

CRIADO, Elena. Diseño y cálculo del sistema de frenado para un prototipo fórmula student. Madrid. España 2012. 248 pp.

EXPRESIÓN de la incertidumbre de medida en las calibraciones. CEA-ENAC-LC/02 Centro español de metrología [en línea]. [Consulta: 9 de noviembre de 2012].

Disponible en web: www.cem.es

DÍAZ, A. Calibración del frenómetro. En: Desarrollo y validación de los procedimientos de calibración de los sistemas de medición de RITEVE SYC, S. A. Universidad de Costa Rica.2004

GONZALES, Antonio, GÓMEZ, Félix, ALARCÓN, Mariano. Control de la eficacia de frenado en vehículos de masa máxima admisible(MMA) mayor de 3500 kg. Universidad de MURCIA, 2013. 317 pp.

INTECO. INTE-ISO 5725-2:2006, Exactitud (veracidad y precisión) de resultados y métodos de precisión – Parte 2: método básico para la determinación de la repetibilidad y reproducibilidad de un método de medición normalizado. Primera edición. San José: Editor. 2006.

INSPECCIÓN de la eficacia de frenado para vehículos de masa máxima autorizada superior a 3500 kg mediante el método de extrapolación por González Carpena Antonio [et al]. Europa. 2012. 37pp.

RODRIGUEZ, Ana y RAMIREZ, María. Análisis y optimización del cálculo de la incertidumbre de un frenómetro. Tesis (Grado de Ingeniería Mecánica). Madrid: Universidad Carlos III, 2013. 105 pp.

SENABRE, C, VELASCO, E, VALERO, S. Análisis de datos de frenada de un vehículo sobre banco de rodillos de ITV y suelo plano variando el peso en el eje delantero y la presión de los neumáticos Universidad Miguel Hernández, Elche, España 2010. 12 pp.

García, Ricardo. Estudio Analítico de la transferencia de calor por convección que afectan los frenos de disco ventilados. Colombia 2016. 15-30 pp.

ISSN: 0123-921x.

Acosta, angélica. Análisis del comportamiento de los frenos de disco de los vehículos a partir de la aceleración del proceso de corrosión. Colombia 2015.

53-63 pp. ISSN: 2248-7638.

VIII. ANEXOS



Anexo N° 1. Guía de observación

TESIS: "EVALUACION DE LA EFICIENCIA DE FRENADO DE VEHICULOS DE CATEGORIA M3 PARA DETERMINAR SU VIDA UTIL EN LA EMPRESA ANGEL DIVINO

AUTOR: EDUARD BRAVO CORDOVA

INSTRUCCIONES: LLENE LOS CAMPOS SOLICITADOS PARA OBTENER INFORMACIÓN DE LA OPERATIVIDAD DEL VEHÍCULO CATEGORÍA M3

		Año de Fabricación			
		2011	2012	2013	2014
Kilometraje					
Frenos	Desequilibrio 1er Eje				
	Desequilibrio 2do Eje				
Consumo de combustible Km/Galón					
Costo de Mantenimiento cada 5000 Km (S/.)					
MTBF (%)					
MTTR (%)					

Anexo N° 2. Ficha de validación de instrumento de recolección de datos

Anexo N° 2. Ficha de validación de instrumento de recolección de datos

DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

1. Apellidos y Nombres:
VADILLO PEREZ LAURO VICTORIA
2. Profesión: INGENIERA MECANICA ELECTRICISTA.
3. Grado académico: MAGISTER.
4. Actividad laboral actual:
INGENIERO SUPERVISOR EN PLANTA
DES REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR.

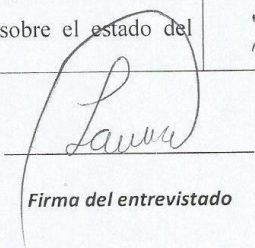
Anexo N° 3. Indicaciones al experto.

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 no Ninguno	2 Poco	3 Regular	X 4 Alto	5 Muy alto
-----------------	-----------	--------------	-------------	---------------

- Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
1. Análisis teóricos realizados. (AT)	X		
2. Experiencia como profesional. (EP)	X		
3. Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)	X		
4. Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)	X		
5. Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)	X		


Firma del entrevistado

Estimado(a) experto(a):

El instrumento de recolección de datos a validar es un la entrevista, cuyo objetivo "EVALUACION DE LA EFICIENCIA DE FRENADO DE VEHICULOS DE CATEGORIA M3 PARA DETERMINAR SU VIDA UTIL EN LA EMPRESA ANGEL DIVINO"

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera pertinente la aplicación de esta entrevista para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente: Poco pertinente: No es pertinente:

Por favor, indique las razones:

YA QUE SE AJUSTA ALO SOLICITADO
POR EL TESISITA Y AMBITO DE ESTUDIO.

2. ¿Considera que la entrevista formula las preguntas suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes: Insuficientes:

Por favor, indique las razones:

PERMITE CONOCER CUAL ES LA PROBLEMÁTICA
EN EL AMBITO DE ESTUDIO.

3. ¿Considera que las preguntas están adecuadamente formuladas de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas: Poco adecuadas: Inadecuadas:

Por favor, indique las razones:

PORQUE PERMITE CONOCER RESPUESTAS
CONCRETAS Y PRECISAS.

Califique los ítems según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos.

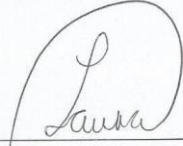
Ítem	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco Relevante	Irrelevante	
1.	X			X			

4. ¿Qué sugerencias haría Ud. para mejorar el instrumento de recolección de datos?

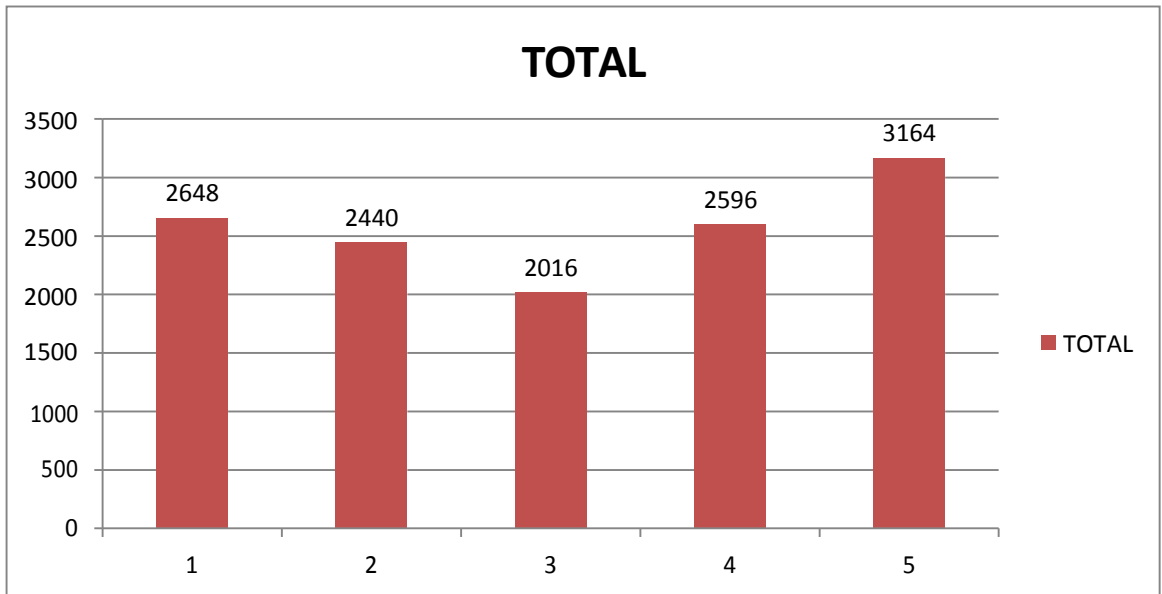
QUE SE REALICE CHARLAS DE INDUCCIÓN A LOS CHOFERES DE LA EMPRESA ANGEL DIVINO PARA ASÍ LOGRAR UN BUEN FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE DATOS DE DICHA EMPRESA.

Le agradecemos por su colaboración.

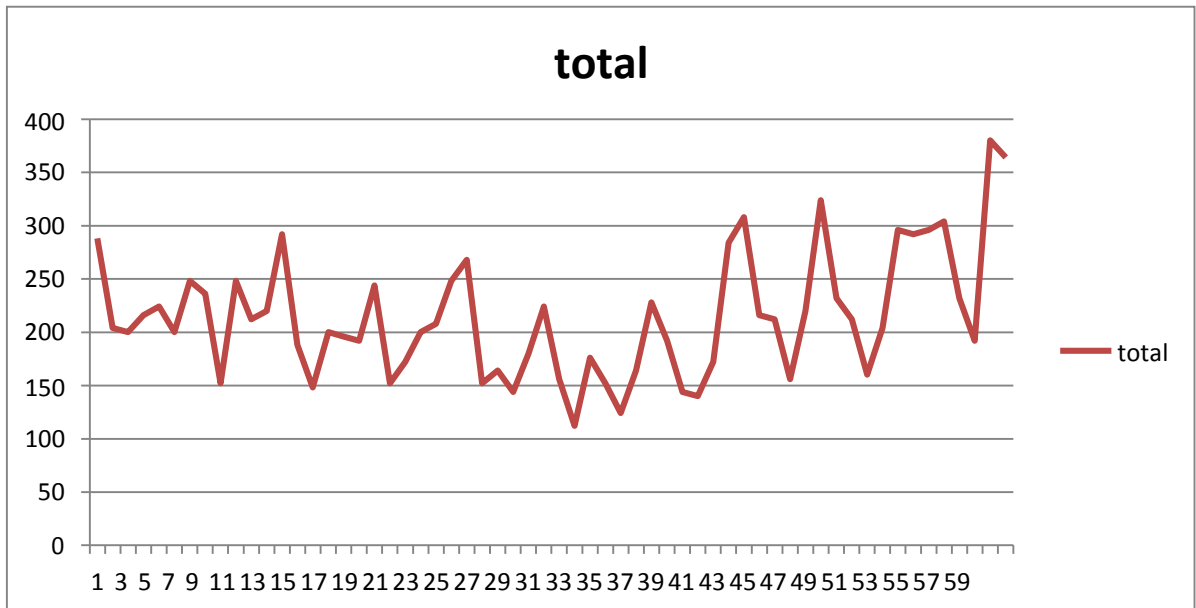
Fecha de evaluación:


Firma del Experto


TOTAL DE INSPECCIONES DE LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS



INSPECCIONES POR MES



Anexo N° 4. Autorización de publicación

 <p>UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</p>	<p>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV</p>	<p>Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 1</p>
---	---	---

Yo **EDUARD BRAVO CORDOVA...**, identificado con DNI N° ...42152750 egresada de la Escuela de ... **ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA** de la Universidad César Vallejo, autorizo (), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado: **“EVALUACION DE LA EFICIENCIA DE FRENADO DE VEHICULOS DE CATEGORIA M3 PARA DETERMINAR SU VIDA UTIL EN LA EMPRESA ANGEL DIVINO”**.; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....


.....

.....

.....

.....

.....



FIRMA

DNI: 42152750

FECHA: 11 de diciembre del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



RESOLUCION DE VICERRECTORADO ACADEMICO N°.0011-2016-UCV-VA

YO, MSC. ÁNGEL MARCELO ROJAS CORONEL, docente de la Facultad de Ingeniería de ucv – Filial Chiclayo, y revisor del trabajo académico (Tesis) titulado: **“EVALUACION DE LA EFICIENCIA DE FRENADO DE VEHICULOS DE CATEGORIA M3 PARA DETERMINAR SU VIDA UTIL EN LA EMPRESA ANGEL DIVINO”** del bachicler de la Escuela profesional de Ingeniería mecánica eléctrica:

EDUARD BRAVO CORDOVA

Que el citado trabajo académico tiene un índice de similitud 24 %, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, grado de coincidencias irrelevante que convierte el trabajo en aceptable y no constituye plagio, en tanto cumple con todas las normas del uso de citas y referencias establecidas por la universidad cesar vallejo.

Chiclayo, 11 de diciembre del 2018.

MSC. ÁNGEL MARCELO ROJAS CORONEL
Docente de la facultad de ingeniería de Ucv

EVALUACION DE LA EFICIENCIA DE FRENADO DE VEHICULOS DE CATEGORIA M3 PARA DETERMINAR SU VIDA UTIL EN LA EMPRESA ANGEL DIVINO

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	clubensayos.com Fuente de Internet	11%
2	es.slideshare.net Fuente de Internet	3%
3	www.fegatramer.es Fuente de Internet	2%
4	www.minetur.gob.es Fuente de Internet	2%
5	www.redalyc.org Fuente de Internet	1%
6	www.cyclopaedia.es Fuente de Internet	1%
7	www.coeticor.net Fuente de Internet	1%
8	www.cybertesis.edu.pe Fuente de Internet	1%



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

EP DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

BRAVO CORDOVA EDUARD

INFORME TÍTULADO:

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA INCREMENTAR LA CONFIABILIDAD DE EQUIPOS DE ALQUILER CARTERPILAR DE LA EMPRESA UNIMAQ 2018

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

SUSTENTADO EN FECHA: 24/05/2018

NOTA O MENCIÓN: TRECE (13)



FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN