



ING. AUTOMOTRIZ

**Trabajo integración Curricular previa a la
obtención del título de Ingeniería en
Mecánica Automotriz**

AUTORES:

Emilio José Silva Villagómez
Andrés Matías Ortiz Andrade

TUTOR:

Ing. Fabricio Corrales

Análisis de la seguridad en base a la comparación de eficiencia de frenado en dos tipos de sistemas de frenos aplicados a una Datsun 1000 con motorización 100% eléctrica, bajo la norma ISO 21069, INEN 2349, 49 CFR 571 y ECE13H

INDICE

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA.....	5
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	6
AGRADECIMIENTOS (Emilio).....	9
AGRADECIMIENTOS (Andrés).....	10
TITULO	11
RESUMEN	11
ABSTRACT.....	11
INTRODUCCIÓN	13
MARCO TEÓRICO.....	15
El frenado del vehículo	15
Sistemas de frenado.....	15
Figura 1. Sistema de frenos tipo disco.....	15
Figura 2. Componentes de un sistema de freno tipo tambor.....	16
Eficiencia de frenado.....	16
Fuerza de rozamiento y fuerza aplicada de frenado.....	17
MATERIALES	17
Datsun 1000 ev.....	17
Sistema de frenos tambor (anterior).....	17
Sistema de frenos de disco (nuevo)	18
Normativa ISO 21069.....	18
Normativa INEN 2349	18
Normativa 49 CFR 571	19
Normativa ECE13H	19
Frenómetro	20
Odometro	20
MÉTODOS	20
Figura 7. Zona utilizada para recolección de datos (Calle de 160 m).....	21
Figura 8. Formato de aplicación para la toma de datos.....	22
Tabla 1: Datos de distancia y tiempo de frenado entre 10 y 70 km/h.....	23
Tabla 2: Datos de distancia y tiempo de frenado entre 10 y 70 km/h.....	24
Figura 9. Zona utilizada para realización de análisis de frenos (frenómetro).....	25
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
Tabla 3: Análisis Comparativo de Datos (Tiempo)	25
Tabla 4: Análisis Comparativo de Datos (Distancia).....	26
Tabla 5: Resultados porcentuales Frenómetro	27
CONCLUSIONES	27
REFERENCIAS.....	28
ANEXOS	31
Anexo 1:	31
<i>Toma de medidas para la fabricación del nuevo sistema de frenado.</i>	31
Anexo 2:	31

<i>Desmontada de sistema de frenos (Tambor)</i>	31
Anexo 3:	32
<i>Montaje de adaptación para nuevo sistema de frenos (Discos)</i>	32
Anexo 4:	32
<i>Instalación base porta mordazas</i>	32
Anexo 5:	33
<i>Montaje de nuevo sistema de frenos (discos)</i>	33
Anexo 6:	33
<i>Sistema de cañerías antiguo</i>	33
Anexo 7:	34
<i>Instalación y cambio de cañerías de la bomba de frenos</i>	34
Anexo 8:	34
<i>Pastillas de freno instaladas en el sistema de disco.</i>	34
Anexo 9:	35
<i>Vehículo Datsun 1000 EV</i>	35
Anexo 10:	35
<i>Instalación freno de mano</i>	35
Anexo 11:	36
<i>Bomba del sistema de frenos original (11/16)</i>	36
Anexo 12:	36
<i>Bomba del sistema de frenos de disco (7/8)</i>	37
Anexo 13:	37
<i>Ficha técnica Datsun 1000</i>	37
Anexo 14:	38
<i>Ficha técnica Datsun 1000 EV</i>	38
Anexo 15:	38
<i>Frenómetro: herramienta utilizad para medir diferentes condiciones de frenado.</i>	38
Anexo 16:	39
<i>Resultados de Frenómetro (sistema de frenos de disco)</i>	39
Anexo 17:	39
<i>Resultados de Frenómetro (sistema de frenos de tambor)</i>	39
Anexo 18:	40
<i>Tabla propuesta por la normativa 49 CFR 571 para pruebas de distancia de frenado con relación a la efectividad.</i>	40
Anexo 19:	41
<i>Tipos de vehículos MI Y N1</i>	41
Anexo 20:	42
<i>Normativa INEN 2349 Revisión Técnica vehicular. Procedimientos</i>	51
Anexo 21:	51
<i>Normativa 49 CFR 571 No 105 sobre sistemas de frenos hidráulicos y eléctricos</i>	54
Anexo 22:	55
<i>Tabla de la velocidad alcanzable en 2 millas y distancia obligada a detenerse.</i>	55

Anexo 23:	55
<i>Instalaciones típicas de termopar de enchufe.</i>	55
Anexo 24:	56
<i>Ubicación para medir la fuerza de aplicación del freno (freno de mano).</i>	56
Anexo 25:	57
<i>Secuencia y requisitos del procedimiento de prueba de frenos</i>	57
Anexo 26:	58
<i>Unidades de potencia de frenado y asistencia de frenado inoperativas</i>	58
Anexo 27:	59
<i>Normativa 49 CFR 571 No 135 sistema de frenos de vehículos livianos.</i>	62
Anexo 28:	62
<i>Secuencia de prueba en carretera.</i>	63
Anexo 29:	63
<i>Normativa ISO 21069 Requerimientos técnicos de frenómetro y rodillo, Inspección periódica de equipamiento y documentación.</i>	75
Anexo 30:	76
<i>Pruebas de frenado y rendimiento del sistema de frenado.</i>	84
Anexo 31:	85
<i>Distribución de frenado entre los ejes del vehículo</i>	87

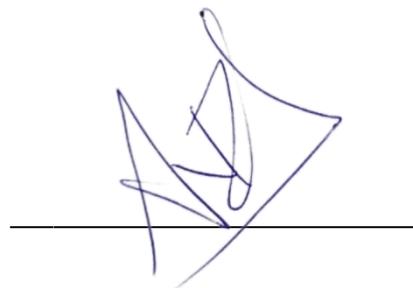
CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Emilio José Silva Villagómez y Andrés Matías Ortiz Andrade, declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, su reglamento y demás disposiciones legales.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Emilio Silva', written over a horizontal line.

Emilio José Silva Villagómez

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Andrés Ortiz Andrade', written over a horizontal line.

Andrés Matías Ortiz Andrade

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **Fabricio Corrales**, certifico que conozco a los autores del presente trabajo, siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.



Firmado digitalmente por:
**LUIS FABRICIO
CORRALES EURITA**

Ing. Fabricio Corrales

DEDICATORIA (Emilio)

Quiero dedicar este artículo a todas las personas que creyeron en mí desde que empecé a estudiar la carrera que siempre quise y estuvieron dispuestos a apoyarme en lo que yo necesite para que pueda concluir esta carrera. Entre estas personas destacan mis hermanos Marcelo y Juanfrancisco los cuales son mi apoyo emocional en mis momentos más difíciles, mis abuelas María y Enriqueta quienes me acuerdan siempre quien de dónde vengo y me motivan a mejorar en todo momento, por último mis padres Karina y Marcelo mis héroes ustedes son los encargados de hacer todos mis sueños realidad y a pesar de todas las adversidades siempre han hecho todo lo posible por mí y por mis hermanos. Este logro es tanto mío como de ustedes.

DEDICATORIA (Andrés)

La dedicatoria de este logro va para mi familia, todo lo que soy se lo debo a los cuatro apellidos que llevo en mi sangre. Empezando por mis padres, quienes saben guiarme siempre, a mis abuelos, que han sido el soporte clave para dar paso firme en toda decisión tomada. A mi hermana que me empuja siempre a ser mejor y por último esta dedicatoria llega hasta el cielo, espero que te llenes de orgullo de lo que me he convertido y todo lo que he logrado.

AGRADECIMIENTOS (Emilio)

Agradezco a mis padres quienes trabajaron muy duro para que yo pueda estudiar la carrera de mis sueños y que gracias a sus consejos, amor y apoyo incondicional he podido llegar hasta aquí, a mis hermanos a los que considero mis mejores amigos y consejeros, quiero agradecer de igual manera a mi tutor Fabricio Corrales que me ha guiado, apoyado y aconsejado a lo largo de mis estudios universitarios, como de mi tesis, por último me gustaría agradecer a mis amigos y primos que en mis momentos más difíciles han sido el apoyo emocional que he necesitado para poder continuar adelante. Muchas gracias por su apoyo durante estos años significa mucho para mí, pueden tener por seguro que siempre van a contar conmigo.

AGRADECIMIENTOS (Andrés)

Es difícil expresar este sentimiento de gratitud en palabras, y se vuelve más difícil recompensar solo en un texto a las personas que estuvieron, están y estarán en cada paso de mi vida. Comenzando con ustedes, el motor de mi vida, porque la palabra familia contiene tanto y gracias a ellos cada decisión que he tomado ha sido guiada, les agradezco por este logro, su trabajo y crianza se ve reflejado en el éxito de su hijo, nieto, hermano, primo y sobrino. Agradezco a la institución Universidad Internacional del Ecuador que me abrió las puertas del conocimiento, a cada docente que más que profesores, fueron maestros y seguirán siendo un gran ejemplo por cada enseñanza para crecimiento dentro o fuera del aula de clases. Finalmente agradezco a mi tutor por la paciencia y enseñanza, a el compañerismo que he tenido por parte de mis futuros colegas, en especial de mi compañero de tesis y amigo de vida.

TITULO

Análisis de la seguridad en base a la comparación de eficiencia de frenado en dos tipos de sistemas de frenos aplicados a una Datsun 1000 con motorización 100% eléctrica, bajo la norma ISO 21069, INEN 2349, 49 CFR 571 y ECE13H

Ing. Fabricio Corrales¹, Emilio Silva V.², Andrés Ortiz A.³

¹ *Maestría Especialidad - Universidad, Titulo Obtenido, lucorraleszu@uide.edu.ec, Quito – Ecuador*

² *Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador, emsilvavi@uide.edu.ec Quito - Ecuador*

³ *Ingeniería Automotriz – Universidad Internacional del Ecuador, andortizan@uide.edu.ec Quito – Ecuador*

RESUMEN

Los vehículos eléctricos tienen un impacto importante a nivel local lo cual incentiva al desarrollo de proyectos como la modificación de una camioneta Datsun 1000 a 100% eléctrica. Sin embargo, a lo largo de una modificación se debe tomar en cuenta todos los sistemas del vehículo, por lo tanto se realizará una modificación en el sistema completo de frenos de la camioneta. El objetivo será mejorar la eficiencia en un 70% y comprobar si al mejorar este factor mejora también la seguridad de frenado. Todo este análisis siguiendo los procesos de varias normativas internacionales y nacionales. Se utilizará el método hipotético-deductivo, con el cual se corroborará la hipótesis de manera teórica y práctica por medio de la comparación de dos factores de análisis que son: el comportamiento estadístico del tiempo y la distancia de frenado en cada uno de los sistemas de frenos. La toma de datos y los instrumentos utilizados son regidos por las normativas ISO 21069, INEN 2349, 49 CFR 571 y ECE13H. Se logró superar el índice de eficiencia en campo en cada factor a analizar 259,02% en distancia y 195,39% en tiempo, al igual que en el frenómetro se logró un 73% del 70% esperado en la eficiencia del sistema. Se puede concluir que según la modificación realizada hemos superado por un 3% el índice de eficiencia el cual se quería lograr en base a la herramienta estipulada por las normativas (frenómetro). Además al ver la data resultante en las pruebas de campo, determinamos que debido a las características del sistema de frenos de disco las cuales son: mayor ventilación, mayor área de fricción y componentes hidráulicos de mayor capacidad como la bomba, superamos en más de un 150% en el tiempo y en la distancia de frenado. Y así generamos una eficiencia muy superior en ambos factores. Por ende se puede decir y debido a que corroboramos los parámetros de seguridad tanto en los procesos como en el vehículo en las normativas ISO 21069, INEN 2349, 49 CFR 571 y ECE13H y con estos resultados en eficiencia, logramos corroborar la hipótesis cumpliendo con todos los objetivos.

PALABRAS CLAVE: Potencia, eléctrico, seguridad, frenos, eficiencia.

ABSTRACT

Electric vehicles have an important impact at the local level, which encourages the development of projects such as the modification of a Datsun 1000 truck to 100% electric. However, throughout a modification all of the vehicle's systems must be taken into account,

therefore a modification will be made to the complete brake system of the truck. The objective will be to improve efficiency by 70% and check if improving this factor also improves braking safety. All this analysis following the processes of various international and national regulations. The hypothetical-deductive method will be used, with which the hypothesis will be corroborated theoretically and practically through the comparison of two analysis factors, which are: the statistical behavior of the braking time and distance in each of the brake systems. Data collection and the instruments used are governed by ISO 21069, INEN 2349, 49 CFR 571 and ECE13H regulations. It was possible to exceed the efficiency index in the field in each factor to be analyzed, 259.02% in distance and 195.39% in time, as in the brake tester, 73% of the 70% expected in system efficiency was achieved. It can be concluded that according to the modification made, we have exceeded by 3% the efficiency index which we wanted to achieve based on the tool stipulated by the regulations (brake meter). Furthermore, upon seeing the data resulting from the field tests, we determined that due to the characteristics of the disc brake system which are: greater ventilation, greater friction area and higher capacity hydraulic components such as the pump, we exceeded by more than one 150% in braking time and distance. And thus we generate much higher efficiency in both factors. Therefore, it can be said that because we corroborate the safety parameters both in the processes and in the vehicle in the ISO 21069, INEN 2349, 49 CFR 571 and ECE13H regulations and with these results in efficiency, we were able to corroborate the hypothesis by complying with all the objectives.

KEYWORDS: Power, electrical, safety, brakes, efficiency.

INTRODUCCIÓN

Un grupo de estudiantes de la Universidad Internacional del Ecuador decidió llevar a cabo una modificación en una camioneta Datsun 1000, cambiando su motor de gasolina por uno 100% eléctrico. Esta modificación altera el rendimiento del vehículo, lo que afecta el funcionamiento adecuado del sistema de frenado. Por lo tanto, el objetivo de este proyecto es adaptar un sistema de frenos que permita obtener una mejor eficiencia y así lograr hacer de este vehículo más seguro-

El cambio del sistema de frenos de tambor al sistema de frenos de disco en la Datsun 1000 EV se basa en las limitaciones observadas en el sistema original. El sistema de frenos de tambor presenta deficiencias en términos de eficiencia de frenado, resistencia al desvanecimiento y capacidad de respuesta en situaciones críticas. Estas limitaciones han sido identificadas como obstáculos para garantizar un nivel óptimo de seguridad y rendimiento del vehículo en varias reseñas en blogs y revistas internacionales de la comunidad como lo dice MOTOR MAPFRE (MAPFRE, 2022)

La implementación del sistema de frenos de disco busca abordar y superar estos desafíos, proporcionando una solución tecnológica que mejore significativamente la capacidad de frenado y cumpla con los estándares de seguridad vehicular establecidos. En esta investigación, se busca desarrollar un análisis comparativo que proporcione datos para mejorar el sistema de frenado de la camioneta Datsun 1000 la cual ha sido modificada para funcionar completamente con energía eléctrica, cambiando sus características en cuanto a la potencia de motor. Se consideran varios factores para mejorar la seguridad del frenado, como el mantenimiento adecuado del vehículo, incluyendo el sistema de frenos y la instalación de un sistema de frenos que mantenga la eficiencia de frenado. La migración a frenos de disco se presenta como una solución integral para abordar las limitaciones observadas en el sistema de frenos actual, mejorando así la seguridad, el rendimiento y la conformidad con los estándares regulatorios.

El presente proyecto tiene como objetivo principal mejorar el sistema de frenado de la Datsun 1000 EV mediante la transición de frenos de tambor a frenos de disco. La implementación de esta mejora se fundamenta en la necesidad de optimizar la eficiencia de frenado del vehículo, reducir el tiempo y la distancia de frenado, minimizar el desvanecimiento de los frenos en situaciones exigentes y cumplir con las normativas de

seguridad vial. De mismo modo como objetivos clave tenemos:

Mejorar el rendimiento de los frenos asegurándonos cumplir con las normativas ISO 21069 e INEN 2349 las cuales indican que el sistema de frenos de un vehículo debe superar el 60% para superar la revisión técnica vehicular.

Garantizar que las pruebas realizadas mediante el frenómetro cumplan los parámetros de las normativas INEN 2349, 49CFR571 y ECE 13H de manera que obtengamos mayor seguridad y eficiencia en el frenado.

Este proyecto se enfoca en alcanzar estos objetivos con el propósito de ofrecer a los usuarios de la Datsun 1000 EV una experiencia de conducción más segura y eficiente.

La investigación se llevará a cabo mediante comparaciones entre dos sistemas de frenado diferentes como lo son los frenos de tambor y frenos de disco, análisis matemáticos, físicos en simulación con frenómetro y pruebas de campo. Como lo demuestran en Ain Shams Engineering Journal, Volume 4, Issue 3, la realización de pruebas al sistema a analizar debe ser focalizada, al igual que la seguridad y la modificación de los sistemas de frenado con relación con el material y sus propiedades en Procedia Structural Integrity, Volume 24, 2019; Control Engineering Practice, Volume 106, 2021, 2013, y la eficiencia de frenado en términos de fuerza aplicada por el usuario al pedal expuesta en Transportation Research Procedia, Volume 40, 2019 y en Alexandria Engineering Journal, Volume 61, Issue 3, 2022.

La hipótesis planteada es: Si con la modificación del sistema de frenos considerando el nuevo torque de la camioneta eléctrica la eficiencia y la seguridad mejoraran. El objetivo principal es lograr un incremento hasta al menos 70% de eficiencia de frenado con el nuevo sistema modificado, cumpliendo con estándares de seguridad internacionales que norman el sistema de frenos aplicado.

MARCO TEÓRICO

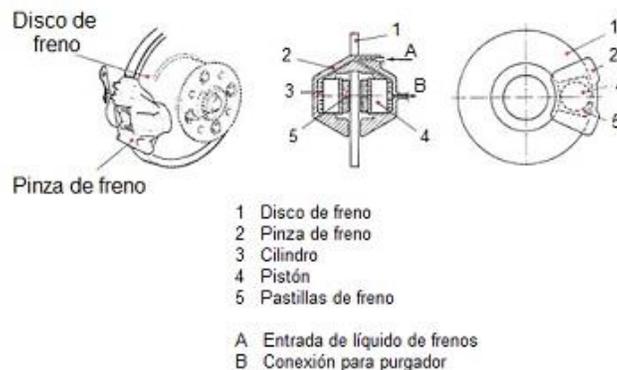
El frenado del vehículo

El frenado de un vehículo sirve para disminuir el movimiento continuo generado por la aceleración del vehículo, este debe mantener precisión y absorber la energía del movimiento, convirtiéndolo en rozamiento; esto quiere decir que se requiere del contacto de dos elementos uno de ellos con energía cinética que al juntarse se transforme en energía calorífica eliminando el movimiento como lo explica el principio de conservación de la energía. (Boisseaux, M. (1969) pag 235) La energía no se pierde, sino que se transforma. (Arteaga, 2020) Por lo general el frenado depende del tipo de material o tipo de sistema que permita transmitir la fuerza dada al pedal y multiplicarla para que esta genere frenado en las cuatro ruedas.

Sistemas de frenado

En la presente investigación se involucran dos sistemas de frenos los cuales se presentan en vehículos en la actualidad. El sistema de frenos de disco se basa en un sistema hidráulico controlado por la presión del pedal para ejercer fuerza sobre un sistema de resortes dentro de la mordaza y hacer que las pastillas hagan contacto con los discos, los cuales se encuentran igualados en movimiento con las ruedas, lo cual hace directamente su relación con el frenado del vehículo. (Carlos Arroyo, 1996, pág. 20)

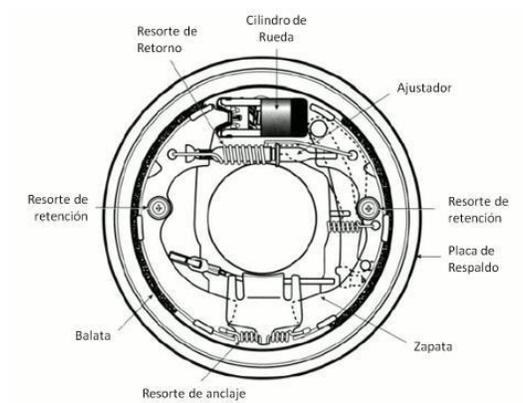
Figura 1. Sistema de frenos tipo disco.



Fuente: (Rodriguez, 2019)

El sistema previamente mostrado en la figura comprende al sistema unitario que se aplica a las cuatro ruedas independientemente. Conformados por discos de freno, estos son platos por lo general de acero que soportan la temperatura generada por la fricción en el sistema por las pastillas. Pastillas de freno, cuyo material causa fricción para detener el movimiento del disco al contacto por el empuje hidráulico de las mordazas. (Venegas Toro, 1970)

Figura 2. Componentes de un sistema de freno tipo tambor



Fuente: (EAuto, 2023)

El próximo sistema implica la generación de presión hidráulica pero trasladada a un sistema mecánico por resortes, en donde el plato o tambor es rotatorio y se aplica fuerza inversa de adentro hacia afuera para lograr generar fricción por el roce de las zapatas hacia la balata. (Boisseaux, M, 1969)

Eficiencia de frenado

Como explica Soriano en su investigación sobre la eficiencia con relación a la distancia de frenado en pruebas dinámicas realizadas, la eficiencia se basa en la menor

fuerza de aplicación sobre el pedal y la disminución de tiempo y distancia lo que resulta en que la desaceleración generada por el sistema sea menor. Así lograr una respuesta al conducir mucho más precisa y segura en toda condición. (Alzallú Soriano, 2016)

Fuerza de rozamiento y fuerza aplicada de frenado

El frenado mecánico se realiza mediante el rozamiento de guarniciones adecuadas sobre los tambores solidarios de las ruedas. La fuerza de frenado se calcula cuando la energía cinética de un cuerpo de masa M , que se desplaza a una velocidad v , debe ser absorbida. Durante el frenado, se genera una fuerza de frenado F en las bandas de rodadura del vehículo, la cual realiza un trabajo equivalente a la energía cinética a disipar. (Boisseaux, M, 1969)

MATERIALES

Datsun 1000 ev

Para realizar este análisis se utilizó una camioneta Datsun 1000 del año 1971. Este vehículo dispone de un motor eléctrico, baterías de 108v y 12v, cargador de 90v a 110v, convertidor de corriente alterna a corriente continua (AC/DC), pedal eléctrico, sistema eléctrico de control y display de datos. (Ayrton David Mora Rosero y Alex Guillermo Llano Toaquiza, 2023)

Sistema de frenos tambor (anterior)

El freno de tambor es una parte fundamental del sistema de frenado de un vehículo. Consiste en las zapatas, el cilindro hidráulico, el tambor, plato y muelles de retorno. (Mario Nogales, 2024) Cuando se pisa el pedal del freno, el pistón dentro del cilindro presuriza el líquido hidráulico en las líneas del freno, empujando las zapatas contra el tambor para realizar la frenada. Este sistema de frenos de tambor consigue reducir la velocidad del coche de forma rápida y efectiva. Además, los frenos de tambor presentan la ventaja de proteger el sistema contra proyecciones de agua, barro, etc., haciéndolos más idóneos para condiciones de nieve o lluvia, en caminos o carreteras secundarias. Su mayor desventaja es que llega a producir mucho calor y es propenso a fatigarse de modo que pierde capacidad

de frenado. (Mau Juarez, 2020)

Sistema de frenos de disco (nuevo)

Los frenos de disco son un componente crucial del sistema de seguridad activa de un automóvil, encargados de detener el vehículo en el menor tiempo posible. Están compuestos por un disco rotor metálico sobre el que se hace presión mediante las pinzas de freno. Este sistema es crucial para la seguridad de los conductores y usuarios de la vía.

Están compuestos por los discos, pastillas y pinzas, cuando el conductor pisa el pedal del freno, las pinzas de freno presionan las pastillas contra el disco, generando fricción y resistencia que se traduce en una reducción de la velocidad del vehículo

Los frenos de disco son una opción muy utilizada en la actualidad debido a su capacidad para proporcionar una excelente capacidad de frenado, incluso en condiciones de frenado extremas, y requieren menos mantenimiento que los frenos de tambor. (Mónica Redondo, 2015)

Normativa ISO 21069

Aborda estándares relacionados con la eficacia de frenado en vehículos, incluyendo métodos de inspección y pruebas para cumplir con los requisitos de frenado. Es crucial para la seguridad vial y la inspección técnica de vehículos, proporcionando directrices para evaluar la eficiencia de frenado bajo diversas condiciones, como la carga máxima del vehículo y simulación de fuerzas de frenado en distintas condiciones. (Servicio de Acreditación Ecuatoriano - SAE. 2018)

Normativa INEN 2349

La Normativa INEN 2349, titulada "Revisión técnica vehicular. Procedimientos," desempeña un papel fundamental en asegurar la seguridad y la conformidad de los vehículos en Ecuador. La norma nos indica el equipo necesario para llevar a cabo el proceso de inspección, esta se realiza en todos los vehículos mediante un frenómetro. Aquí se documenta la eficiencia total de frenado y el desequilibrio del frenado de las ruedas.

Para realizar estas pruebas se realizar el siguiente procedimiento:
Precalentar y estabilizar todos los equipos, verificar la comunicación entre los módulos de la línea de inspección y el servidor central de procesamiento, limpiar todas las superficies de contacto, poniendo especial énfasis en eliminar residuos de grasas, lubricantes, agua o cualquier otro material que pueda producir resbalones no deseados, por ultimo revisión técnica vehicular cual debe estar completamente documentada. (INEN 2349 - Normas técnica del control técnico vehicular, 2002)

Normativa 49 CFR 571

La normativa 49 CFR N571 es una parte integral de las regulaciones de seguridad de vehículos de motor en los Estados Unidos, y abarca una amplia gama de estándares que buscan garantizar la seguridad y fiabilidad de los vehículos en las carreteras. (Transportation Department, and the National Highway Traffic Safety Administration, 2022)

En la parte CFR 571 N135 Establece requisitos para evaluar el desempeño de los sistemas de frenos de vehículos ligeros fabricados antes de septiembre del 2000, de manera que se obtengan resultados exactos se estandarizan y parametrizan variables, haciendo que se obtengan resultados erróneos, estas variables son las fuerzas aplicadas al pedal de freno y de frenado en cada rueda, desaceleración del vehículo, velocidad del mismo, velocidad angular de cada rueda y la presión en líneas de fluido hidráulico. (Luis Bolívar Tamayo Nieto, 2016)

Normativa ECE13H

La normativa ECE13H establece estándares para las pruebas de frenado de vehículos, asegurando la seguridad y eficiencia de los sistemas de frenado en vehículos M1 y N1, enfocándose en la distancia de frenado y en la desaceleración medi, de esta manera obtenemos el rendimiento del sistema de frenos. (Ing. Guillermo Gorky Reyes Campana, Ing. Juan Pablo Tamayo Benavides, 2015)

Esta prueba se realiza a una velocidad de aproximadamente 5,5 km/ y donde la carga no debe exceder de 168kg entre los ocupantes. Esto proporciona datos valiosos de

manera que se obtiene el estado del sistema de frenos, vital para la seguridad del vehículo. (ITVGO, 2019). Previo a realizar estas pruebas se revisa que el vehículo esté en condiciones óptimas y sin fallas mecánicas, donde el funcionamiento del sistema de frenos no baje del 80%. (Ing. Guillermo Gorky Reyes Campana, Ing. Juan Pablo Tamayo Benavides, 2015)

Frenómetro

Es un equipo el que tiene como función principal medir fuerzas del frenado de un vehículo, eficiencias parciales y el freno de mano. De igual manera el estado en el que se encuentran los discos. Esta prueba se realiza para comprobar el estado del sistema de frenos.

En esta prueba se mide la eficiencia de frenos mediante la diferencia de frenado entre ejes del vehículo. Obtenemos la diferencia expresada en porcentaje, la cual se calcula por el peso y fuerza máxima de freno de cada rueda desde que se pisa el freno hasta el límite de bloqueo.

Pruebas de desequilibrio donde se mide la fuerza de frenado en los ejes trasero y delantero, como también del freno de mano.

Prueba de ovalidad la cual establece el equilibrio de fuerza de frenado en una rueda, con esto se determina el estado del disco y las pastillas. (Leal Importación, 2023)

Odometro

Es un instrumento el cual se aplica para medir y registrar datos dentro de un vehículo tales como la distancia recorrida por un vehículo en metros, kilómetros o millas.

El odómetro funciona mediante engranajes o sensores que miden las vueltas del eje de manera que calculan la distancia recorrida. (Sitrack, 2021)

MÉTODOS

En primer lugar para la realización del proyecto se utilizó el método hipotético-deductivo ya que se tuvo como punto de partida una hipótesis, posteriormente se realizó un

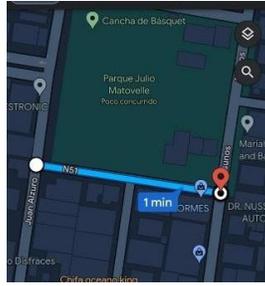
análisis de condiciones y parámetros matemáticos el cual envuelve al desarrollo de la investigación para deducir los resultados. (Rodríguez y Pérez, 2017).

Al llevar la hipótesis a un nivel comprobación teórico, se procedió a realizar un análisis de la eficiencia de frenado acompañado de los parámetros expuestos en las tres normativas, dos internacionales y dos nacionales.

La primera es 49 CFR 571, la cual nos da una tabla (ver [Anexo 8](#)) para parametrizar nuestro estudio de campo basado en los dos factores de la desaceleración, que son distancia y tiempo. La segunda es el Reglamento No 13-H de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas, la cual determina un proceso de homologación para uso de sistemas de frenos y a su vez recalca en la sección 5, el principio de eficiencia en un sistema de frenado, que es teóricamente lo que un frenómetro ejecuta de manera digital (Reyes y Tamayo, 2015). Ambas normativas utilizan esta herramienta y coinciden con la normativa usada a nivel país INEN 2349 aplicada por la Agencia Metropolitana de tránsito de Quito en la RTV de nuestro entorno usado en la investigación (Quito) (INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, NTE INEN 2 349:2003 2003) (Servicio de Acreditación Ecuatoriano – SAE, 2018).

En segundo lugar después de la comprobación y sustentación teórica pasamos al nivel de comprobación práctico. Se procedió a seleccionar la ruta en la cual se realizarán las pruebas de campo (ver Figura 7). Contemplamos que las condiciones del terreno estén acuerdo a la regulación demostrada en la normativa internacional, la cual habla sobre pruebas de frenado en asfalto que norman a un coeficiente de adherencia sobre asfalto normal seco, con neumáticos usados entre 0,6-0,4 y que no exista inclinación para que las fuerzas aplicadas sobre el vehículo modelo no influyan en el análisis. (Reyes y Tamayo, 2015) (Transportation Department, and the National Highway Traffic Safety Administration, 2022)

Figura 7. Zona utilizada para recolección de datos (Calle de 160 m)



Fuente: Google Maps (2023)

Se moduló la velocidad desde 10 km/h hasta 70 km/h realizando 5 pruebas en 5 intervalos de velocidad los cuales nos van a dar un parámetro de crecimiento de respuesta del frenado (desaceleración) demostrada en el artículo publicado sobre Dinámica de Frenado: deceleración y fuerza máxima de frenado que explica como la desaceleración por tiempo y distancia mejora la eficiencia del sistema de frenos.

En tercer lugar se tabularon tablas comparativas las cuales revelan la diferencia que existe en la distancia y tiempo de frenado entre los dos tipos de sistemas de frenos (ver Tabla 1 y Tabla 2). Para realizar una medición pertinente y técnica usamos un odómetro digital, siguiendo el principio de funcionamiento del mismo como lo estipula la tesis de *Torres* sobre la Construcción de un Odómetro digital, aparte menciona la precisión y las regulaciones que tiene que tener un Odómetro digital para poder ser apto y con un margen de error mínimo (Torres, 2008), por tal motivo ejecutamos las pruebas con un odómetro digital GPS para corroborar la eficiencia de frenado como lo confirman las normativas internacionales anteriormente mencionadas y siguiendo los estándares de la normativa nacional.

Figura 8. Formato de aplicación para la toma de datos



Fuente: GPS Odómetro (2023)

Tabla 1: Datos de distancia y tiempo de frenado entre 10 y 70 km/h

Frenos de Tambor (Sistema antiguo)		
<i>Velocidad (km/h)</i>	<i>Distancia de frenado (m)</i>	<i>Tiempo de frenado (s)</i>
10	32	5,38
30	47,6	8,49
40	65,1	9,99
60	93,3	12,32
70	107,5	13,93

Datos obtenidos mediante odómetro y cronometro Fuente: Autores (2023)

Tabla 2: Datos de distancia y tiempo de frenado entre 10 y 70 km/h

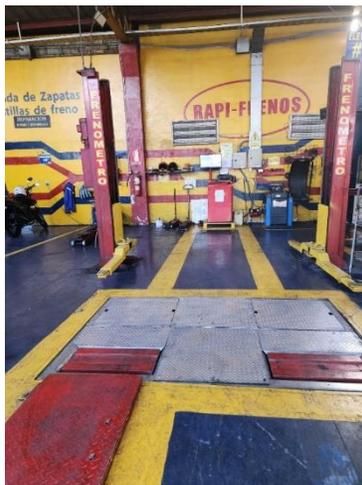
Frenos de Disco (Sistema nuevo)		
<i>Velocidad (km/h)</i>	<i>Distancia de frenado (m)</i>	<i>Tiempo (s)</i>
10	10,2	1,9
30	22,2	4,2
40	26	5,2
60	35	7,9
70	43	9,7

Datos obtenidos mediante odómetro y cronometro Fuente: Autores (2023)

La medición práctica se desarrolló en base a la teoría determinada en ‘Dinámica de Frenado: deceleración y fuerza máxima de. La cual determina que la eficiencia de frenado se puede generar al medir el tiempo y distancia que toma en llegar el vehículo desde una velocidad inicial a 0 km/h frenado’ (Alzallu, 2016). Podemos observar que llevamos una correlación a la tabla impuesta en la normativa 49 CFR 571, la cual hace una relación directa entre la distancia de frenado partiendo desde una velocidad inicial con la efectividad del frenado mismo en diferentes tipos de vehículos (ver [Anexo 8](#)) (Transportation Department, and the National Highway Traffic Safety Administration, 2022).

Por último se efectuó una prueba en el frenómetro de un centro especializado en frenos (ver Figura 9) para la comprobación del sistema general y para la realización de la comprobación como dictamina la norma ISO 21069 e INEN 2349, así se reveló la eficiencia de frenado en porcentaje como lo dicta el procedimiento técnico de la norma INEN 2349 en el punto 5.3.2.7 donde detalla el uso del frenómetro para la RTV.

Figura 9. Zona utilizada para realización de análisis de frenos (frenómetro)



Fuente: Autores (2023)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La data obtenida con el procedimiento según el método hipotético-deductivo se sometió a un análisis porcentual, sacando la brecha de un tipo de sistemas de frenos a otro como porcentaje, demostrando así la diferencia de eficiencia con la modificación (ver Tabla 3 y Tabla 4).

Tabla 3: Análisis Comparativo de Datos (Tiempo)

EFICIENCIA EN TIEMPO			
<i>Velocidad (km/h)</i>	<i>Tiempo de frenado (tambor)</i>	<i>Tiempo de frenado (discos)</i>	<i>Eficiencia (%)</i>
10	5,38	1,9	283,16
30	8,49	4,2	202,14
40	9,99	5,2	192,12
60	12,32	7,9	155,95
70	13,93	9,7	143,61

Datos obtenidos mediante cálculo porcentual Fuente: Autores (2023)

Tabla 4: Análisis Comparativo de Datos (Distancia)

EFICIENCIA EN DISTANCIA			
<i>Velocidad (km/h)</i>	<i>Distancia de frenado (tambor)</i>	<i>Distancia de frenado (discos)</i>	<i>Eficiencia (%)</i>
10	32	10,2	313,73
30	47,6	22,2	214,41
40	65,1	26	250,38
60	93,3	35	266,57
70	107,5	43	250,00

Datos obtenidos mediante cálculo porcentual Fuente: Autores (2023)

Como se evidencia en la tercera columna de ambas tablas este dato porcentual revela la eficiencia que el un sistema tiene sobre el otro sistema, con esto podemos decir que la media de eficiencia en cada evaluación es 259,02% en distancia y 195,39% en tiempo. Con lo que nuestro método de comparación estadística determina un desempeño de mayor eficiencia por parte de nuestra instalación del sistema de frenos de disco. Esto se debe a la diferencia estructural que existe entre los dos sistemas de freno que se pusieron a prueba, ya que contienen diferente capacidad de bombas por que el sistema de frenos de disco necesita de una mayor presión para que pueda ejercer fuerza de manera equitativa a 4 cañerías, en el caso de los frenos de tambor únicamente la bomba alimenta a dos calerías debido al diseño del vehículo. Una prueba similar realizada lo hizo *Aguaiza y Castro* cuando demostraron la eficacia de un sistema de frenos al modificarlo a frenos de disco en las cuatro ruedas y probarlo en condiciones de carretera en donde se pueden observar mejoras favorables al realizar esta modificación (Aguaiza y Castro, 2021).

Para poder dar por sentado el éxito de esta modificación un punto de partida importante que corroborará las pruebas de campo, es el frenómetro que parametriza y arroja una resultante de porcentaje de eficiencia de frenado (ver Tabla 5).

Tabla 5: Resultados porcentuales Frenómetro

	Resultados de análisis en el Frenómetro	
	<i>% Frenos de disco</i>	<i>% Frenos de tambor</i>
EFICIENCIA	73%	55%

Datos obtenidos mediante Frenómetro Fuente: Rapi frenos (2023)

En el gráfico se muestra la comparativa de las pruebas en el frenómetro con cada uno de los sistemas instalados en el vehículo, nos guiamos al contenido teórico de la norma ISO 21069 e INEN 2349 que estipula el marco legal de circulación de un vehículo con más de 60% pasa la RTV y menos a 60% no pasa la RTV. (Servicio de Acreditación Ecuatoriano, 2023). En este punto entendemos que la modificación no solo era para incrementar la eficiencia sino para poder llegar a la normativa de seguridad nacional, ya que la eficiencia inicial encontrada en el sistema original de la camioneta es menor de 60%. El uso del frenómetro es fundamental pero las pruebas de campo nos dan un espectro mucho más real del proyecto, un ejemplo es la tesis de *Reyes y Benavides* sobre el Análisis del desempeño de los frenos en vehículos que incorporen el sistema antibloqueo (ABS) en caminos irregulares, en la cual generan rangos de velocidades sobre un piso específico para poder tener diferente estadística de medición y dar una conclusión al análisis más efectiva.

CONCLUSIONES

La transición de frenos de tambor a frenos de disco en la Datsun 1000 EV ha representado una mejora en la seguridad y el rendimiento del vehículo. La adopción de frenos de disco ha elevado significativamente un 13% la eficiencia de frenado del requerido por la normativa INEN 2349 que estipula el uso de la herramienta clave: frenómetro, proporcionando una resultante de menor tiempo y distancia de frenado con la misma aplicación fuerza o peso aplicado al pedal. Esta mejora cualitativa se traduce en una

experiencia de frenado más segura y confiable para los usuarios en las pruebas de campo.

Además las características del sistema de frenos de disco las cuales son: mayor ventilación, mayor área de fricción y componentes hidráulicos de mayor capacidad como la bomba, lograron reducir en más de un 150% el tiempo y la distancia de frenado generando así generamos una eficiencia muy superior en ambos factores.

Por ende se puede decir y debido a que corroboramos los parámetros de seguridad tanto en los procesos como en el vehículo en las normativas ISO 21069, 49 CFR 571 y ECE13H y con estos resultados en eficiencia, logramos corroborar la hipótesis cumpliendo con todos los objetivos.

Con eso se puede determinar que el nuevo sistema de frenos homologado por las normativas de seguridad internacional, aprobada por los protocolos y herramientas que norman a nivel nacional, es un sistema totalmente funcional dentro del marco citado.

REFERENCIAS

Transportation Department, and the National Highway Traffic Safety Administration (2022, Febrero 22) 49 CFR Part 571 - Federal motor vehicle safety standards. eCFR: <https://www.ecfr.gov/current/title-49/subtitle-B/chapter-V/part-571#571.105>

Luis Bolívar Tamayo Nieto. (2016, Marzo) Estudio de la eficiencia de frenado para valorar pastillas de freno de producción nacional mediante norma ECE 13H. <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/1052/1/T-UIDE-0854.pdf>

ITVgo.(2019, Junio 28) PRUEBA DE FRENADO. <http://www.itvgo.es/prueba-de-frenado/>

Ing. Guillermo Gorky Reyes Campana, Ing. Juan Pablo Tamayo Benavides. (2015) Análisis del desempeño de los frenos en vehículos que incorporen el sistema antibloqueo (ABS) en caminos irregulares. <file:///C:/Users/Lenovo%20Laptop/Downloads/CD-6601.pdf>

Mario Nogales. (2024, Marzo 14) Frenos de tambor: Que son Y Como funcionan <https://noticias.coches.com/consejos/frenos-de-tambor/405469>

Mau Juarez. (2020, Junio 11). Motorpasión México - Coches y actualidad del motor. Vehículos. <https://www.motorpasion.com.mx/industria/frenos-disco-vs-frenos-tambor-diferencias>

Mónica Redondo (2015, Noviembre 2). ¿Cómo funcionan los frenos de disco - Auto Bild España. <https://www.autobild.es/noticias/como-funcionan-los-frenos-disco-271149>

Servicio de Acreditación Ecuatoriano - SAE. (2018, Marzo 26). Control de frenos en la inspección técnica de vehículos. <https://www.acreditacion.gob.ec/control-de-frenos-en-inspeccion-vehicular/>

INEN 2349 - Normas técnica del control técnico vehicular. (2002, Abril 12) Revisión técnica vehicular. <https://www.studocu.com/co/document/instituto-inec/maestria/inen-2349-normas-tecnica-del-control-tecnico-vehicular/39021822>

Ayrton David Mora Rosero y Alex Guillermo Llano Toaquiza. (2023) Análisis de la eficiencia en la relación de transmisión de la datsun 1000 ev utilizando el dinamómetro y pruebas de RUTA. <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/5924/1/UIDE-Q-TMA-2023-45.pdf>

Sitrack. (2021, Julio) Para qué sirve el odómetro en el cuidado del combustible. <https://blog.sitrack.com/para-que-sirve-el-odometro-en-el-cuidado-del-combustible#:~:text=El%20od%C3%B3metro%20es%20un%20instrumento,longitud%2C%20generalmente%20kil%C3%B3metros%20o%20millas.>

Rodríguez, A. y Pérez, A. O. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento Revista EAN, 82, pp.179-200. <https://doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1647>

MAPFRE. (2022, Agosto) 'Qué sistemas de frenada elegir: tambor vs disco', Mapfre.es.
<https://www.motor.mapfre.es/consejos-practicos/consejos-de-mantenimiento/frenos-de-disco-vs-frenos-de-tambor/>.

Alzallu, J. (2016) 'Dinámica de Frenado: deceleración y fuerza máxima de frenado'.
<https://core.ac.uk/download/pdf/235859051.pdf>

Torres, V. (2008) 'Diseño y construcción de un odómetro digital'. Quito.
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1290/1/CD-2665.pdf>

Aguiza, E. and Castro, C. (2021) 'Análisis de la eficacia del sistema de frenos de un vehículo datsun 1200 año 1972 al modificar el sistema original de tambor por uno de disco en las cuatro ruedas', Cuenca.

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21073/1/UPS-CT009262.pdf>

ANEXOS

Anexo 1:



Toma de medidas para la fabricación del nuevo sistema de frenado.

Anexo 2:



Desmontada de sistema de frenos (Tambor)

Anexo 3:



Montaje de adaptación para nuevo sistema de frenos (Discos)

Anexo 4:



Instalación base porta mordazas

Anexo 5:



Montaje de nuevo sistema de frenos (discos)

Anexo 6:



Sistema de cañerías antiguo

Anexo 7:



Instalación y cambio de cañerías de la bomba de frenos

Anexo 8:



Pastillas de freno instaladas en el sistema de disco.

Anexo 9:



Vehículo Datsun 1000 EV

Anexo 10:



Instalación freno de mano.

Anexo 11:



Bomba del sistema de frenos original (11/16)

Anexo 12:



Bomba del sistema de frenos de disco (7/8)

Anexo 13:

DATSUN 1000

CONSTRUCTOR	Datsun/Nissan Motor Co.
Familia	1000-1200
Modelo	Datsun 1000
Año	1970
Chasis	B20-061001 (desde julio-69) LB20-003001 (desde julio-69)
Código Modelo	B20
Tipo de Motor	A10
Cilindraje	998cc
Peso (kg)	615kg
Velocidad Máxima	130 km/h
Relación Transmisión	4 velocidades manual
Serial de Transmisión	F4W56L
Potencia	46 kW

Ficha técnica Datsun 1000

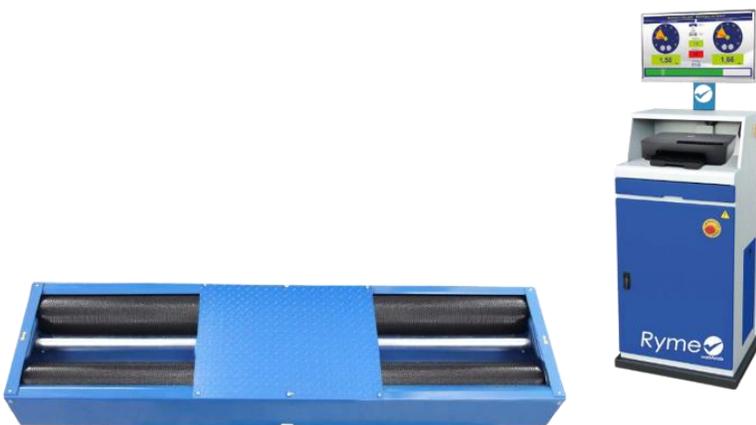
Anexo 14:

DATSUN 1000 EV

PAR MÁXIMO NM	285Nm
Tipo	Polimérica de Litio Iónica
Potencia Kw	90 Kw
Aceleración (seg. /0-10km/h)	Dentro de los límites 11.2
Velocidad Máxima Km/h	145 km/h
Inclinación Máxima (%)	33
Distancia recorrida con carga (km)	212 km
Emisión de CO2 (GCO2/Km)	0

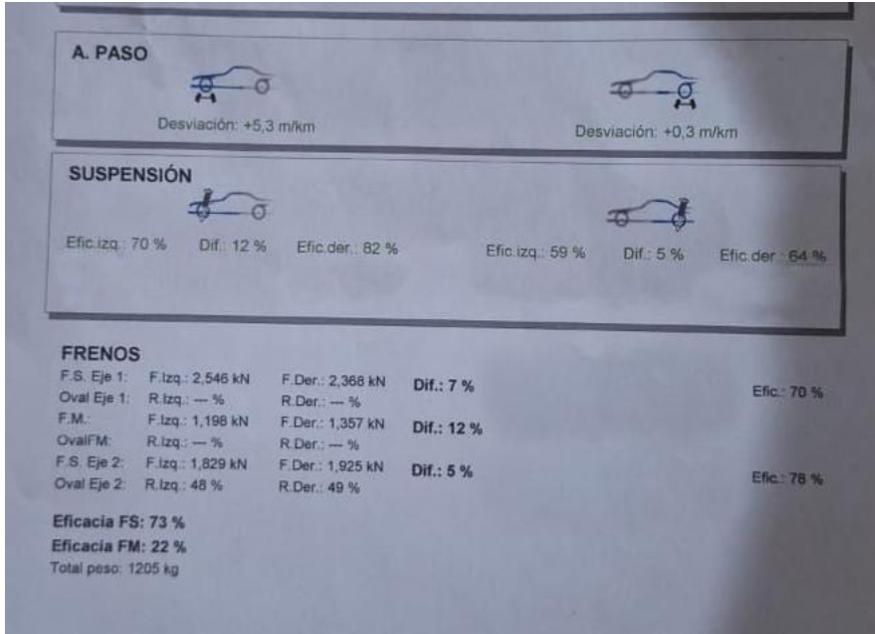
Ficha técnica Datsun 1000 EV

Anexo 15:



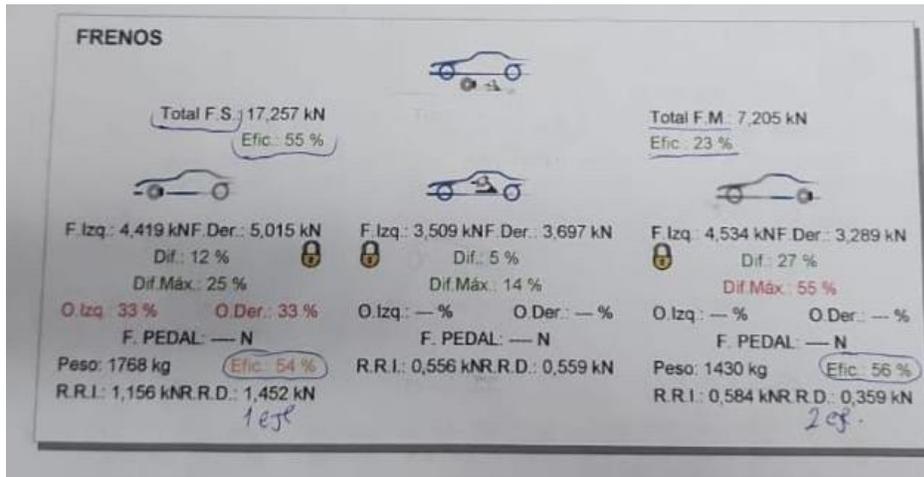
Frenometro: herramienta utilizad para medir diferentes condiciones de frenado.

Anexo 16:



Resultados de Frenómetro (sistema de frenos de disco)

Anexo 17:



Resultados de Frenómetro (sistema de frenos de tambor)

Anexo 18:

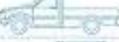
TABLE II - STOPPING DISTANCES

Vehicle Test Speed (miles per hour)	Stopping Distance in feet for tests indicated															
	I-1st (preburnished) & 4th effectiveness; spike effectiveness check				II-2d effectiveness				III-3d (lightly loaded vehicles) effectiveness					IV-Inoperative brake power and power assist unit; partial failure		
	(a)	(b)	(c)	(d)	(a)	(b) & (c)	(d)	(e)	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(a)	(b) & (c)	(d) & (e)
30.....	'57	^{1,2} 65	^{1,2} 69 (1st) ^{1,2} 65 (4th and spike) '72	88	'54	'57	78	^{1,2} 70	51	57	65	84	70	114	130	170
35.....	74	83	91	132	70	74	106	96	67	74	83	114	96	155	176	225
40.....	96	108	119	173	91	96	138	124	87	96	108	149	124	202	229	288
45.....	121	137	150	218	115	121	175	158	110	121	137	189	158	257	291	358
50.....	150	169	185	264	142	150	216	195	135	150	169	233	195	317	359	435
55.....	181	204	224	326	172	181	261	236	163	181	204	281	236	383	433	530
60.....	'216	'242	'267	388	'204	'216	'310	'280	'194	'216	'242	'335	'280	'456	'517	'613
80.....	'405	'459	'510	NA	'383	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
95.....	'607	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
100.....	'673	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

¹ Distance for specified tests. ² Applicable to school buses only. NA = Not applicable
 Note: (a) Passenger cars; (b) vehicles other than passenger cars with GVWR of less than 8,000 lbs; (c) Vehicles with GVWR of not less than 8,000 lbs and not more than 10,000 lbs; (d) vehicles, other than buses, with GVWR greater than 10,000 lbs; (e) buses, including school buses, with GVWR greater than 10,000 lbs.

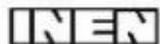
Tabla propuesta por la normativa 49 CFR 571 para pruebas de distancia de frenado con relación a la efectividad.

Anexo 19:

M1	SEDAN	
M1	COUPE	
M1	HATCHBACK	
M1	CONVERTIBLE	
M1	STATION WAGON	
M1	SUV	
N1	PICK UP	
N1	FURGÓN	

Tipos de vehículos M1 Y N1

Anexo 20:



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2 349:2003

REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR. PROCEDIMIENTOS.

Primera Edición

ROAD VEHICLES TECHNICAL INSPECTION , PROCEDURES.

First Edition

DESCRIPTORES: Vehículos automotores, ensayos, inspección.
MC 08.09-301
CDU: 629.119:725.382
CIIU: 7191
ICS: 43.020



Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR PROCEDIMIENTOS	NTE INEN 2 349:2003 2003-01
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los procedimientos que se deben seguir para la realización de la revisión técnica vehicular (RTV) obligatoria.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma se aplica al proceso de revisión que realizan los Centros de Revisión y Control Vehicular (CRCV), en lo relacionado con sus procedimientos y su equipamiento.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Para los efectos de esta norma se adoptan las definiciones contempladas en las NTE INEN 2 202, 2 203, 2 204, 2 205 y 2 207 y en la Ley de Tránsito y transporte y su reglamento general y las que a continuación se detallan:</p> <p>3.1.1 Autoridad competente. Es la organización, institución o persona responsable de la aprobación de un equipo, una instalación o un procedimiento.</p> <p>3.1.2 Banco de prueba de suspensiones: Dispositivo mecánico consistente en un par de placas vibratorias y sensores convenientemente dispuestos, que permiten verificar el correcto funcionamiento del conjunto de la suspensión de un vehículo mediante la determinación de variables como amplitud de oscilación en resonancia, eficiencia porcentual de la suspensión, etc.</p> <p>3.1.3 Banco de prueba de frenos: Equipo mecánico diseñado para realizar pruebas no invasivas en el sistema de frenos de un vehículo. Básicamente existen dos tipos de sistemas, los de placas y los de rodillos, los mismos que determinan variables tales como: eficiencia de los frenos, desequilibrio del sistema de frenos en un mismo eje, ovalización del tambor del freno, etc.</p> <p>3.1.4 Banco de prueba para deriva dinámica: Dispositivo consistente en una placa deslizante convenientemente equipada con sensores y que permite determinar cuantitativamente la tendencia al deslizamiento lateral de las ruedas de dirección de un vehículo, brindando adicionalmente una idea aproximada del estado del sistema integral de dirección.</p> <p>3.1.5 Centro de Revisión y Control vehicular (CRCV): Unidad técnica diseñada, construida, equipada y autorizada para realizar la Revisión Técnica vehicular (RTV) obligatoria y emitir los correspondientes certificados de Ley.</p> <p>3.1.6 Luzómetro: Equipo electrónico que permite determinar la intensidad luminosa de una fuente.</p> <p>3.1.7 Regloscopio: Dispositivo que permite conocer la alineación bidimensional del haz de luz emitido por una fuente.</p> <p>3.1.8 Revisión Técnica vehicular (R.T.V): Conjunto de procedimientos técnicos normalizados utilizados para determinar la aptitud de circulación de vehículos motorizados terrestres y unidades de carga.</p> <p>3.1.9 Sonómetro: Equipo que permite medir la intensidad sonora de una determinada fuente.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> <hr/> <p>DESCRIPTORES: Vehículos automotores, ensayos, inspección.</p>		

3.1.10 **VIN:** Acrónimo inglés derivado de "Vehicle Identification Number", es decir, Número de Identificación Vehicular. Corresponde al número único asignado por el fabricante del automotor, como identificación del vehículo. Se aplica únicamente a los modelos más recientes y reemplaza al número de chasis.

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 Las Organizaciones Operadoras de los Centros de Revisión y Control Vehicular, cuando sea aplicable, deben obtener una certificación de cumplimiento de especificaciones técnicas de sus equipos en base a las Recomendaciones Internacionales de la Organización Internacional de Metrología Legal, OIML, expedida por la casa fabricante o propietaria del diseño o por un organismo acreditado en el país de origen para dicho efecto.

Los procedimientos de evaluación base para certificar los equipos de medición a ser utilizados y los requerimientos técnicos a cumplir por los equipos se establecen en las siguientes Recomendaciones Internacionales OIML: R 23, R 55, y R 88.

4.2 Las Organizaciones Operadoras debe solicitar al fabricante de los equipos y presentar ante la autoridad competente el certificado de su exactitud y de su incertidumbre; certificación que debe estar avalada o emitida por un organismo acreditado.

4.3 La autoridad competente podrá, en cualquier momento, verificar la legalidad de las certificaciones presentadas por las organizaciones operadoras, sobre el cumplimiento de lo establecido en esta norma, así como el adecuado funcionamiento de los equipos.

4.4 Con excepción de la inspección visual del vehículo y la detección de holguras, todas las pruebas de revisión deben ser automáticas, computarizadas e íntegramente realizadas por equipo mecánico. Los resultados deben ser instantáneamente procesados por una central computarizada, en función de las mediciones efectuadas por cada uno de los equipos de la línea. El centro deberá disponer de los adecuados niveles de seguridad, que impidan la alteración o manipulación de los resultados de una o de varias revisiones.

4.5 Los resultados de la inspección visual y de holguras, así como la identificación del vehículo serán documentados electrónicamente a través de terminales de computadora convenientemente dispuestos en la línea de revisión.

4.6 Los resultados totales de la revisión no deben ser conocidos por el propietario del vehículo ni tampoco por ninguno de los miembros del personal de los centros hasta finalizada la revisión integral del automotor.

4.7 La identificación del vehículo y el control legal del mismo deben ser realizados exclusivamente por un representante de la autoridad de tránsito competente o su delegado.

4.8 Los certificados de revisión vehicular y todos los resultados, incluidos los de las inspecciones visuales, deben ser automáticamente impresos en un formulario diseñado y provisto a los Centros por la autoridad competente. Cualquier rasgo caligráfico, tachón, borrón o alteración presente en el certificado de revisión lo invalidará.

5. MÉTODO DE ENSAYO

5.1 Equipamiento.

5.1.1 Con excepción del equipo descrito en el numeral 5.1.1.13, todas las líneas de inspección de los Centros de Revisión y Control Vehicular deben contar al menos con el siguiente equipamiento:

5.1.1.1 **Banco de pruebas para deriva dinámica (Side Slip Tester),** con las siguientes características:

(Continúa)

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-91-3999 - Baquerizo Moreno Es-29 y Almagro - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

PARAMETRO	REQUERIMIENTO
Tipo	Automática, de placa metálica deslizante y empotrada a ras del piso
Rango mínimo de medición	De -15 a +15 m. km ⁻¹
Velocidad aproximada de paso	4 km.h ⁻¹
Capacidad mínima portante	1 500 kg para vehículos livianos 8 000 kg para vehículos pesados
Valor de una división de escala (resolución)	1 m.km ⁻¹

5.1.1.2 Banco de pruebas para suspensiones, que debe medir automáticamente al menos la eficiencia de las suspensiones delantera y posterior en porcentaje y la amplitud máxima de oscilación en resonancia de cada una de las ruedas, en milímetros, con las siguientes características (exceptuando las líneas para vehículos pesados):

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

5.1.1.3 Banco de pruebas para frenos, que permita medir automáticamente la eficiencia total de frenado en porcentaje (servicio y parqueo), desequilibrio dinámico de frenado entre las ruedas de un mismo eje en porcentaje, ovalización de tambores de freno, pandeo de discos de freno y fuerza de frenado en cada rueda en daN inclusive realizar pruebas a vehículos equipados con sistemas anti bloqueo (ABS)*, sistemas de transmisión permanente a las 4 ruedas, con caja de velocidades manual, automática o semiautomática; adicionalmente deberá contar con implementos que permitan verificar a vehículos de dos y tres ruedas. El equipo deberá cumplir con las siguientes características técnicas:

PARAMETRO	REQUERIMIENTO
Tipo de Frenómetro	De rodillos con superficie antideslizante, empotrado a ras del piso y para la prueba de un eje por vez
Coefficiente mínimo de fricción (μ)	0,8 en seco o en mojado
Carga mínima de absorción sobre rodillos	3.000 kg para vehículos livianos 7.500 kg para vehículos pesados
Valor de una división de escala (resolución)	1% en eficiencia y desequilibrio; 0,1 daN en fuerza de frenado.
Dispositivos de seguridad	Parada automática en caso de bloqueo de ruedas. Puesta a cero automático antes de cada prueba.

* ABS : Antilock Breaking System (Sistema Antibloqueo de Frenos)

5.1.1.4 Sistema automático de monitoreo del vehículo en la línea, para plantas fijas.

5.1.1.5 Torre de inflado de llantas, con manómetro incorporado, que permita la determinación de la presión en la cámara del neumático con una resolución de 3,45 Pa (0,5 psi).

5.1.1.6 Dispositivo automático de pesaje del vehículo, en línea con los sistemas de pruebas de frenos y suspensiones. Este equipo puede estar incorporado al banco de pruebas de suspensiones o de frenado.

(Continúa)

5.1.1.7 Detector de profundidad de labrado de neumáticos, con una resolución de 0,1 mm.

5.1.1.8 Luxómetro con regloscopio autoalineante de eje vertical y horizontal, con las siguientes características técnicas:

PARAMETRO	REQUERIMIENTO
Rango de medición	De 0 a mínimo 250 000 candelas (2,69 x 10 ⁶ lux)
Alineación con el eje del vehículo	Automática

5.1.1.9 Banco detector de holguras, empotrado sobre una fosa iluminada o un elevador, con las siguientes características técnicas:

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

5.1.1.10 Analizador de gases: Analizador de 4 gases, con capacidad de actualización a 5 gases mediante la habilitación del canal de NOx, con las siguientes características técnicas:

PARAMETRO	REQUERIMIENTO																
Características generales	Capacidad de medición y reporte automáticos de la concentración en volumen de CO, CO ₂ , HC's y O ₂ , en los gases emitidos por el tubo de escape de vehículos equipados con motores ciclo Otto de 4 tiempos alimentados por gasolina, GLP o GNC. Cumplirán con lo indicado en la Recomendación Internacional OIML R 99 (clase 1)/ ISO 3930 y la NTE INEN 2 203, lo que será demostrado mediante certificación del fabricante.																
Especificaciones adicionales	Capacidad de medición y reporte automáticos de la velocidad de giro del motor en RPM, factor lambda (calculado mediante la fórmula de Bret Schneider) y temperatura de aceite. La captación de RPM no tendrá limitaciones respecto del sistema de encendido del motor, sea este convencional (ruptor y condensador), electrónico, DIS, EDIS, bobina independiente, descarga capacitiva u otro.																
Rangos de medición	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Variable</th> <th>Rango de medición</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Monóxido de carbono (CO)</td> <td>0 - 10%</td> </tr> <tr> <td>Dióxido de carbono (CO₂)</td> <td>0 - 16%</td> </tr> <tr> <td>Oxígeno (O₂)</td> <td>0 - 21%</td> </tr> <tr> <td>Hidrocarburos no combustiónados</td> <td>0 - 5 000 ppm</td> </tr> <tr> <td>Velocidad de giro del motor</td> <td>0 - 10 000 rpm</td> </tr> <tr> <td>Temperatura de aceite</td> <td>0 - 150 °C</td> </tr> <tr> <td>Factor lambda</td> <td>0 - 2</td> </tr> </tbody> </table>	Variable	Rango de medición	Monóxido de carbono (CO)	0 - 10%	Dióxido de carbono (CO ₂)	0 - 16%	Oxígeno (O ₂)	0 - 21%	Hidrocarburos no combustiónados	0 - 5 000 ppm	Velocidad de giro del motor	0 - 10 000 rpm	Temperatura de aceite	0 - 150 °C	Factor lambda	0 - 2
Variable	Rango de medición																
Monóxido de carbono (CO)	0 - 10%																
Dióxido de carbono (CO ₂)	0 - 16%																
Oxígeno (O ₂)	0 - 21%																
Hidrocarburos no combustiónados	0 - 5 000 ppm																
Velocidad de giro del motor	0 - 10 000 rpm																
Temperatura de aceite	0 - 150 °C																
Factor lambda	0 - 2																
Condiciones ambientales de funcionamiento	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Temperatura</td> <td>5 - 40 °C</td> </tr> <tr> <td>Humedad relativa</td> <td>0 - 90%</td> </tr> <tr> <td>Altitud</td> <td>Hasta 3 000 msnm</td> </tr> <tr> <td>Presión</td> <td>500 - 760 mm Hg</td> </tr> </tbody> </table>	Temperatura	5 - 40 °C	Humedad relativa	0 - 90%	Altitud	Hasta 3 000 msnm	Presión	500 - 760 mm Hg								
Temperatura	5 - 40 °C																
Humedad relativa	0 - 90%																
Altitud	Hasta 3 000 msnm																
Presión	500 - 760 mm Hg																
Ajuste	Automático, mediante una mezcla certificada de gases.																
Sistema de toma de muestra	La toma de muestra se realizará mediante una sonda flexible a ser insertada en la parte final del tubo de escape.																

(Continúa)

5.1.1.11 Opacímetro de flujo parcial, con las siguientes características técnicas:

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

5.1.1.12 Sonómetro integral ponderado, con las siguientes características técnicas:

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

5.1.1.13 Velocímetro, tacógrafo y cuenta kilómetros, para la verificación de taxímetros en los vehículos de uso público, con las siguientes características técnicas:

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

5.1.2 Todos los equipos deben estar instalados en línea, de manera que los vehículos puedan ser revisados en forma secuencial y continua.

(Continúa)

5.1.3 Los equipos deben tener protección contra la alteración voluntaria o involuntaria de resultados.

5.2 Ajuste.

5.2.1 El ajuste del equipo se debe realizar siguiendo estrictamente los procedimientos y frecuencias especificados por el fabricante de los equipos.

5.2.2 Los equipos deben ser ajustados al menos luego de cada mantenimiento correctivo.

5.3 Procedimiento de revisión.

5.3.1 Antes de realizar las pruebas, se deben efectuar las siguientes tareas:

5.3.1.1 Precalear y estabilizar todos los equipos.

5.3.1.2 Verificar la comunicación entre los módulos de la línea de revisión y el servidor central de procesos.

5.3.1.3 Limpiar todas las superficies de contacto, poniendo especial énfasis en eliminar residuos de grasa, lubricantes, agua o cualquier otro material que pueda producir deslizamientos no deseados.

5.3.2 La revisión técnica vehicular debe ser completamente documentada, mediante el formato de Certificado de Revisión definido por la autoridad competente, en función de los siguientes aspectos:

5.3.2.1 Identificación del vehículo:

a) Verificar la autenticidad de la documentación habilitante del vehículo y su correspondencia con el número de motor y/o chasis o el VIN, según corresponda.

b) Verificar el número de las placas del vehículo y su correspondencia con la documentación habilitante.

c) Verificar el certificado de revisión técnica vehicular y el adhesivo anterior correspondiente (exceptuando vehículos nuevos).

d) Verificar la correspondencia del color, marca y modelo del vehículo con los descritos en la documentación habilitante.

e) Ingresar la información de identificación del vehículo al sistema informático desde el terminal apropiado.

5.3.2.2 Inspección visual:

a) Esta revisión se debe realizar tomando en cuenta el tipo de vehículo y su configuración original, aplicando los temas de revisión en cada caso según corresponda.

b) Para todos los vehículos con carrocería de habitáculo o carga se debe revisar la existencia de óxidos o fisuras en los siguientes elementos estructurales:

- b.1) Pilares y puertas.
- b.2) Marcos de parabrisas.
- b.3) Anclajes y soportes de bisagras de puertas, compuertas y capot.

c) Para los vehículos con menos de 4 ruedas, se debe revisar la integridad de los elementos estructurales del chasis del vehículo.

(Continúa)

- ch) Se debe revisar la no existencia de aristas vivas o materiales sobresalientes a la carrocería y que puedan poner en riesgo a sus ocupantes o a las demás personas.
- d) En vehículos de más de tres ruedas, se debe revisar la existencia de parachoques anterior y posterior así como su correcto anclaje y sujeción.
- e) En aquellos vehículos que los posean, se debe revisar que los acoples frontales y posteriores tales como tede eléctrico, barra de tiro, gancho, tomas eléctricas, bolas de acople para remolque, etc. no sobresalgan de los parachoques ni obstruyan la visibilidad de placas y/o luces.
- f) En automotores de más de tres ruedas, se debe revisar la existencia de todos los vidrios del vehículo y su integridad.
- g) En los vehículos de uso público, se debe revisar la correcta apertura y cierre de todos los vidrios laterales.
- h) Comprobar la perfecta visibilidad del conductor del vehículo.
- i) Revisar la no existencia de vidrios polarizados no autorizados.
- j) Revisar la existencia e integridad de los dos espejos retrovisores laterales externos del vehículo.
- k) En vehículos de más de tres ruedas, se debe revisar la existencia del espejo retrovisor central interno a excepción de aquellos en los que, debido a sus características funcionales, no sea posible la visibilidad desde el interior hacia la parte posterior del vehículo.
- l) Comprobar la perfecta visibilidad del conductor a través de los retrovisores.
- ll) Revisar el correcto anclaje y sujeción de los asientos.
- m) Revisar el correcto anclaje, sujeción y funcionamiento de los cinturones de seguridad.
- n) En aquellos asientos que posean espaldar con porta-cabezas, revisar que estos se encuentren instalados y firmemente sujetos.
- ñ) En vehículos automotores comprobar la existencia de pito o bocina.
- o) En automotores de más de tres ruedas, revisar la existencia y correcto funcionamiento de los limpiaparabrisas según corresponda.
- p) Revisar la existencia, colores y correcto funcionamiento de las luces de posición, de guía, de freno, direccionales, intermitentes de parqueo, de reversa; ésta última no se revisará en los vehículos de menos de cuatro ruedas.
- q) Para los vehículos de más de 9 pasajeros, vehículos y unidades de carga, además de lo indicado en el literal p) la existencia y correcto funcionamiento de las luces de volumen.
- r) En los vehículos de más de 9 pasajeros, se debe revisar la existencia de los adhesivos reflectantes reglamentarios.
- s) Revisar la existencia y correcto cierre de las tapas del combustible.
- t) En los vehículos de uso público, se debe revisar la uniformidad y correcta instalación de la cubierta del piso, la misma que debe ser de un material antideslizante y sin orificios, salientes o aristas vivas.

(Continúa)

- u) En vehículos de uso público revisar además los requisitos específicos establecidos por la autoridad competente, para obtener la habilitación operacional.
- v) Para los vehículos equipados con sistemas de combustible GLP, se debe verificar el cumplimiento de las NTE INEN 2310 y 2311 y las que correspondan para el caso de vehículos equipados con sistemas de combustible GNC.
- w) Se debe revisar las siguientes reformas a la constitución original del vehículo:
 - w.1) Sustitución del motor por otro de distinta marca y/o tipo.
 - w.2) Modificación del motor que produzca una variación de sus características mecánicas o termodinámicas, que den lugar a considerar al vehículo como de otro tipo.
 - w.3) Cambio de ubicación del motor.
 - w.4) Modificación del sistema de alimentación de combustible para sustituir el que normalmente se emplea en el vehículo por otro de diferentes características, o para utilizar uno y otro indistintamente.
 - w.5) Cambio o modificación del sistema de frenos.
 - w.6) Incorporación o eliminación de freno motor.
 - w.7) Sustitución de caja de velocidades, sincrónica por automática o semiautomática y viceversa. Sustitución de la caja de velocidades por otra caja de distinto número de velocidades.
 - w.8) Adaptaciones para la utilización por personas discapacitadas o de autoescuelas con modificación de mandos y/o elementos que afecten a la seguridad.
 - w.9) Modificación del sistema de dirección.
 - w.10) Montaje de separadores o ruedas de especificaciones distintas a las originales.
 - w.11) Sustitución de los neumáticos por otros que no cumplan los siguientes criterios de equivalencia respecto de los originalmente recomendados por el fabricante del automotor:
 - Índice de capacidad de carga.
 - Índice de categoría de velocidad.
 - Diámetro exterior.
 - Perfil y ancho de neumáticos según el tipo de aro.
 - w.12) Montaje de ejes supletorios o sustitución de ejes " Tandem " por " Tridem " o viceversa.
 - w.13) Sustitución total o parcial del chasis o de la estructura autoportante, especialmente cuando la parte sustituida sea la que lleva grabado el número del chasis o VIN.
 - w.14) Reformas del chasis o de la estructura autoportante, cuando origine modificación en sus dimensiones o en sus características mecánicas, o sustitución total de la carrocería por otra de características diferentes.
 - w.15) Modificaciones de distancia entre ejes o de voladizos.
 - w.16) Aumento del Peso Bruto Vehicular (PBA).

(Continúa)

- w.17) Variación del número de asientos.
 - w.18) Transformación de un vehículo para el transporte de personas en vehículo para transporte de carga o viceversa.
 - w.19) Transformación de un camión de carga a camión de volteo (volquete), camión cisterna, camión isotermo o frigorífico, camión grúa o wincha, tractocamión, camión homigonero, porta vehículos o autobús.
 - w.20) Transformación a vehículo blindado.
 - w.21) Modificación de las dimensiones exteriores de un vehículo, de su elevación o de su emplazamiento.
 - w.22) Transformaciones que afecten a la resistencia de las carrocerías o a su acondicionamiento interior, tales como ambulancia, funerario, canastilla, bomberos, etc.
 - w.23) Incorporación de elevadores hidráulicos o eléctricos para carga.
 - w.24) Modificaciones del techo (integral, convertible).
 - w.25) Sustitución del volante original por otro de dimensiones menores.
 - w.26) Uso de conjuntos funcionales adaptables (kits) que simplifiquen una de las reformas antes citadas.
- x) Se debe revisar el tablero del vehículo, atendiendo a los siguientes aspectos, en función de la configuración original de fábrica del vehículo:
- x.1) Existencia y funcionamiento de luces indicadoras de carga a la batería, presión de aceite, temperatura del refrigerante y direccionales.
 - x.2) Existencia y funcionamiento de velocímetro y medidor del nivel de combustible.
 - x.3) Existencia y funcionamiento del sistema de iluminación nocturna del tablero.
- y) En los vehículos de más de tres ruedas, se debe revisar el juego del volante y verificar en cual de los siguientes rangos se encuentra:
- y.1) 1° - 45°.
 - y.2) 46° - 59°.
 - y.3) 60° en adelante
- z) En vehículos motorizados de más de 3 ruedas revisar y documentar la existencia de:
- z.1) Llanta de emergencia;
 - z.2) Gata;
 - z.3) Llave de ruedas;
 - z.4) Triángulos reflectivos;
 - z.5) Botiquín; y
 - z.6) Extintor de incendios

5.3.2.3 Prueba de deriva dinámica:

- a) Esta prueba se aplica solo a vehículos de más de tres ruedas.
- b) Se debe verificar que la presión de inflado de los neumáticos del vehículo sea la recomendada por el fabricante de los mismos y que se encuentra impresa en la cara externa de estos.

(Continúa)

- c) El vehículo, iniciará la revisión haciendo pasar uno de sus neumáticos delanteros por sobre la placa móvil, a la velocidad indicada por el fabricante del equipo.
- d) El resultado se debe expresar en $m \cdot Km^{-1}$.

5.3.2.4 Prueba de suspensiones:

- a) Esta prueba se aplica solo a vehículos de más de tres ruedas y con un peso neto inferior a los 3 500 kg.
- b) El vehículo debe posicionarse sobre las placas vibradoras eje por eje, la prueba no debe iniciarse antes de que el eje a revisar se encuentre en la posición indicada por el fabricante del equipo y el automotor haya sido correctamente asegurado.
- c) Se debe documentar la eficiencia porcentual de las suspensiones frontal y posterior.

5.3.2.5 Prueba de frenado:

- a) Esta prueba se aplica a todos los vehículos.
- b) El vehículo debe posicionarse sobre los rodillos giratorios eje por eje, la prueba no debe iniciarse antes de que el eje a revisar se encuentre en la posición indicada por el fabricante del equipo y el vehículo haya sido correctamente asegurado.
- c) Se debe documentar la eficiencia total de frenado y el desequilibrio del frenado de las ruedas de un mismo eje, en porcentaje.

5.3.2.6 Prueba de luces:

- a) En todos los vehículos se debe revisar y documentar la intensidad luminosa y la alineación vertical y horizontal de las luces frontales de carretera y de cruce mediante el luxómetro y regloscopio autoalineante.

5.3.2.7 Prueba de holguras

- a) Esta prueba se debe aplicar solo a vehículos de más de tres ruedas.
- b) Se debe conducir el vehículo hasta el banco detector de holguras, posicionando sus ruedas de dirección sobre las placas móviles, de acuerdo con las indicaciones del fabricante del equipo y asegurando el vehículo en esa ubicación.
- c) Si el equipo está montado sobre un elevador en lugar de una fosa, se procederá a su elevación, hasta que el borde inferior de la carrocería se encuentre por sobre la cabeza del técnico revisor.
- d) Las placas deben ser accionadas por el técnico revisor desde la fosa o en la parte inferior del elevador del vehículo y con la ayuda de la lámpara halógena se revisarán y, de ser encontradas, se documentarán las siguientes observaciones:
 - d.1) Ejes y/o brazos delanteros y posteriores con deformaciones, fisuras, roturas, soldaduras defectuosas y huellas de sobrecalentamiento.
 - d.2) Defectos en la fijación al chasis o a la carrocería.
 - d.3) Guardapolvos inexistentes o con:
 - Ruptura de la goma exterior de protección.
 - Desgaste excesivo de las juntas interiores y pérdida de rigidez.

(Continúa)

- d.4) Juegos excesivos en todas las uniones.
- d.5) Rodamientos rotos o defectuosos.
- d.6) Ballestas con:
- Bujes rotos, deformados o con juego excesivo.
 - Hojas rotas, deformadas o reparadas.
 - Abrazaderas flojas.
 - Pernos y tornillos flojos o aislados.
 - Soportes agrietados, deformados o rotos.
 - Juegos sobre los ejes.
 - Arandelas de seguridad muy desgastadas.
 - Topes de ballestas inexistentes o en mal estado.
- d.7) Muelles o resortes helicoidales con :
- Roturas, fisuras o deformaciones.
 - Soportes y anclajes flojos o en mal estado.
 - Topes inexistentes o en mal estado.
 - Juegos sobre los ejes.
 - Pernos y tornillos flojos o aislados.
 - Soportes agrietados, deformados o rotos.
- d.8) Suspensiones neumáticas o hidráulicas con fugas, deformaciones, accionamientos incorrectos, juegos excesivos, anclajes o sujeciones defectuosos.
- d.9) Amortiguadores con:
- Fijación incorrecta o floja.
 - Fugas de aceite.
 - Deformaciones, golpes, roturas o fisuras.
 - Soldaduras.
 - Funcionamiento incorrecto.
- d.10) Bielas, barras de torsión y triángulos de suspensión con:
- Incorrecta fijación al chasis o carrocería.
 - Deformaciones, fisuras, roturas o soldaduras.
 - Ejes de giro defectuosos o trabados.
 - Rótulas de suspensión defectuosas o con juego excesivo.
- d.11) Sujeción de la carrocería al chasis defectuosa o insuficiente.

(Continúa)

- d.12) Fondo bajo de la carrocería con:
- Deformaciones o roturas.
 - Golpes o aplastamientos.
 - Corrosión o deterioro.
 - Reparaciones por soldadura mal realizadas.
 - Sobrecalentamiento como resultado de enderezamientos.
 - Orificios en las alas de los largueros.
- d.13) Fugas en los depósitos de aceite y agua.
- d.14) Fugas en bombas y compresores.
- d.15) Sistema de transmisión con:
- Fisuras, roturas, soldaduras o deformaciones en cualquiera de los elementos.
 - Juegos excesivos.
 - Alineación imperfecta de árboles
 - Desgaste en rodamientos de crucetas.
 - Deformación del árbol.
 - Desgaste de entalladuras encastes (estriados corredizos).
 - Fijación defectuosa de soportes al chasis.
 - Semiejes con juegos o deteriorados.
- d.16) Sistema de escape libre, alterado, roto o que incumpla con las disposiciones legales vigentes.

5.3.2.8 Comprobación de desgaste de neumáticos:

- a) Esta prueba se debe realizar en todos los vehículos.
- b) Con la ayuda del detector de profundidad de labrado, se debe revisar la profundidad del surco de más desgaste de todos y cada uno de los neumáticos del vehículo.
- c) Se documentará la menor de las profundidades leídas.

5.3.2.9 Prueba de ruido:

- a) Esta prueba se debe realizar en todos los automotores.
- b) El sonómetro debe estar ubicado junto a la línea de revisión, siguiendo las recomendaciones del fabricante en cuanto a la altura y la distancia respecto de la trayectoria vehicular, al ángulo respecto a la horizontal y a los aditamentos requeridos para una adecuada medición.
- c) Se documentará el Nivel de Presión Sonora equivalente (NPS_{eq}) en decibelés (dB), producido por el vehículo durante su paso por la línea de revisión.

(Continúa)

5.3.2.10 Prueba de emisiones:

- a) Para los vehículos propulsados por motores ciclo Otto de 4 tiempos, el método de ensayo debe ser el descrito en la NTE INEN 2203.
- b) Para los vehículos propulsados por motores de ciclo Diesel, el método de ensayo debe ser el descrito en la NTE INEN 2202.

(Continúa)

APÉNDICE Z**Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR**

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2202:1999	<i>Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Determinación de la Opacidad de Emisiones de escape de Motores de Dese Mediante la Prueba Estática. Método de aceleración Libre.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2203:1999	<i>Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Determinación de la Concentración de Emisiones de Escape en Condiciones de Marcha Mínima o "Ralenti" para Motores a Gasolina</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2204:1998	<i>Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Límites permitidos de Emisiones Producidas por Fuentes Móviles Terrestres de Gasolina.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2205:1999	<i>Vehículos automotores. Bus urbano. Requisitos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2207:1998	<i>Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Límites permitidos de emisiones Producidas por Fuentes Móviles Terrestres de Diesel</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2310:2000	<i>Vehículos Automotores. Funcionamiento de vehículos con GLP. Equipos para carburación dual GLP/ Gasolina o solo de GLP en motores de combustión interna. Requisitos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2311:2000	<i>Aire. Vehículos Automotores. Funcionamiento de vehículos con GLP. Conversión de motores de combustión interna con sistema de carburación solo de gasolina por carburación dual GLP Gasolina o solo de GLP. Requisitos</i>
Norma ISO 3930	<i>Road vehicles – Measurement methods for exhaust gas emissions produced during inspection or maintenance.</i>
Norma ISO 11614	<i>Reciprocating internal combustion compressioignition engines. Apparatus for measurement the opacity and for determinaion of the light absorption coefficient of exhaust gas</i>
International Recommendation OIML R 23	<i>Tyre pressure gauges for motor vehicles.</i>
International Recommendation OIML R55	<i>Speedometers, mechanical adometers and chronotachographs for motor vehicles. Metrological regulations.</i>
International Recommendation OIML R 88	<i>Integrating-averaging sound level meters.</i>
International Recommendation OIML R 99	<i>Instruments for measuring vehicle exhaust emissions</i>
Registro Oficial No. 1 002 del 2 de agosto de 1996	<i>Ley de Tránsito y transporte Terrestres</i>
Suplemento del Registro Oficial No. 118 del 28 de enero del 1997	<i>Reglamento General para la aplicación de la Ley de Tránsito y Transportes Terrestres</i>

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Manual de procedimientos de Verificación Técnica de Vehículos. Ministerio de Obras y Servicios Públicos. Buenos Aires, 1999.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 2 349	TÍTULO: REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR. PROCEDIMIENTOS.	Código: MC 08,09-301
ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio: 2002-04-12	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de por Acuerdo No. de publicado en el Registro Oficial No. de Fecha de iniciación del estudio:	

Fechas de consulta pública: de a

Subcomité Técnico: REVISIÓN VEHICULAR
Fecha de iniciación: 2002-04-30 Fecha de aprobación: 2002-06-11

Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:

Sr. Clemente Ponco (Presidente)
Sr. Ernesto Timpe
Ing. Paúl Hattle
Sr. Pablo Viteri Burbano
Ing. Vladimir González
Ing. Roberto Custode Pasquel
Ing. Iván Paredes
Ing. Juan Bermeo P.
Ing. Hernán Calisto
Dr. Jorge Oviedo
Tnte. Juan Zapata
Sr. Alberto Buendía
Arq. Julio César Jiménez
Ing. Diego Miño
Sr. Patricio Sarabia F.
Ing. Alexis Ortiz Ayala
Sr. Antonio Barahona
Ing. Arturo Arévalo (Secretario Técnico)

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

AEADI
CAMARA DE INDUSTRIALES DE PICHINCHA
EMSAT
EMSAT
FUNDACIÓN NATURA
FUNDACIÓN NATURA
CINAE
CINAE
CONSULTOR FUNDACIÓN NATURA
CORPORACIÓN REVISIÓN VEHICULAR
DIRECCIÓN NACIONAL DE TRÁNSITO
CONSEJO NACIONAL DE TRÁNSITO
CONSEJO NACIONAL DE TRÁNSITO
DIRECCIÓN NACIONAL DE TRÁNSITO
POLICIA NACIONAL (CNT)
CIMEPI
COBATOSUCASA BACA-SERVICIOS
INEN

Otros trámites:

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión del 20-02-10-22

Oficializada como: Voluntaria Por Acuerdo Ministerial No. 02-506 del 2002-12-26
Registro Oficial No. 745 del 2003-01-15

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre
Casilla 17-01-3999 - Telfs: (593 2) 2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 567815
Dirección General: E-Mail: turresta@inen.gov.ec
Área Técnica de Normalización: E-Mail: normalizacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Certificación: E-Mail: certificacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Verificación: E-Mail: verificacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail: inencati@inen.gov.ec
Regional Guayas: E-Mail: inenguayas@inen.gov.ec
Regional Azuay: E-Mail: inencuenca@inen.gov.ec
Regional Chimborazo: E-Mail: inenriobamba@inen.gov.ec
URL: www.inen.gov.ec

Anexo 21:

§ 571.105 Standard No. 105; Hydraulic and electric brake systems.

- S1. **Scope.** This standard specifies requirements for hydraulic and electric service brake systems, and associated parking brake systems.
- S2. **Purpose.** The purpose of this standard is to insure safe braking performance under normal and emergency conditions.
- S3. **Application.** This standard applies to multi-purpose passenger vehicles, trucks, and buses with a GVWR greater than 3,500 kilograms (7,716 pounds) that are equipped with hydraulic or electric brake systems.
- S4. **Definitions.**
- Antilock brake system or ABS** means a portion of a service brake system that automatically controls the degree of rotational wheel slip during braking by:
- (1) Sensing the rate of angular rotation of the wheels;
 - (2) Transmitting signals regarding the rate of wheel angular rotation to one or more controlling devices which interpret those signals and generate responsive controlling output signals; and
 - (3) Transmitting those controlling signals to one or more modulators which adjust brake actuating forces in response to those signals.
- Backup system** means a portion of a service brake system, such as a pump, that automatically supplies energy, in the event of a primary brake power source failure.
- Brake power assist unit** means a device installed in a hydraulic brake system that reduces the operator effort required to actuate the system, and that if inoperative does not prevent the operator from braking the vehicle by a continued application of muscular force on the service brake control.
- Brake power unit** means a device installed in a brake system that provides the energy required to actuate the brakes, either directly or indirectly through an auxiliary device, with the operator action consisting only of modulating the energy application level.

Directly Controlled Wheel means a wheel for which the degree of rotational wheel slip is sensed, either at that wheel or on the axle shaft for that wheel and corresponding signals are transmitted to one or more modulators that adjust the brake actuating forces at that wheel. Each modulator may also adjust the brake actuating forces at other wheels that are on the same axle or in the same axle set in response to the same signal or signals.

Electric vehicle or EV means a motor vehicle that is powered by an electric motor drawing current from rechargeable storage batteries, fuel cells, or other portable sources of electrical current, and which may include a non-electrical source of power designed to charge batteries and components thereof.

Electrically-actuated service brakes means service brakes that utilize electrical energy to actuate the foundation brakes.

Full brake application means a brake application in which the force on the brake pedal reaches 150 pounds within 0.3 seconds from the point of application of force to the brake control.

Hydraulic brake system means a system that uses hydraulic fluid as a medium for transmitting force from a service brake control to the service brake, and that may incorporate a brake power assist unit, or a brake power unit.

Indirectly Controlled Wheel means a wheel at which the degree of rotational wheel slip is not sensed, but at which the modulator of an antilock braking system adjusts its brake actuating forces in response to signals from one or more sensed wheels.

Initial brake temperature means the average temperature of the service brakes on the hottest axle of the vehicle 0.2 mi before any brake application.

Lightly loaded vehicle weight means:

- (a) For vehicles with a GVWR of 10,000 lbs. or less, unloaded vehicle weight plus 400 lbs. (including driver and instrumentation);
- (b) For vehicles with a GVWR greater than 10,000 lbs., unloaded vehicle weight plus 500 lbs. (including driver and instrumentation).

Maximum drive-through speed means the highest possible constant speed at which the vehicle can be driven through 200 feet of a 500-foot radius curve arc without leaving the 12-foot lane.

Parking mechanism means a component or subsystem of the drive train that locks the drive train when the transmission control is placed in a parking or other gear position and the ignition key is removed.

Peak friction coefficient or PFC means the ratio of the maximum value of braking test wheel longitudinal force to the simultaneous vertical force occurring prior to wheel lockup, as the braking torque is progressively increased.

Pressure component means a brake system component that contains the brake system fluid and controls or senses the fluid pressure.

Regenerative braking system or RBS means an electrical energy system that is installed in an EV for recovering or dissipating kinetic energy, and which uses the propulsion motor(s) as a retarder for partial braking of the EV while returning electrical energy to the propulsion batteries or dissipating electrical energy.

Skid number means the frictional resistance of a pavement measured in accordance with ASTM E274-70 (incorporated by reference, see § 571.5) at 40 mph, omitting water delivery as specified in paragraphs 7.1 and 7.2 of that method.

Snub means the braking deceleration of a vehicle from a higher reference speed to a lower reference speed that is greater than zero.

Spike stop means a stop resulting from the application of 200 lbs of force on the service brake control in 0.08 s.

Split service brake system means a brake system consisting of two or more subsystems actuated by a single control, designed so that a single failure in any subsystem (such as a leakage-type failure of a pressure component of a hydraulic subsystem except structural failure of a housing that is common to two or more subsystems, or an electrical failure in an electric subsystem) does not impair the operation of any other subsystem.

Stopping distance means the distance traveled by a vehicle from the point of application of force

to the brake control to the point at which the vehicle reaches a full stop.

Tandem axle means a group of two or more axles placed in close arrangement one behind the other with the center lines of adjacent axles not more than 72 inches apart.

Variable proportioning brake system means a system that automatically adjusts the braking force at the axles to compensate for vehicle static axle loading and/or dynamic weight transfer between axles during deceleration.

Wheel lockup means 100 percent wheel slip.

S5. Requirements.

S5.1 Service brake systems. Each vehicle must be equipped with a service brake system acting on all wheels. Wear of the service brake must be compensated for by means of a system of automatic adjustment. Each passenger car and each multipurpose passenger vehicle, truck, and bus with a GVWR of 10,000 pounds or less must be capable of meeting the requirements of S5.1.1 through S5.1.6 under the conditions prescribed in S6, when tested according to the procedures and in the sequence set forth in S7. Each school bus with a GVWR greater than 10,000 pounds must be capable of meeting the requirements of S5.1.1 through S5.1.5, and S5.1.7 under the conditions specified in S6, when tested according to the procedures and in the sequence set forth in S7. Each multipurpose passenger vehicle, truck and bus (other than a school bus) with a GVWR greater than 10,000 pounds must be capable of meeting the requirements of S5.1.1, S5.1.2, S5.1.3, and S5.1.7 under the conditions specified in S6, when tested according to the procedures and in the sequence set forth in S7. Except as noted in S5.1.1.2 and S5.1.1.4, if a vehicle is incapable of attaining a speed specified in S5.1.1, S5.1.2, S5.1.3, or S5.1.6, its service brakes must be capable of stopping the vehicle from the multiple of 5 mph that is 4 to 8 mph less than the speed attainable in 2 miles, within distances that do not exceed the corresponding distances specified in Table II. If a vehicle is incapable of attaining a speed specified in S5.1.4 in the time or distance interval set forth, it must be tested at the highest speed attainable in the time or distance interval specified.

S5.1.1 Stopping distance.

- (a) The service brakes shall be capable of stopping each vehicle with a GVWR of less than 8,000 pounds, and each school bus with a GVWR between 8,000 pounds and 10,000 pounds in four effectiveness tests within the distances and from the speeds specified in S5.1.1.1, S5.1.1.2, S5.1.1.3, and S5.1.1.4.
- (b) The service brakes shall be capable of stopping each vehicle with a GVWR of between 8,000 pounds and 10,000 pounds, other than a school bus, in three effectiveness tests within the distances and from the speeds specified in S5.1.1.1, S5.1.1.2, and S5.1.1.4.
- (c) The service brakes shall be capable of stopping each vehicle with a GVWR greater than 10,000 pounds in two effectiveness tests within the distances and from the speeds specified in S5.1.1.2 and S5.1.1.3. Each school bus with a GVWR greater than 10,000 pounds manufactured after January 12, 1996 and before March 1, 1999 and which is equipped with an antilock brake system may comply with paragraph S5.1.1.2 and S5.5.1 rather than the first effectiveness test, as specified in S5.1.1.1. Each school bus with a GVWR greater than 10,000 pounds manufactured on or after March 1, 1999 shall be capable of meeting the requirements of S5.1.1 through S5.1.5, under the conditions prescribed in S6, when tested according to the procedures and in the sequence set forth in S7.

S5.1.1.1 In the first (preburnished) effectiveness test, the vehicle shall be capable of stopping from 30 mph and 60 mph within the corresponding distances specified in column I of table II.

S5.1.1.2 In the second effectiveness test, each vehicle with a GVWR of 10,000 pounds or less and each school bus with a GVWR greater than 10,000 pounds shall be capable of stopping from 30 mph and 60 mph, and each vehicle with a GVWR greater than 10,000 pounds (other than a school bus) shall be capable of stopping from 60 mph, within the corresponding distances specified in Column II of Table II. If the speed attainable in 2 miles is not less than 84 mph, a passenger car or other vehicle with a GVWR of 10,000 pounds or less shall also be capable of stopping from 80 mph within the corresponding distances specified in Column II of Table II.

S5.1.1.3 In the third effectiveness test the vehicle shall be capable of stopping at lightly loaded vehicle weight from 60 mph within the corresponding distance specified in column III of table II.

S5.1.1.4 In the fourth effectiveness test, a vehicle with a GVWR of 10,000 pounds or less shall be capable of stopping from 30 and 60 mph within the corresponding distances specified in column I of table II. If the speed attainable in 2 miles is not less than 84 mph, a passenger car, or other vehicle with a GVWR of 10,000 lbs., or less, shall also be capable of stopping from 80 mph within the corresponding distance specified in column I of table II.

If the speed attainable in 2 miles is not less than 99 mph, a passenger car shall, in addition, be capable of stopping from the applicable speed indicated below, within the corresponding distance specified in column I of table II.

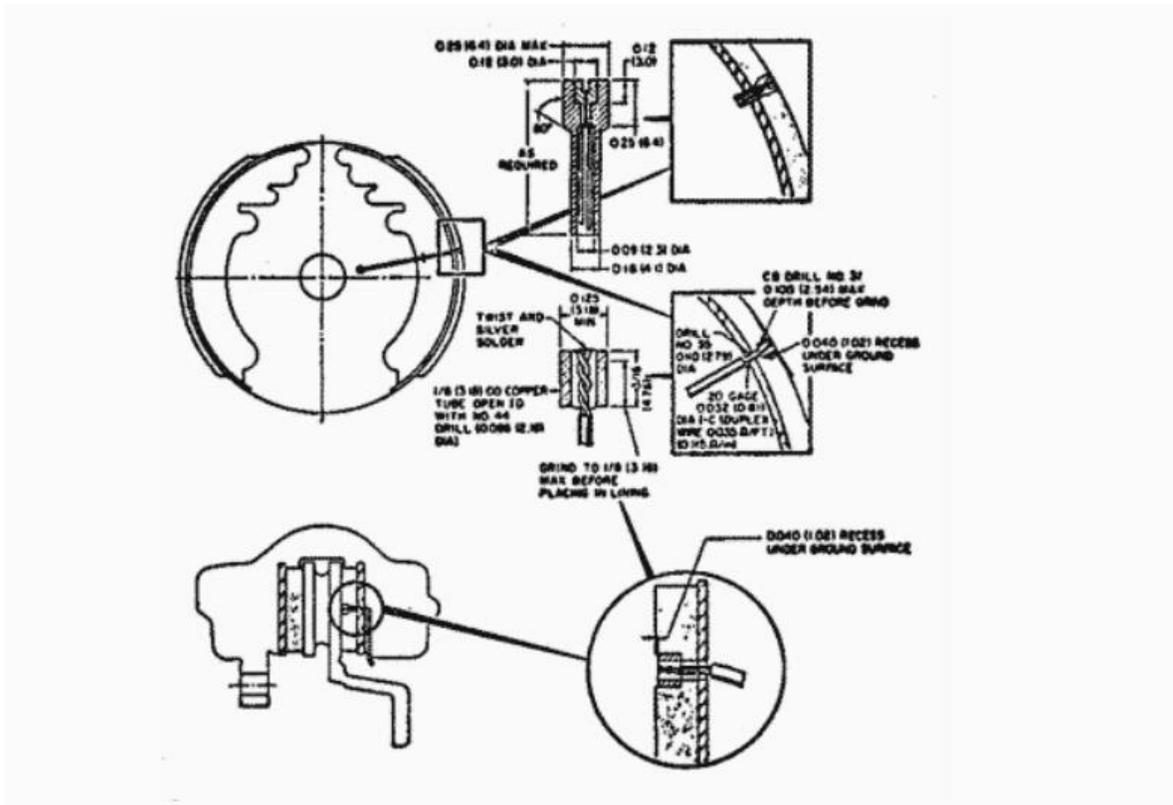
Normativa 49 CFR 571 No 105 sobre sistemas de frenos hidráulicos y eléctricos

Anexo 22:

Speed attainable in 2 miles (mph)	Required to stop from (mph)
Not less than 99 but less than 104	95
104 or more	100

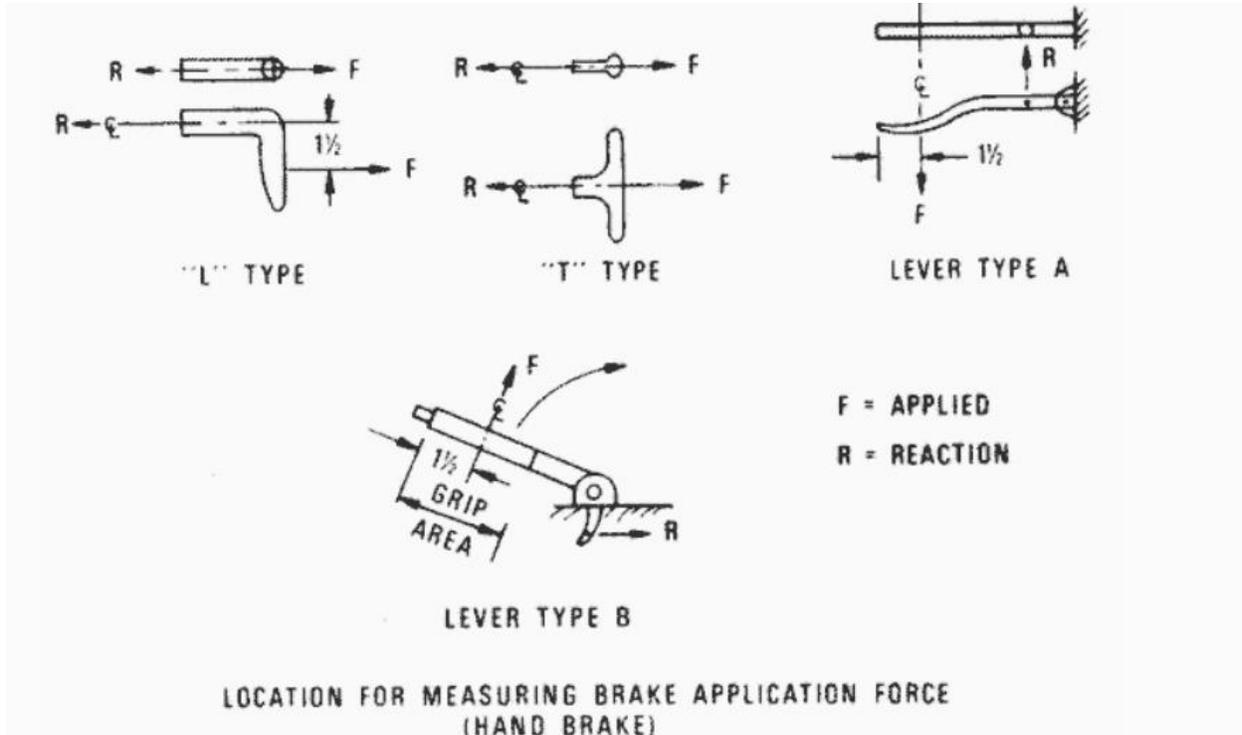
Tabla de la velocidad alcanzable en 2 millas y distancia obligada a detenerse.

Anexo 23:



Instalaciones típicas de termopar de enchufe.

Anexo 24:



Ubicación para medir la fuerza de aplicación del freno (freno de mano).

Anexo 25:

Sequence	Test load		Test procedure	Requirements
	Light	GVWR		
1. Instrumentation check			S7.2	
2. First (preburnish) effectiveness test		X	S7.3	S5.1.1.1
3. Burnish procedure		X	S7.4	
4. Second effectiveness test		X	S7.5(b)	S5.1.1.2
5. First reburnish		X	S7.6	
6. Parking brake	X	X	S7.7	S5.2
7. Stability and control during braking (braking-in-a-curve test)	X		S7.5(a)	S5.1.7
8. Third effectiveness (lightly loaded vehicle)	X		S7.8	S5.1.1.3
9. Partial failure	X	X	S7.9	S5.1.2
10. Inoperative brake power and power assist units		X	S7.10	S5.1.3
11. First fade and recovery		X	S7.11	S5.1.4
12. Second reburnish		X	S7.12	
13. Second fade and recovery		X	S7.13	S5.1.4
14. Third reburnish		X	S7.14	
15. Fourth effectiveness		X	S7.15	S5.1.1.4
16. Water recovery		X	S7.16	S5.1.5
17. Spike stops		X	S7.17	S5.1.6
18. Final inspection			S7.18	S5.6
19. Moving barrier test		X	S7.19	S5.2.2.3

Secuencia y requisitos del procedimiento de prueba de frenos

Anexo 26:

Table III—Inoperative Brake Power Assist and Brake Power Units

Stop No.	Average deceleration, FPSPS				Equivalent stopping distance, feet			
	Column 1—brake power assist		Column 2—brake power unit		Column 3—brake power assist		Column 4—brake power unit	
	(a)	(b) and (c)	(a)	(b) and (c)	(a)	(b) and (c)	(a)	(b) and (c)
1	16.0	14.0	16.0	13.0	242	277	242	298
2	12.0	12.0	13.0	11.0	323	323	298	352
3	10.0	10.0	12.0	10.0	388	388	323	388
4	9.0	8.5	11.0	9.5	431	456	352	409
5	8.0	7.5	10.0	9.0	484	517	388	431
6	7.5	6.7	9.5	8.5	517	580	409	456
7	¹ 7.0	¹ 6.0	9.0	8.0	554	646	431	484
8	NA	NA	8.5	7.5	NA	NA	456	517
9	NA	NA	8.0	7.0	NA	NA	484	554
10	NA	NA	7.5	6.5	NA	NA	517	596
11	NA	NA	¹ 7.0	¹ 6.0	NA	NA	554	646

Unidades de potencia de frenado y asistencia de frenado inoperativas

Anexo 27:

§ 571.135 Standard No. 135; Light vehicle brake systems.

- S1. **Scope.** This standard specifies requirements for service brake and associated parking brake systems.
- S2. **Purpose.** The purpose of this standard is to ensure safe braking performance under normal and emergency driving conditions.
- S3. **Application.** This standard applies to passenger cars manufactured on or after September 1, 2000 and to multi-purpose passenger vehicles, trucks and buses with a gross vehicle weight rating (GVWR) of 3,500 kilograms (7,716 pounds) or less, manufactured on or after September 1, 2002. In addition, at the option of the manufacturer, passenger cars manufactured before September 1, 2000, and multi-purpose passenger vehicles, trucks and buses with a GVWR of 3,500 kilograms (7,716 pounds) or less, manufactured before September 1, 2002, may meet the requirements of this standard instead of Federal Motor Vehicle No. 105, Hydraulic Brake Systems.

S4. **Definitions.**

Adhesion utilization curves means curves showing, for specified load conditions, the adhesion utilized by each axle of a vehicle plotted against the braking ratio of the vehicle.

Antilock brake system or ABS means a portion of a service brake system that automatically controls the degree of rotational wheel slip during braking by:

- (1) Sensing the rate of angular rotation of the wheels;
- (2) Transmitting signals regarding the rate of wheel angular rotation to one or more controlling devices which interpret those signals and generate responsive controlling output signals; and
- (3) Transmitting those controlling signals to one or more modulator devices which adjust brake actuating forces in response to those signals.

Backup system means a portion of a service brake system, such as a pump, that automatically supplies energy in the event of a primary brake power source failure.

Brake factor means the slope of the linear least squares regression equation best representing the measured torque output of a brake as a function of the measured applied line pressure during a given brake application for which no wheel lockup occurs.

Brake hold-off pressure means the maximum applied line pressure for which no brake torque is developed, as predicted by the pressure axis intercept of the linear least squares regression equation best representing the measured torque output of a brake as a function of the measured applied line pressure during a given brake application.

Brake power assist unit means a device installed in a hydraulic brake system that reduces the amount of muscular force that a driver must apply to actuate the system, and that, if inoperative, does not prevent the driver from braking the vehicle by a continued application of muscular force on the service brake control.

Brake power unit means a device installed in a brake system that provides the energy required to actuate the brakes, either directly or indirectly through an auxiliary device, with driver action consisting only of modulating the energy application level.

Braking ratio means the deceleration of the vehicle divided by the gravitational acceleration constant.

Electric vehicle or EV means a motor vehicle that is powered by an electric motor drawing current from rechargeable storage batteries, fuel cells, or other portable sources of electrical current, and which may include a non-electrical source of power designed to charge batteries and components thereof.

Electrically-actuated service brakes means service brakes that utilize electrical energy to actuate the foundation brakes.

Functional failure means a failure of a component (either electrical or mechanical in nature) which renders the system totally or partially inoperative yet the structural integrity of the system is maintained.

Hydraulic brake system means a system that uses hydraulic fluid as a medium for transmitting force from a service brake control to the service brake and that may incorporate a brake power assist unit, or a brake power unit.

Initial brake temperature or IBT means the average temperature of the service brakes on the hottest axle of the vehicle 0.32 km (0.2 miles) before any brake application.

Lightly loaded vehicle weight or LLVW means unloaded vehicle weight plus the weight of a mass of 180 kg (396 pounds), including driver and instrumentation.

Maximum speed of a vehicle or *V_{Max}* means the highest speed attainable by accelerating at a maximum rate from a standing start for a distance of 3.2 km (2 miles) on a level surface, with the vehicle at its lightly loaded vehicle weight, and, if an EV, with the propulsion batteries at a state of charge of not less than 95 percent at the beginning of the run.

Objective brake factor means the arithmetic average of all the brake factors measured over the twenty brake applications defined in S7.4, for all wheel positions having a given brake configuration.

Peak friction coefficient or PFC means the ratio of the maximum value of braking test wheel longitudinal force to the simultaneous vertical force occurring prior to wheel lockup, as the braking torque is progressively increased.

Pressure component means a brake system component that contains the brake system fluid and controls or senses the fluid pressure.

Regenerative braking system or RBS means an electrical energy system that is installed in an EV for recovering or dissipating kinetic energy, and which uses the propulsion motor(s) as a retarder for partial braking of the EV while returning electrical energy to the propulsion battery(s) or dissipating electrical energy.

Snub means the braking deceleration of a vehicle from a higher reference speed to a lower reference speed that is greater than zero.

Split service brake system means a brake system consisting of two or more subsystems actuated by a single control, designed so that a single failure in any subsystem (such as a leakage-type failure of a pressure component of a hydraulic subsystem except structural failure of a housing that is common to two or more subsystems, or an electrical failure in an electric subsystem) does not impair the operation of any other subsystem.

Stopping distance means the distance traveled by a vehicle from the point of application of force to the brake control to the point at which the vehicle reaches a full stop.

Variable brake proportioning system means a system that has one or more proportioning devices which automatically change the brake pressure ratio between any two or more wheels to compensate for changes in wheel loading due to static load changes and/or dynamic weight transfer, or due to deceleration.

Wheel lockup means 100 percent wheel slip.

S5. Equipment requirements.

S5.1. Service brake system. Each vehicle shall be equipped with a service brake system acting on all wheels.

S5.1.1. Wear adjustment. Wear of the service brakes shall be compensated for by means of a system of automatic adjustment.

S5.1.2. Wear status. The wear condition of all service brakes shall be indicated by either:

- (a) Acoustic or optical devices warning the driver at his or her driving position when lining replacement is necessary, or
- (b) A means of visually checking the degree of brake lining wear, from the outside or underside of the vehicle, utilizing only the tools or equipment normally supplied with the vehicle. The removal of wheels is permitted for this purpose.

S5.1.3 Regenerative braking system.

- (a) For an EV equipped with RBS, the RBS is considered to be part of the service brake system if it is automatically activated by an application of the service brake control, if there is no means provided for the driver to disconnect or otherwise deactivate it, and if it is activated in all transmission positions, including neutral.
- (b) For an EV that is equipped with both ABS and RBS that is part of the service brake system, the ABS must control the RBS.

S5.2. Parking brake system. Each vehicle shall be equipped with a parking brake system of a friction type with solely mechanical means to retain engagement.

S5.3. Controls.

S5.3.1. The service brakes shall be activated by means of a foot control. The control of the parking brake shall be independent of the service brake control, and may be either a hand or foot control.

Normativa 49 CFR 571 No 135 sistema de frenos de vehículos livianos.

Anexo 28:

Testing order	Section No.
Vehicle loaded to GVWR:	
1 Burnish	S7.1
2 Wheel lock sequence	S7.2
Vehicle loaded to LLVW:	
3 Wheel lock sequence	S7.2
4 ABS performance	S7.3
5 Torque wheel	S7.4
Vehicle loaded to GVWR:	
6 Torque wheel	S7.4
7 Cold effectiveness	S7.5
8 High speed effectiveness	S7.6
9 Stops with engine off	S7.7
Vehicle loaded to LLVW:	
10 Cold effectiveness	S7.5
11 High speed effectiveness	S7.6
12 Failed antilock	S7.8
13 Failed proportioning valve	S7.9
14 Hydraulic circuit failure	S7.10
Vehicle loaded to GVWR:	
15 Hydraulic circuit failure	S7.10
16 Failed antilock	S7.8
17 Failed proportioning valve	S7.9
18 Power brake unit failure	S7.11
19 Parking brake	S7.12
20 Heating Snubs	S7.13
21 Hot Performance	S7.14
22 Brake cooling	S7.15
23 Recovery Performance	S7.16
24 Final Inspection	S7.17

Secuencia de prueba en carretera.

<https://www.ecfr.gov/current/title-49/subtitle-B/chapter-V/part-571>

Anexo 29:



ESQUEMA 1

DE NORMA IRAM ISO 21069-1

**Vehículos de carretera – Ensayo de sistemas de frenado de
vehículos con una masa total máxima autorizada por sobre 3,5 t
usando frenómetros a rodillos.**

Parte 1- Sistemas de frenado neumático

Road vehicles — Test of braking systems
on vehicles with a maximum authorized
total mass of over 3,5 t using a roller brake tester
Part 1: Pneumaticbrakingsystems

**LAS OBSERVACIONES DEBEN
ENVIARSE CON EL FORMULARIO DE LA
ETAPA DE DISCUSIÓN PÚBLICA**

Vehículos de carretera – Ensayo de sistemas de frenado de vehículos con una masa total máxima autorizada por sobre 3,5 t usando frenómetros a rodillos.

Parte 1 - Sistemas de frenado neumático

0 INTRODUCCIÓN

La actual Regulación N° 13 UNECE, cubre solo algunos aspectos de la Inspección Técnica Periódica de vehículos usados. Con el objeto de cumplimentar los requerimientos de la Regulación N° 13 UNECE, parágrafo 5.1.4, la IRAM ISO 21069 esta destinada a cubrir las mediciones periódicas de eficiencia de frenado de vehículos en servicio.

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta parte de la IRAM ISO 21069 especifica un ensayo en frenómetros para determinar la eficiencia de frenado de los vehículos de carretera teniendo una masa total máxima autorizada (código ISO-MO8) definida en la ISO 1176 de más de 3,5 t de categorías M2, M3, N2, N3, O3 y O4 como se define en Resolución Consolidada de construcción de vehículos UNECE R.E.3 y equipados con sistemas de frenos de potencia de aire (neumáticos). También aplicable a sistemas de frenado electrónicos (EBS), cuyo propósito es asegurar resultados comparables de diferentes frenómetros de rodillos que conduce a una evaluación fiable de la eficiencia del freno de servicio que se llevan a cabo sobre los mismos.

2 DOCUMENTOS NORMATIVOS PARA CONSULTA

Todo documento normativo que se menciona a continuación es indispensable para la aplicación de este documento.

Cuando en el listado se mencionan documentos normativos en los que se indica el año de publicación, significa que se debe aplicar dicha edición. En caso contrario, se debe aplicar la edición vigente, incluyendo todas sus modificaciones.

ISO 611 - *Road vehicles — Braking of automotive vehicles and their trailers — Vocabulary*

ISO 1176 - *Road vehicles — Masses — Vocabulary and codes*

ISO 3833 - *Road vehicles — Types — Terms and definitions*

ECE Regulation No. 13:1996, *Uniform Provisions Concerning the Approval of Vehicles of Categories M, N and O with regard to braking*, incluyendo los suplementos del 1 al 5 de la serie de 9 enmiendas.

UNECE R.E.3:1997, *Consolidated Resolution on the Construction of Vehicles*

3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para el propósito de este documento, se aplican los términos y definiciones dados en ISO 611, ISO 1176, ISO 3833 y los siguientes:

3.1 fuerza de frenado. Fuerza entre el neumático y los rodillos en rotación, producida en la banda de rodadura del neumático durante el frenado, la cual se opone a la fuerza generada en la interfase por el frenómetro de rodillos con el objeto de producir una rotación de la rueda.

3.2 fuerza de frenado de referencia. Fuerza de frenado en un eje generada en la banda de rodadura del neumático sobre un frenómetro de rodillos, en relación a la presión del actuador de freno.

NOTA 1. Las fuerzas de frenado de referencia son establecidas por el fabricante cubriendo la eficiencia de frenos del vehículo para el propósito de la revisión técnica y lo declarado en el momento de la homologación.

¹United Nations Economic Commission for Europe

Esquema 1 IRAM AITA-ISO 21069-1:2014

NOTA 2. Esta información es provista en forma gráfica o tabular, comenzando a una presión del actuador del freno de 100 kPa (1 bar) y aumentando en incrementos de no mayores que 100 kPa hasta la presión generada para satisfacer la condición Tipo O de carga para cada eje.

3.3 diferencia de fuerza de frenado.Diferencia en las fuerzas de frenado, medida con las ruedas rotando, entre frenos en un eje.

NOTA. Se expresa como un porcentaje de la fuerza mayor.

3.4 variación de la fuerza de frenado.Diferencia entre los valores máximo y mínimo de las fuerzas de frenado, medida en una revolución de la rueda con una fuerza constante aplicada.

NOTA. Se expresa como un porcentaje de la fuerza media de frenado.

3.5 frenómetro de rodillos.Máquina de medición que conste de dos pares de rodillos motorizados usado para la evaluación de la performance de frenado de vehículos.

NOTA. La evaluación es llevada a cabo por medición de la fuerza de frenado entre neumáticos y rodillos conductores por cada rueda/rueda dual, en forma independiente o simultánea, mientras las ruedas de un eje del vehículo son conducidas y soportadas por los rodillos.

NOTA IRAM. Se entiende como "performance de frenado" a la "prestación del sistema de frenos", según la Ley de Tránsito 24449 Decreto 779.

4 SÍMBOLOS

Símbolo	Significado	Unidad
F_{0i}	Fuerza de frenado extrapolada a la presión del actuador de freno p_{0i}	N
$\sum F_{0i}$	Suma de todas las F_{0i} de todos los ejes	N
F_{0i}	Fuerza de frenado en la circunferencia de neumáticos de un eje i a la presión del actuador de freno p_{0i}	N
F_i	Fuerza de frenado en la circunferencia de neumáticos de un eje i	N
F_{Li}	Fuerza de frenado en la circunferencia de neumáticos de un eje i a la presión del actuador de freno p_{Li}	N
F_{Ni}	Reacción normal estática total de la superficie de rodadura sobre todas las ruedas de una unidad automotor o F_{Ni} correspondiente a F_i	N
F_{Nmax}	F_{Ni} Máximo permisible	N
F_R	Reacción Normal estática total de la superficie de rodadura sobre todas las ruedas de una unidad remolcada	N
F_{Rmax}	Reacción normal estática máxima permisible de un vehículo remolcado totalmente cargado	N
p_{Ni}	Presión del actuador de frenado sobre un eje i	kPa*
p_{0Ni}	Alta presión aplicable al actuador de frenado en eje i	kPa*
p_{0i}	Mínima Presión de diseño del actuador de frenado de un vehículo cargado en eje i (para el propósito de extrapolación)	kPa*
p_{Li}	Baja presión de actuador de frenado en eje i	kPa*
z	Relación de frenado	---
z_{Mad}	Relación de frenado de un vehículo motorizado cargado	---
z_{Rad}	Relación de frenado de un vehículo remolcado cargado	---
NOTA 1 Todas las mediciones son realizadas con vehículo estacionado		
NOTA 2 Los subíndices i indican ejes 1,2,3...n.		
* 1 kPa = 0,01 bar ; 1 bar = 0,1 MPa = 10 ⁵ Pa; 1 Mpa = 1 N/mm ²		

5 CONDICIONES DE ENSAYO Y EVALUACIONES

5.1 Generalidades

Las características de los frenómetros a rodillos se encuentran especificadas en el Anexo A.

El ensayo de eficiencia para los sistemas de frenado se debe llevar a cabo con referencia a lo siguiente:

- a) requerimientos legales,

b) datos provistos por el fabricante del vehículo,

c) manual de instrucciones del frenómetro a rodillos.

5.2 Preparación del vehículo y frenómetro a rodillos

5.2.1 Los rodillos y neumáticos deben estar limpios.

5.2.2 La presión de neumático se debe ajustar de acuerdo a las recomendaciones del fabricante del vehículo.

5.2.3 Instrumentación adicional puede medir la carga estática del eje con los rodillos detenidos.

5.2.4 El ensayo de frenado para el propósito de inspección oficial del vehículo, se debe llevar a cabo sobre frenómetros a rodillos certificados por el servicio técnico. Los datos del vehículo y los valores medidos deben ser registrados con las ruedas girando hacia adelante.

5.2.5 La unidad con sistema de eje motriz múltiple permanente debe ser evaluada sobre frenómetros a rodillos especiales que poseen las características para ensayar ejes de tales sistemas.

5.3 Cálculos y evaluación de los datos de ensayo.

5.3.1 Cálculo de la eficiencia de frenado. Las mediciones registradas de las fuerzas de frenado son usadas para calcular la relación de frenado del vehículo, teniendo en cuenta los parámetros del vehículo y la máxima carga a la cual se le permite operar.

El ensayo de frenado puede ser llevado a cabo total o parcialmente cargado a una presión menor del actuador asumiendo que las fuerzas de frenado se incrementan en forma predecible con el aumento de presión.

La presión de actuador y la fuerza de frenado deben ser determinadas simultáneamente y en tiempo real.

Se puede utilizar una extrapolación de las fuerzas de salida del freno para predecir la relación de frenado bajo carga. Esto se puede lograr mediante uno de los métodos de extrapolación dados en 5.3.3.

El método más confiable de medición para las fuerzas de frenado es con el vehículo totalmente cargado. En el caso en que esta condición no se pueda practicar, se pueden aplicar los métodos de medición predictivos multipunto, dos puntos o un punto. En tales casos, es importante considerar los prerrequisitos siguientes:

- a) un mínimo del 30 % de la presión de diseño del actuador de freno debe lograrse por una carga adecuada, peso muerto sobre el eje o simulación de carga.
- b) se recomienda que los puntos de medición (el primer punto al comienzo y el punto de corte) sean lo más alejados posible entre sí (método multipunto y método de dos puntos) para asegurar el correcto gradiente del gráfico (presión vs. fuerza).
- c) si uno de estos métodos no es aplicable, se permite utilizar el método de medición de un punto con el prerrequisito adicional siguiente: el punto de inicio, fijado en 40 kPa, no se debe incrementar, porque se supone que un aumento en la fuente de error; este punto de inicio se debe controlar previo a la medición.

Si se prescribe en los requisitos nacionales pertinentes, la resistencia a la rodadura puede ser tratada en consecuencia..

5.3.2 Determinación de la fuerza de frenado o de la relación de frenado. La fuerza de frenado o alternativamente la relación de frenado (máxima fuerza de frenado/carga vertical en la rueda) se debe determinar por:

- a) cada rueda individualmente,
- b) cada eje individualmente.

5.3.3 Métodos de determinación.

5.3.3.1 Método de referencia de la fuerza de frenado. Las fuerzas de frenado medidas y las presiones del actuador correspondientes, deben ser comparadas con las fuerzas de frenado de referencia para el propósito de su evaluación.

5.3.3.2 Método de medición cargado. La relación de frenado debe ser determinada directamente por medición de las fuerzas de frenado del vehículo en la condición de cargado. La relación de frenado bajo carga no requiere extrapolación, esta dado simplemente por las ecuaciones siguientes:

$$z_{Mlad} = \frac{\sum F_i}{F_{Mmax}}$$

en el caso de un vehículo motorizado;

$$z_{Rlad} = \frac{\sum F_i}{F_{Rmax}}$$

en el caso de un vehículo remolcado.

5.3.3.3 Método de medición de un punto. Este es un método de extrapolación que requiere sólo una medición de fuerza de frenado por cada rueda/eje. El ensayo se debe llevar a cabo con las mayores fuerzas de frenado posibles y con la correspondiente presión del actuador de freno por debajo del límite de bloqueo de las ruedas. Esto genera las fuerzas de frenado máximas sin exceso de deslizamiento de las ruedas sobre los rodillos y sin daños en los neumáticos.

Durante la prueba de cada eje, se debe alcanzar como mínimo el 30% de la presión de diseño del actuador de freno por la carga normal del eje o cargando adecuadamente el vehículo o una simulación de la carga. Esto es importante para la fiabilidad de la fuerza de frenado calculada. Algunos requerimientos nacionales pueden exigir alcanzar un porcentaje mayor. La medición de un punto es posible, si el punto de inicio se estandariza a 40 kPa y esto se asume como un valor fijo para todo el umbral de presión de freno. Las fuerzas de frenado medidas en cada eje deben ser entonces extrapoladas a la mínima presión de diseño p_{ALi} . La relación de frenado del vehículo cargado esta dada por la ecuación siguiente:

$$z_{Mlad} = \frac{\sum F_{Bi}}{F_{Mmax}}$$

en el caso de un vehículo motorizado;

$$z_{Rlad} = \frac{\sum F_{Bi}}{F_{Rmax}}$$

en el caso de un vehículo remolcado.

En estas ecuaciones

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

donde

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

5.3.3.4 Método de medición de dos puntos. El punto de inicio no está normalizado. La fuerza de frenado se debe medir a una baja presión del actuador de freno, un poco por encima del límite donde se puede medir la fuerza de frenado. La segunda medición (principal) se debe efectuar usando la mayor fuerza de frenado aplicable, con la correspondiente presión de actuador por debajo del límite de bloqueo de las ruedas. Ver 5.4 b).

Nuevamente, las fuerzas de frenado medidas en cada eje deben ser extrapoladas hasta la mínima presión de diseño. Para un cálculo correcto, se debe lograr por lo menos el 30 % de la presión de diseño del actuador de freno mediante la carga adecuada del eje o simulación de carga.

NOTA IRAM. La presión mínima de diseño se refiere a la P_{max} .

La relación de frenado de un vehículo cargado está dada por z_{Minc} o z_{Rinc} usando las ecuaciones en 5.3.3.3, siendo

$$F_{Bi} = F_{Hi} + R_{fi}(P_{ALadi} - P_{AHi})$$

donde

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

5.3.3.5 Métodos alternativos de medición multipunto y cálculos. La relación de frenado de un vehículo cargado puede también ser alcanzada por extrapolación de mediciones múltiples de las fuerzas de frenado y las presiones del actuador usando métodos numéricos de los cuadrados mínimos.

5.4 Presentación de Resultados

El informe de ensayo debe contener los datos siguientes:

Esquema 1 IRAM AITA-ISO 21069-1:2014

a) información general:

- 1) fabricante o marca del vehículo;
- 2) categoría del vehículo;
- 3) modelo de vehículo y neumático;
- 4) número de identificación del vehículo (VIN);
- 5) número de ejes;
- 6) configuración de ejes (multi-eje, bogie);
- 7) carga total máxima autorizada;
- 8) máxima carga estática sobre el eje;
- 9) sistema de freno de servicio.

b) resultados de ensayo:

- 1) fuerza de frenado total medida;
- 2) fuerza de frenado de referencia o relación de frenado;
- 3) presión de actuador de freno por cada rueda/eje;
- 4) control de presión de línea;
- 5) diferencia de frenado en cada eje;
- 6) ovalización en cada rueda por eje;
- 7) esquema del frenómetros a rodillos;
- 8) fabricante del frenómetros de rodillos;
- 9) modelo del frenómetros de rodillos;
- 10) versión del software;
- 11) número de serie-

Los resultados del ensayo deben ser "satisfactorios" si el mínimo prescrito para la eficiencia de freno de servicio establecida en la Regulación ECE N° 13:1996, anexo 4, párrafo 2.1.1 para vehículos motorizados, ó 3.1.2.1 para remolques, se puede predecir justificadamente para el vehículo cargado con la mínima presión de diseño (ver Regulación ECE N° 13:1996, párrafo 5.1.4.5.2). Para las pruebas de frenado sobre rodillos, es aceptable una velocidad mucho menor.

NOTA IRAM. El párrafo anterior se refiere a que en el caso de poder predecir justificadamente que el vehículo alcance la máxima exigencia de frenado para el cual fue diseñado y aprobado (según LCM), el resultado del ensayo debe ser exitoso.

Anexo A

(Normativo)

Requerimientos técnicos de frenómetros a rodillos**A.1 Características técnicas**

A.1.1 Basado en la capacidad máxima de carga del eje que puede alojar, los frenómetros a rodillos pueden ser construidos en varios tamaños, el más grande está clasificado para los ejes con una masa de hasta 13000 kg. La capacidad máxima de carga por eje es un requerimiento para la medición de la fuerza máxima de frenado, dando la capacidad de ensayo a carga máxima. La máxima fuerza de frenado (F_{roll}), expresada en newtons, sobre cada rodillo está dada por la ecuación (A.1):

$$F_{roll} = \frac{1}{2} m \times g \times \mu$$

siendo

m la carga máxima del eje expresada en kg;

g = 10 m/ s²;

μ es el coeficiente de rozamiento entre rodillo y neumático.

A.1.2 El diámetro de los rodillos no debe ser menor que 200 mm, exceptuando el caso de frenómetros sobre piso, pero el diámetro de los mismos no debe ser menor que 150 mm.

A.1.3 La longitud de cada rodillo no debe ser menor que 900 mm.

A.1.4 La distancia entre rodillos debe ser tal que permita ensayar a vehículos con neumáticos entre 530 mm y 1300 mm de diámetro.

A.1.5 Para lograr un punto de bloqueo a mayor fuerza de frenado/presión de actuador del eje en prueba, la altura de la superficie superior del rodillo trasero se puede incrementar a 40 mm, pero no más de 100 mm por encima del rodillo delantero.

Con el fin de probar un multi-eje (bogie), algunos rodillos pueden elevarse. La superficie superior de los rodillos traseros y, preferiblemente, también del rodillo delantero puede ser elevado 40 mm, pero no más de 100 mm por encima de la superficie del piso de prueba.

A.1.6 La superficie de los rodillos tractores debe tener un coeficiente de adhesión de como mínimo 0,7 en seco y 0,5 húmedo, ensayando con neumáticos de uso comercial en condición usado.

La adhesión efectiva se puede reducir por debajo de estos valores debido a la separación de los dos rodillos.

A.1.7 El equipo de ensayo debe ser capaz de operar a temperatura ambiente en el rango de como mínimo 5°C a 40 °C (opcionalmente por debajo de 5 °C).

A.1.8 En el caso de que sea necesario operar a una temperatura fuera de este rango, la temperatura ambiente debe ser controlada o bien debe usarse un frenómetro diseñado para condiciones más extremas.

A.1.9 La instalación y uso del equipamiento de frenómetro de rodillos debe cumplir con la legislación nacional de seguridad laboral. En ausencia de tales normas se aplica como mínimo lo siguiente:

- a) si la máquina está equipada con una función de arranque automático de los rodillos, los rodillos deben arrancar solo después de un retardo de 3 s o más luego que el eje ha sido ubicado en el frenómetro.
- b) se recomienda que esté provisto de una función de corte automático para evitar daño en los neumáticos.
- c) el ensayo se debe detener automáticamente si el deslizamiento detectado entre rodillo y neumático es mayor que $27\% \pm 3\%$.
- d) el rodillo tractor se debe detener automáticamente una vez que el eje sale del frenómetro.
- e) se debe estar provisto de una función que asegure que ambos pares de rodillos puedan arrancar solo si ambos están cargados simultáneamente por las ruedas del vehículo bajo ensayo.
- f) las fosas donde se instalan los frenómetros, deben estar equipadas con sistemas de seguridad a tal efecto.
- g) si es instalado sobre fosa, el frenómetro debe contar con una función de parada automática la cual detiene el rodillo tractor cuando una persona ingrese al área de peligro del mismo (la longitud todo el pozo o por lo menos 2,5 m de los rodillos en cualquier dirección).
- h) es obligatorio disponer de una función de parada de emergencia con botón ubicado en un lugar estratégico.
- i) se debe proveer de protección a los controles eléctricos/electrónicos y de transmisión contra interferencias electromagnéticas y cualquier otro disturbio.
- j) se deben adoptar disposiciones para evitar arranques involuntarios del motor tractor de rodillos.

A.2 Sistemas de medición, rangos y resoluciones

El rango de medición de las fuerzas de frenado por rueda debe concordar con la ecuación A.1. Los ejemplos están dados en la tabla A.1

Carga en el eje t	Fuerza de frenada máxima de diseño N
3	10 500
5	17 500
7	24 500
10	35 000
13	45 500

Tabla A.1 – Ejemplos de fuerza de frenado – Cargas en toneladas métricas

La resolución de pantalla debe ser de 100 N o mejor en el rango de hasta 5000 N, y de 500 N o mejor por encima de este límite. La pantalla debe ser fácilmente legible desde una posición normal de ensayo. Si está equipado con escala analógica, el diámetro no debe ser menor que 280 mm.

La pantalla de fuerza de frenado debe estar en cero si no hay un vehículo sobre los rodillos. Se recomienda que la resistencia a la rodadura de las ruedas del vehículo y a los rodillos medida con un vehículo de ensayo sobre los rodillos esté indicada como fuerza relativa al cero mecánico real y no debe ser tomada como base para una nueva puesta a cero.

Debe ser posible calibrar los sistemas de medición de fuerzas de frenado en el rango completo de medición, incluyendo la lectura de cero. Se debe proveer las instrucciones y medios para llevar esto a cabo.

Se recomienda que la velocidad de operación esté en el rango de 2 km/h a 6 km/h de velocidad tangencial del neumático. En todo el rango de medición de la fuerza de frenado, la velocidad del rodillo no debe caer por debajo del 75% de giro libre.

A.3 Precisión de los dispositivos de medición

A.3.1 Fuerza de frenado

Hasta los 5 000 N la precisión de la fuerza de frenado debe estar entre ± 100 N, por encima de 5 000 N debe ser $\pm 2\%$ del valor medido.

La diferencia entre las fuerzas de frenado izquierda y derecha no debe exceder el 2,5%, si se aplica la misma fuerza de frenado en ambos lados.

A.3.2 Carga vertical

Hasta 10 000 N, la fuerza vertical debe medirse con una tolerancia de ± 300 N; por encima de 10 000 N, debe ser $\pm 3\%$ del valor medido.

A.3.3 Presión de aire comprimido

El actuador de freno y su presión de entrada deben ser medidos con instrumentos calibrados.

Hasta 500 kPa, la tolerancia debe ser de ± 10 kPa, por encima de 500 kPa, y debe ser $\pm 2\%$ del valor medido.

A.4 Recolección de datos

Se deben registrar las medidas de los parámetros siguientes:

- a) fuerza de frenada por rueda;
- b) resistencia a la rodadura de cada rueda más rodillo;
- c) ovalización por rueda;
- d) diferencia de frenado en el eje;
- e) presión en actuadores de frenado;
- f) presión de la línea de control en remolques.

NOTA. Para un procedimiento de inspección periódica del equipamiento y su documentación asociada, ver anexo B. Como alternativa se puede usar lo prescrito por la regulación nacional o internacional para la inspección y su documentación.

Anexo B
(Informativo)

Inspección periódica de equipamiento y su documentación

B.1 General

Se requiere realizar un control del frenómetro de rodillos en el momento de instalación y posteriormente al menos cada 2 años.

B.2 Inspección visual

B.2.1 Condición de la superficie de rodillo

Verificar la superficie del rodillo por irregularidades (zonas lisas, rugosas, desgaste) que puedan reducir el coeficiente de adhesión de acuerdo con A.1.6

B.2.2 Diámetro de rodillo

Verificar que el diámetro de rodillo permanezca de acuerdo a las tolerancias especificadas por el fabricante de la máquina.

B.2.3 Condición de los indicadores

Verificar el estado de los indicadores visuales analógicos y digitales, pantallas, lámparas y dispositivos de alarma acústica.

B.2.4 Conductor de la línea de presión y conexiones.

Asegurar que estén en buenas condiciones y no representen peligro para la seguridad.

B.2.5 Fundaciones del banco de frenos de rodillos.

Inspeccionar la fosa para los anclajes y los fundamentos de frenómetros de rodillos y el estado de limpieza.

B.2.6 Inspección de partes móviles

B.2.6.1 verificar el espacio libre de las partes móviles.

B.2.6.2 Inspeccionar por desgaste (cadenas, rodamientos etc.).

B.3 Inspección de todas las instalaciones de seguridad

B.3.1 Verificar que los rodillos de medición estén funcionando correctamente.

B.3.2 Verificar la operación de la función de corte por deslizamiento.

B.3.3 Verificar la operación de la función de parada de emergencia.

B.3.4 Inspeccionar el sistema de seguridad de fosa para una correcta operación.

B.4 Precisión de la medición

B.4.1 Generalidades

Llevar a cabo la calibración a los niveles de precisión especificados en A.3.

B.4.2 Fuerza de frenado

Recalibrar el sistema de medición de fuerza de frenado.

B.4.3 Carga vertical

Recalibrar el sistema de medición de fuerza vertical.

B.4.4 Dispositivo(s) de compresión de aire

Recalibrar los sistemas de medición de presión de aire

B.5 Documentación

Debe ser confeccionado un informe conteniendo los resultados de la inspección y ensayos, firmado por la persona que lo realizó.

Anexo C
(Informativo)

Integrantes del organismo de estudio

El estudio de esta norma ha estado a cargo del organismo respectivo, integrado en la forma siguiente:

Comité de

Integrante

Representa a:

TRAMITE

El estudio de este Esquema se realizó en las reuniones del AAAA-MM-DD (Acta N-AAAA), ..., ..., en la última de las cuales se lo aprobó como Esquema 1 y se dispuso su envío a Discusión Pública por el término de DD d.

Asimismo, en el estudio de este Esquema se han considerado los aspectos siguientes:

Aspectos	¿ SE HAN INCORPORADO ? Sí / No / No corresponde	Comentarios
Ambientales		
Salud		
Seguridad		

APROBADO SU ENVÍO A DISCUSIÓN PÚBLICA POR EL COMITÉ DE ENSAYOS DE SISTEMA DE FRENOS, EN SU SESIÓN DEL 14 DE MES DE AGOSTO DE 2014 (Acta 2-2014).

FIRMADO
Tec. Christian L. Gonzalez A.
Coordinador del comité

FIRMADO
Ing. Dario Lattanzi
Secretario del comité

FIRMADO
.....
Vº Bº Gerente de Mecánica

Normativa ISO 21069 Requerimientos tecnicos de frenometro y rodillo, Inspeccion periodica de equipamiento y documentacion.

<file:///C:/Users/Lenovo%20Laptop/Downloads/Norma%20IRAM%20ISO%2021069-1%20-%20Veh%C3%ADculos%20de%20Carretera.pdf>

Anexo 30:

ANNEX 3

BRAKING TESTS AND PERFORMANCE OF BRAKING SYSTEMS

1. BRAKING TESTS

1.1. General

1.1.1. The performance prescribed for braking systems is based on the stopping distance and the mean fully developed deceleration. The performance of a braking system shall be determined by measuring the stopping distance in relation to the initial speed of the vehicle and/or by measuring the mean fully developed deceleration during the test.

1.1.2. The stopping distance shall be the distance covered by the vehicle from the moment when the driver begins to actuate the control of the braking system until the moment when the vehicle stops; the initial speed shall be the speed at the moment when the driver begins to actuate the control of the braking system; the initial speed shall not be less than 98 per cent of the prescribed speed for the test in question.

The mean fully developed deceleration (d_m) shall be calculated as the deceleration averaged with respect to distance over the interval v_b to v_c , according to the following formula:

$$d_m = \frac{V_b^2 - V_c^2}{25,92 (s_c - s_b)}$$

Where:

v_o = initial vehicle speed in km/h,

v_b = vehicle speed at 0,8 v_o in km/h,

v_c = vehicle speed at 0,1 v_o in km/h,

s_b = distance travelled between v_o and v_b in metres,

s_c = distance travelled between v_o and v_c in metres.

The speed and distance shall be determined using instrumentation having an accuracy of ± 1 per cent at the prescribed speed for the test. The d_m may be determined by other methods than the measurement of speed and distance; in this case, the accuracy of the d_m shall be within ± 3 per cent.

1.2. For the approval of any vehicle, the braking performance shall be measured during road tests conducted in the following conditions:

1.2.1. The vehicle's condition as regards mass shall be as prescribed for each type of test and be specified in the test report;

1.2.2. The test shall be carried out at the speeds prescribed for each type of test; if the maximum design speed of a vehicle is lower than the speed prescribed for a test, the test shall be performed at the vehicle's maximum speed;

1.2.3. During the tests, the force applied to the brake control in order to obtain the prescribed performance shall not exceed the maximum force laid down;

- 1.2.4. The road shall have a surface affording good adhesion, unless specified otherwise in the relevant annexes;
- 1.2.5. The tests shall be performed when there is no wind liable to affect the results;
- 1.2.6. At the start of the tests, the tyres shall be cold and at the pressure prescribed for the load actually borne by the wheels when the vehicle is stationary;
- 1.2.7. The prescribed performance shall be obtained without locking of the wheels at speeds exceeding 15 km/h, without deviation of the vehicle from a 3,5 m wide lane, without exceeding a yaw angle of 15° and without abnormal vibrations;
- 1.2.8. For vehicles powered completely or partially by an electric motor (or motors), permanently connected to the wheels, all tests shall be carried out with these motor(s) connected;
- 1.2.9. For vehicles as described in paragraph 1.2.8 above, fitted with an electric regenerative braking system of category A, behaviour tests shall be carried out on a track with a low adhesion coefficient (as defined in paragraph 5.2.2 of Annex 6) at a speed equal to 80 per cent of the maximum speed but not exceeding 120 km/h, to check that stability is retained.
- 1.2.9.1. Moreover, for vehicles fitted with an electric regenerative braking system of category A, transient conditions as gear changes or accelerator control release shall not affect the behaviour of the vehicle in condition described in paragraph 1.2.9 above;
- 1.2.10. In the tests provided in paragraphs 1.2.9 and 1.2.9.1 above wheel locking is not allowed. However, steering correction is permitted if the angular rotation of the steering control is within 120° during the initial 2 seconds and not more than 240° in all;
- 1.2.11. For a vehicle with electrically actuated service brakes powered from traction batteries (or an auxiliary battery) which receive(s) energy only from an independent external charging system, these batteries shall, during braking performance testing, be at an average of not more than 5 per cent above that state of charge at which the brake failure warning prescribed in paragraph 5.2.20.5 of this Regulation is required to be given.
- If this warning is given, the batteries may receive some recharge during the tests, to keep them in the required state of charge range.
- 1.3. Behaviour of the vehicle during braking
- 1.3.1. In braking tests, and in particular in those at high speed, the general behaviour of the vehicle during braking shall be checked.
- 1.3.2. Behaviour of the vehicle during braking on a road on which adhesion is reduced shall meet the relevant requirements of Annex 5 and/or Annex 6 to this Regulation.
- 1.3.2.1. In the case of a braking system according to paragraph 5.2.7 of this Regulation where the braking for a particular axle (or axles) is comprised of more than one source of braking torque, and any individual source can be varied with respect to the other(s), the vehicle shall satisfy the requirements of Annex 5, or alternatively, Annex 6 under all relationships permitted by its control strategy⁽¹⁾.

⁽¹⁾ The manufacturer shall provide the Technical Service with the family of braking curves permitted by the automatic control strategy. These curves may be verified by the Technical Service.

- 1.4. Type-0 test (ordinary performance test with cold brakes)
- 1.4.1. General
- 1.4.1.1. The average temperature of the service brakes on the hottest axle of the vehicle, measured inside the brake linings or on the braking path of the disc or drum, is between 65 and 100 °C prior to any brake application.
- 1.4.1.2. The test shall be conducted in the following conditions:
- 1.4.1.2.1. The vehicle shall be laden, the distribution of its mass among the axles being that stated by the manufacturer; where provision is made for several arrangements of the load on the axles the distribution of the maximum mass among the axles shall be such that the mass on each axle is proportional to the maximum permissible mass for each axle;
- 1.4.1.2.2. Every test shall be repeated on the unladen vehicle; there may be, in addition to the driver, a second person on the front seat who is responsible for noting the results of the test;
- 1.4.1.2.3. In the case of a vehicle equipped with an electric regenerative braking system, the requirements depend on the category of this system:
- Category A. Any separate electric regenerative braking control which is provided, shall not be used during the Type-0 tests.
- Category B. The contribution of the electric regenerative braking system to the braking force generated shall not exceed that minimum level guaranteed by the system design.
- This condition is deemed to be satisfied if the state of charge of the batteries is in one of the following conditions:
- (a) At the maximum charge level recommended by the manufacturer, as listed in the vehicle specification; or
- (b) At a level not less than 95 per cent of the full charge level, where the manufacturer has made no specific recommendation; or
- (c) At a maximum level resulting from automatic charge control on the vehicle; or
- (d) When the tests are conducted without a regenerative braking component regardless of the state of charge of the batteries.
- 1.4.1.2.4. The limits prescribed for minimum performance, both for tests with the vehicle unladen and for tests with the vehicle laden, shall be those laid down hereunder; the vehicle shall satisfy both the prescribed stopping distance and the prescribed mean fully developed deceleration, but it may not be necessary to actually measure both parameters;
- 1.4.1.2.5. The road shall be level; unless otherwise specified each test may comprise up to six stops including any needed for familiarisation.
- 1.4.2. Type-0 test with engine disconnected, service braking in accordance with paragraph 2.1.1(A) of this annex.
- The test shall be carried out at the speed prescribed, the figures prescribed in this connection being subject to a certain margin of tolerance. The minimum performance prescribed shall be attained.
- 1.4.3. Type-0 test with engine connected, service braking in accordance with paragraph 2.1.1(B) of this annex.

- 1.4.3.1. The test shall be carried out with the engine connected, from the speed prescribed in paragraph 2.1.1(B) of this annex. The minimum performance prescribed shall be attained. This test is not run if the maximum speed of the vehicle is ≤ 125 km/h.
- 1.4.3.2. The maximum practical performance figures shall be measured, and the behaviour of the vehicle shall be in accordance with paragraph 1.3.2 of this annex. However, if the maximum speed of the vehicle is greater than 200 km/h, the test speed shall be 160 km/h.

1.5. Type-I test (fade and recovery test)

1.5.1. Heating procedure

- 1.5.1.1. The service brakes of all vehicles shall be tested by successively applying and releasing the brakes a number of times, the vehicle being laden, in the conditions shown in the table below:

Conditions			
v_1 (km/h)	v_2 (km/h)	Δt (sec)	n
80 % $v_{max} \leq 120$	0,5 v_1	45	15

Where:

v_1 = initial speed, at beginning of braking

v_2 = speed at end of braking

v_{max} = maximum speed of the vehicle

n = number of brake applications

Δt = duration of a braking cycle: time elapsing between the initiation of one brake application and the initiation of the next.

- 1.5.1.2. If the characteristics of the vehicle make it impossible to abide by the duration prescribed for Δt , the duration may be increased; in any event, in addition to the time necessary for braking and accelerating the vehicle, a period of 10 seconds shall be allowed in each cycle for stabilising the speed v_1 .
- 1.5.1.3. In these tests, the force applied to the control shall be so adjusted as to attain a mean deceleration of 3 m/s² during every brake application; two preliminary tests may be carried out to determine the appropriate control force.
- 1.5.1.4. During brake applications, the highest gear ratio (excluding overdrive, etc.) shall be continuously engaged.
- 1.5.1.5. For regaining speed after braking, the gearbox shall be used in such a way as to attain the speed v_1 in the shortest possible time (maximum acceleration allowed by the engine and gearbox).
- 1.5.1.6. For vehicles not having sufficient autonomy to carry out the cycles of heating of the brakes, the tests shall be carried out by achieving the prescribed speed before the first braking application and thereafter by using the maximum acceleration available to regain speed and then braking successively at the speed reached at the end of each 45 second cycle duration.

1.5.1.7. For vehicles equipped with an electric regenerative braking system of category B, the condition of the vehicle batteries at the start of the test, shall be such that the braking force contribution provided by the electric regenerative braking system does not exceed the minimum guaranteed by the system design. This requirement is deemed to be satisfied if the batteries are at one of the state of charge conditions as listed in paragraph 1.4.1.2.3 above.

1.5.2. Hot performance

1.5.2.1. At the end of the Type-I test (described in paragraph 1.5.1 of this annex) the hot performance of the service braking system shall be measured in the same conditions (and in particular at a mean control force no greater than the mean force actually used) as for the Type-0 test with the engine disconnected (the temperature conditions may be different).

1.5.2.2. This hot performance shall not be less than 75 (?) per cent of that prescribed, nor less than 60 per cent of the figure recorded in the Type-0 test with the engine disconnected.

1.5.2.3. For vehicles fitted with an electric regenerative braking system of category A, during brake applications, the highest gear shall be continuously engaged and the separate electric braking control, if any, not used.

1.5.2.4. In the case of vehicles equipped with an electric regenerative braking system of category B, having carried out the heating cycles according to paragraph 1.5.1.6 of this annex, the hot performance test shall be carried out at the maximum speed which can be reached by the vehicle at the end of the brake heating cycles, unless the speed specified in paragraph 2.1.1(A) of this annex can be reached.

For comparison, a later Type-0 test with cold brakes shall be repeated from this same speed and with a similar electric regenerative braking contribution, as set by an appropriate state of battery charge, as was available during the hot performance test.

Following the recovery process and test, further reconditioning of the linings shall be permitted before the test is made to compare this second cold performance with that achieved in the hot test, against the criteria of paragraph 1.5.2.2 or 1.5.2.5 of this annex.

The tests may be conducted without a regenerative braking component. In this case, the requirement on the state of charge of the batteries is not applicable.

1.5.2.5. In the case of a vehicle which satisfies the 60 per cent requirement specified in paragraph 1.5.2.2 of this annex, but which cannot comply with the 75 (?) per cent requirement of paragraph 1.5.2.2 of this annex, a further hot performance test may be carried out using a control force not exceeding that specified in paragraph 2 of this annex. The results of both tests shall be entered in the report.

1.5.3. Recovery procedure

Immediately after the hot performance test, make four stops from 50 km/h with the engine connected, at a mean deceleration of 3 m/s². Allow an interval of 1,5 km between the start of successive stops. Immediately after each stop, accelerate at maximum rate to 50 km/h and maintain that speed until making the next stop.

1.5.3.1. Vehicles equipped with an electrical regenerative braking system of category B may have their batteries recharged or replaced by a charged set, in order to complete the recovery procedure.

The procedures may be conducted without a regenerative braking component.

(?) This corresponds to a stopping distance of $0,1 v + 0,0080 v^2$ and a mean fully developed deceleration of 4,82 m/s².

1.5.4. Recovery performance

At the end of the recovery procedure, the recovery performance of the service braking system shall be measured in the same conditions as for the Type-0 test with the engine disconnected (the temperature conditions may be different), using a mean force on the control, which is not more than the mean control force used in the corresponding Type-0 test.

This recovery performance shall not be less than 70 per cent, nor more than 150 per cent, of the figure recorded in the Type-0 test with the engine disconnected.

1.5.4.1. For vehicles equipped with an electrical regenerative braking system of category B, the recovery test shall be made with no regenerative braking component, i.e. under the conditions of paragraph 1.5.4 above.

After the further reconditioning of the linings, a second repeat Type-0 test shall be made from the same speed and with no electric regenerative braking contribution as in the recovery test with the engine/motors disconnected, and comparison shall be made between these test results.

The recovery performance shall not be less than 70 per cent, nor more than 150 per cent of the figure recorded in this final repeat Type-0 test.

2. PERFORMANCE OF BRAKING SYSTEMS

2.1. Service braking system

2.1.1. The service brakes shall be tested under the conditions shown in the following table:

(A) Type-0 test with engine disconnected	v	100 km/h
	s ≤	0,1 v + 0,0060 v ² (m)
	d _m ≥	6,43 m/s ²
(B) Type-0 test with engine connected	v	80 % v _{max} ≤ 160 km/h
	s ≤	0,1 v + 0,0067 v ² (m)
	d _m ≥	5,76 m/s ²
	f	6,5-50 daN

Where:

v = test speed, in km/h

s = stopping distance, in metres

d_m = mean fully developed deceleration, in m/s²

f = force applied to foot control, in daN

v_{max} = maximum speed of the vehicle, in km/h

2.1.2. In the case of a motor vehicle authorised to tow an unbraked trailer, the minimum Type-0 performance of the combination shall not be less than 5,4 m/s² in both the laden and unladen conditions.

The combination performance shall be verified by calculations referring to the maximum braking performance actually achieved by the motor vehicle alone (laden) during the Type-0 test with the engine disconnected, using the following formula (no practical tests with a coupled unbraked trailer are required):

$$d_{M+R} = d_M \cdot \frac{P_M}{P_M + P_R}$$

Where:

d_{M+R} = calculated mean fully developed deceleration of the motor vehicle when coupled to an unbraked trailer, in m/s^2

d_M = maximum mean fully developed deceleration of the motor vehicle alone achieved during the Type-0 test with engine disconnected, in m/s^2

P_M = mass of the motor vehicle (laden)

P_R = maximum mass of an unbraked trailer which may be coupled, as declared by the motor vehicle manufacturer.

2.2. Secondary braking system

2.2.1. The performance of the secondary braking system shall be tested by the Type-0 test with the engine disconnected from an initial vehicle speed of 100 km/h and a force applied to the service brake control not less than 6,5 daN and not exceeding 50 daN.

2.2.2. The secondary braking system shall give a stopping distance not exceeding the following value:

$$0,1 v + 0,0158 v^2(m)$$

and a mean fully developed deceleration not less than $2,44 m/s^2$ (corresponding to the second term of the above formula).

2.2.3. The secondary braking effectiveness test shall be conducted by simulating the actual failure conditions in the service braking system.

2.2.4. For vehicles employing electric regenerative braking systems, the braking performance shall additionally be checked under the two following failure conditions:

2.2.4.1. For a total failure of the electric component of the service braking output.

2.2.4.2. In the case where the failure condition causes the electric component to deliver its maximum braking force.

2.3. Parking braking system

2.3.1. The parking braking system shall be capable of holding the laden vehicle stationary on a 20 per cent up or down gradient.

2.3.2. On vehicles to which the coupling of a trailer is authorised, the parking braking system of the motor vehicle shall be capable of holding the combination of vehicles stationary on a 12 per cent up or down gradient.

2.3.3. If the control device is manual, the force applied to it shall not exceed 40 daN.

- 2.3.4. If it is a foot control device, the force exerted on the control shall not exceed 50 daN.
- 2.3.5. A parking braking system which has to be actuated several times before it attains the prescribed performance is admissible.
- 2.3.6. To check compliance with the requirement specified in paragraph 5.2.2.4 of this Regulation, a Type-0 test shall be carried out, with the engine disconnected, at an initial test speed of 30 km/h. The mean fully developed deceleration on application of the control of the parking brake system and the deceleration immediately before the vehicle stops, shall not be less than 1,5 m/s². The test shall be carried out with the laden vehicle. The force exerted on the braking control device shall not exceed the specified values.
3. RESPONSE TIME
- 3.1. Where a vehicle is equipped with a service braking system which is totally or partially dependent on a source of energy other than the muscular effort of the driver, the following requirements shall be satisfied:
- 3.1.1. In an emergency manoeuvre, the time elapsing between the moment when the control device begins to be actuated and the moment when the braking force on the least favourable placed axle reaches the level corresponding to the prescribed performance shall not exceed 0,6 seconds;
- 3.1.2. In the case of vehicles fitted with hydraulic braking systems, the requirements of paragraph 3.1.1 above are considered to be satisfied if, in an emergency manoeuvre, the deceleration of the vehicle or the pressure at the least favourable brake cylinder, reaches a level corresponding to the prescribed performance within 0,6 seconds.
-

Pruebas de frenado y rendimiento del sistema de frenado.

Anexo 31:

ANNEX 5

DISTRIBUTION OF BRAKING AMONG THE AXLES OF VEHICLES

1. GENERAL

Vehicles which are not equipped with an anti-lock system as defined in Annex 6 to this Regulation shall meet all the requirements of this annex. If a special device is used, this shall operate automatically.

2. SYMBOLS

i = axle index ($i = 1$, front axle;
 $i = 2$, rear axle)

P_i = normal reaction of road surface on axle i under static conditions

N_i = normal reaction of road surface on axle i under braking

T_i = force exerted by the brakes on axle i under normal braking conditions on the road

f_i = T_i/N_i , adhesion utilised by axle i (*)

J = deceleration of the vehicle

g = acceleration due to gravity: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

z = braking rate of vehicle = J/g

P = mass of vehicle

h = height of centre of gravity specified by the manufacturer and agreed by the Technical Services conducting the approval test

E = wheelbase

k = theoretical coefficient of adhesion between tyre and road

3. REQUIREMENTS

3.1.(A) For all states of load of the vehicle, the adhesion utilisation curve of the rear axle shall not be situated above that for the front axle (*) for all braking rates between 0,15 and 0,8.

3.1.(B) For k values between 0,2 and 0,8 (*):

$$z \geq 0,1 + 0,7 (k - 0,2) \text{ (see diagram 1 of this annex)}$$

(*) 'Adhesion utilisation curves' of a vehicle means curves showing, for specified load conditions, the adhesion utilised by each axle i plotted against the braking rate of the vehicle.

(**) The provisions of paragraph 3.1 do not affect the requirements of Annex 3 to this Regulation relating to the braking performance. However, if, in tests made under the provisions of paragraph 3.1, braking performances are obtained which are higher than those prescribed in Annex 3, the provisions relating to the adhesion utilisation curves shall be applied within the areas of diagram 1 of this annex defined by the straight lines $k = 0,8$ and $z = 0,8$.

- 3.2. In order to verify the requirements of paragraph 3.1 of this annex, the manufacturer shall provide the adhesion utilisation curves for the front and rear axles calculated by the formulae:

$$f_1 = \frac{T_1}{N_1} = \frac{T_1}{P_1 + z \cdot \frac{h}{E} \cdot P \cdot g}$$

$$f_2 = \frac{T_2}{N_2} = \frac{T_2}{P_2 - z \cdot \frac{h}{E} \cdot P \cdot g}$$

The curves shall be plotted for both the following load conditions:

- 3.2.1. Unladen, in running order with the driver on board;
- 3.2.2. Laden; where provision is made for several possibilities of load distribution, the one whereby the front axle is the most heavily laden shall be the one considered;
- 3.2.3. For vehicles fitted with an electric regenerative braking system of category B, where the electric regenerative braking capacity is influenced by the electric state of charge, the curves shall be plotted by taking account of the electric braking component under the minimal and maximum conditions of delivered braking force. This requirement is not applicable if the vehicle is equipped with an anti-lock device which controls the wheels connected to the electric braking then the requirements of Annex 6 to this Regulation shall apply.

4. REQUIREMENTS TO BE MET IN CASE OF FAILURE OF THE BRAKING DISTRIBUTION SYSTEM

When the requirements of this annex are fulfilled by means of a special device (e.g. controlled mechanically by the suspension of the vehicle), it shall be possible, in the event of the failure of its control (e.g. by disconnecting the control linkage), to stop the vehicle under the conditions of the Type-0 test with the engine disconnected to give a stopping distance not exceeding $0,1 v + 0,0100 v^2$ (m) and a mean fully developed deceleration not less than $3,86 \text{ m/s}^2$.

5. VEHICLE TESTING

During the type-approval testing of a vehicle, the technical service shall verify conformity with the requirements contained in the present annex, by carrying out the following tests:

5.1. Wheel-lock sequence test (see Appendix 1)

If the wheel-lock sequence test confirms that the front wheels lock before or simultaneously with the rear wheels, conformity with paragraph 3 of this annex has been verified and testing is complete.

5.2. Additional tests

If the wheel-lock sequence test indicates that the rear wheels lock before the front wheels, then the vehicle:

(a) Will be subjected to additional testing, as follows:

(i) Additional wheel-lock sequence tests; and/or

(ii) Torque wheel tests (see Appendix 2) to determine brake factors to generate adhesion utilisation curves; these curves shall satisfy the requirements in paragraph 3.1(A) of this annex.

(b) May be refused type-approval.

5.3. The results of the practical tests shall be appended to the type-approval report.

6. CONFORMITY OF PRODUCTION
- 6.1. When checking vehicles for conformity of production, the Technical Services should follow the same procedures as for type-approval.
- 6.2. The requirements shall also be the same as for type-approval, except that in the test described in paragraph 5.2(a)(ii) of this annex, the rear axle curve shall lie below the line $z = 0,9 k$ for all braking rates between 0,15 and 0,8 (instead of meeting the requirement in paragraph 3.1(A) (see diagram 2)).

Diagram 1

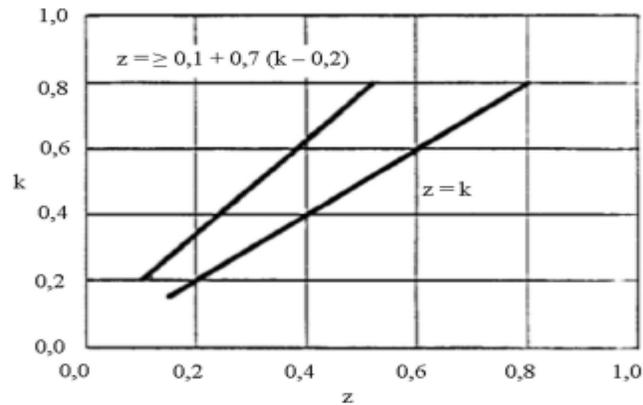
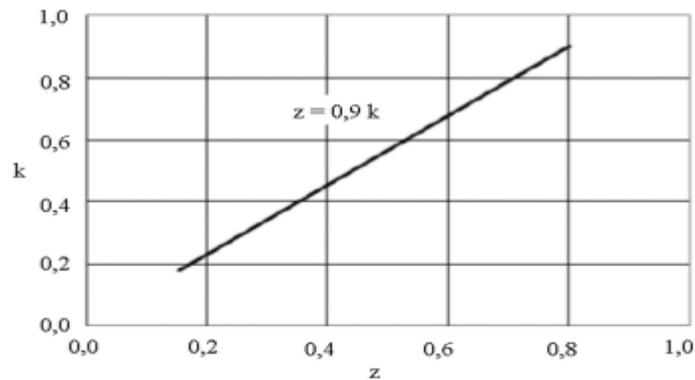


Diagram 2



Distribución de frenado entre los ejes del vehículo

[https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:42015X1222\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:42015X1222(01))

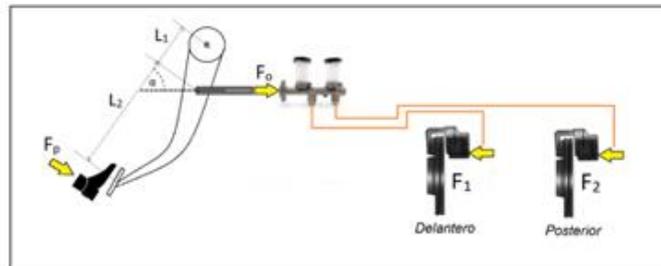
Anexo 32:

7. DISEÑO DE ELEMENTOS AUXILIARES QUE FACILITEN LA ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA DE FRENOS DE DISCO

7.1. Cálculos previos al diseño

7.1.1. Fuerza entre pastilla y disco

Figura 9. Diagrama del sistema de frenos de disco.



Fuente: Autores

En el caso de los frenos de disco, se realizó el mismo cálculo como en los frenos de tambores, por lo que se empleó las ecuaciones 7 y 8.

$$F_1 = \frac{F_0 \cdot A_1}{A_0}$$

$$F_1 = \frac{219,87N \cdot \frac{\pi(47mm)^2}{4}}{\frac{\pi(22,22mm)^2}{4}}$$

$$F_1 = 983,72N$$

$$F_{1delantero} = 1967,44 N$$

La fuerza presente en la parte delantera representa el 62% del total de la fuerza que es aplicada por los pistones de las mordazas delanteras y posteriores.

$$P_0 = P_2$$

$$\frac{F_0}{A_0} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$F_2 = \frac{F_0 * A_2}{A_0}$$

$$F_2 = \frac{219,87N * \frac{\pi(37mm)^2}{4}}{\frac{\pi(22,22mm)^2}{4}}$$

$$F_2 = 609,65N$$

$$F_{2posterior} = 1219,3N$$

De la misma manera en la parte trasera, representa el 38% del total de la fuerza aplicada. Este reparto es considerado como un reparto óptimo, debido a la repartición de cargas en el vehículo, lo cual no permitirán que el tren tanto delantero como posterior se bloqueen en una frenada, evitando el “efecto tijera” (Aparicio et al., 1995, p. 308).

Esta repartición de frenado se logra, debido a que el diámetro de la mordaza delantera es superior en 10 mm con respecto a la parte posterior, siendo éstos de 47 mm y 37 mm respectivamente, como se puede visualizar en la Figura 10. De esta manera se logra tener una fuerza mayor en el tren delantero.

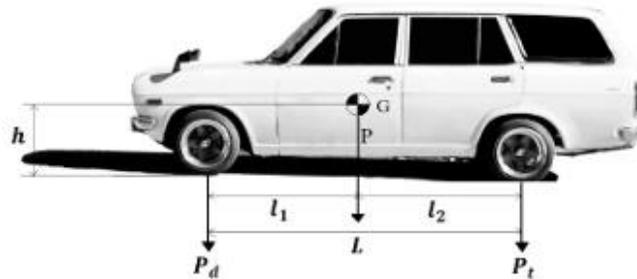
Figura 10. Medición de los pistones de las mordazas.



Fuente: Autores

7.1.2. Distribución de pesos estáticos

Figura 11. Cargas presentes en el vehículo Datsun 1200.



Fuente: Autores

Se hace uso de la Ecuación 2 para el peso del tren delantero, mientras que para la parte trasera se usa la Ecuación 3, como se observa a continuación:

$$D_{pd} = \frac{P_d}{P} \cdot 100 = \frac{4120.2N}{8142.3N} \cdot 100 = 50.6\%$$

$$D_{pt} = \frac{P_t}{P} \cdot 100 = \frac{4022.1N}{8142.3N} \cdot 100 = 49.6\%$$

Como se puede observar la distribución de pesos estáticos es casi similar, por lo que se considera que el vehículo tiene gran estabilidad en el momento de su circulación.

7.1.3. Centro de Gravedad:

Se realiza sumatoria de momentos, con respecto a la Figura 11.

$$\sum M_G = 0$$

$$P_t \cdot (2.3 - l_1) - P_d \cdot l_1 = 0$$

$$4022.1 \cdot (2.3 - l_1) - 4120.2 \cdot l_1 = 0$$

$$9250.83 - 4022.1 \cdot l_1 - 4120.2l_1 = 0$$

$$\frac{9250.83}{8142.3} = l_1$$

$$l_1 = \mathbf{1.136m}$$

l_1 es la distancia comprendida entre el eje delantero y el centro de gravedad; a su vez l_2 es la distancia del centro de gravedad con respecto al eje trasero.

$$l_2 = L - l_1$$

$$l_2 = 2.3m - 1.136m$$

$$l_2 = \mathbf{1.164m}$$

7.1.4. Fuerza de frenado

Para determinar las fuerzas de frenado, tanto del eje delantero como trasero se usó las fórmulas establecidas en (Aparicio et al., 1995, pp. 302-303), con un coeficiente de fricción neumático-suelo $\mu = 0.85$, debido a que se realiza las pruebas sobre asfalto seco. En el caso de la fuerza de frenado delantero, se calcula de la siguiente manera:

$$F_{fd} = \frac{\mu \cdot P}{L} [l_2 + \mu \cdot h] \quad (9)$$

$$F_{fd} = \frac{0.85 \cdot 8142.3}{2.3} [1.164 + 0.85 \cdot (0.45)]$$

$$\boxed{F_{fd} = 4653.6 \text{ N}}$$

$$\boxed{F_{fd\text{porrueda}} = 2326.79 \text{ N}}$$

Mientras para la fuerza de frenado trasero:

$$F_{ft} = \frac{\mu \cdot P}{L} [L_1 - \mu \cdot h] \quad (10)$$

$$F_{ft} = \frac{0.85 \cdot 8142.3}{2.3} [1.136 - 0.85 \cdot (0.45)]$$

$$F_{ft} = 1307.51 \text{ N}$$

$$F_{ft \text{ por rueda}} = 653.75 \text{ N}$$

7.2. Tren Delantero

Una vez seleccionada la mordaza y conociendo el diámetro del disco que se implementará, se observa los puntos de sujeción los cuales serán tomados en cuenta al momento de diseñar la placa en el software Autodesk Inventor que servirá como soporte para la estructura de la mordaza. Cabe recalcar que, para el diseño de estas placas de soporte, se realizó moldes de cartón, los mismos que nos permiten visualizar si los diseños coinciden con la parte física real.

Figura 12. Moldes de cartón tren delantero.



Fuente: Autores

Este es un paso muy importante para conocer el lugar exacto en donde se ubican los pernos de las mismas, a su vez visualizar si el contorno no roza con alguna otra superficie u elemento, como se

muestra en la Figura 12. Además, un dato muy importante es conocer la posición de los pernos que sujetarán a la placa en la mangueta, la misma que tendrá una forma igual a la indicada en la siguiente figura:

Figura 13. Diseño en Inventor en placa delantera.



Fuente: Autores

Esta placa tiene un espesor de 6 mm de acero ASTM A36, con un límite de elasticidad de 248.225 MPa y un módulo de Young de 199.959 GPa. Las propiedades del material se pueden conocer debido a las herramientas que posee Autodesk Inventor, las cuales son:

Tabla 4. Propiedades del material usado.

Nombre	Acero ASTM A36	
General	Densidad de masa	7,85 g/cm ³
	Límite de elasticidad	248,255 Mpa
	Resistencia máxima a tracción	399,9 Mpa
Tensión	Módulo de Young	199,959 Gpa
	Coefficiente de Poisson	0,3 su
	Módulo cortante	76,9073 Gpa

Fuente: Autores

Se escogió pernos que irán en los puntos de sujeción, los cuales son M10-1.25x25 elaborados con acero de medio carbono, templado y revenido; siendo una buena elección a la hora de realizar trabajos automotrices y en metal-mecánica. Posee una prueba de carga de 120000 PSI.

Figura 14. Pernos grado 8.



Fuente: Autores

En la siguiente tabla, se puede observar las características que presenta el perno de grado 8 seleccionado (Proyesa, 2018).

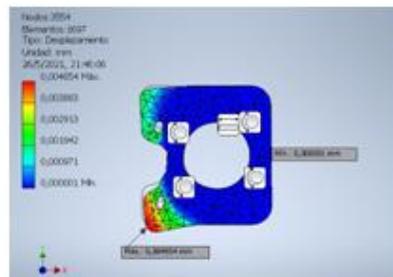
Tabla 5. Grados de dureza de pernos.

SAE: Society of Automotive Engineers			
NÚMERO DE GRADO	MATERIAL	CARGA DE PRUEBA (KPSI)	ESFUERZO DE RUPTURA (KSI)
0	Acero de bajo carbono o acero al carbono	55 - 33	74 - 60
5	Acero al carbono templado y revenido	85 - 74	120 - 105
8	Acero al carbono, aleado templado y revenido	120	150

Fuente: (Proyesa, 2018)

Seguidamente, en el mismo programa se ingresó las restricciones correspondientes en cada parte para su respectivo análisis, así como las cargas que deben soportar, después se efectuó un enmallado y la simulación.

Figura 15. Desplazamiento de placa delantera.



Fuente: Autores

Como se puede observar en la Figura 15 el desplazamiento de la placa, aplicando las cargas establecidas es inferior a 5 milésimas de milímetro en la zona más crítica, con un coeficiente de seguridad mínimo de 7.74 y con un máximo de 15.

7.3. Tren Posterior

Del mismo modo para el tren posterior se diseñó las placas en el software mencionado con anterioridad, teniendo en cuenta las mismas condiciones anteriores. Para lo cual se presentan los resultados a continuación:

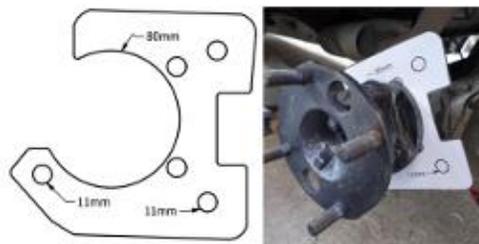
Figura 16. Diseño en Inventor de placa trasera.



Fuente: Autores

Previo al diseño en software se realizó moldes del mismo modo que en el tren delantero, los que permitieron observar que la ubicación sea la correcta y que no interfiera con otros componentes.

Figura 17. Moldes de cartón tren posterior.



Fuente: Autores

El material seleccionado y el proceso de simulado fue el mismo, obteniendo los siguientes resultados.

Figura 18. Desplazamiento de placa trasera.



Fuente: Autores

Como se puede observar, el desplazamiento máximo de esta placa con las cargas que actúan en la misma es menor a 3 milésimas de milímetro y en la mayor parte de la misma, el desplazamiento es nulo. Posee un coeficiente de seguridad mínimo de 15.

8. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE FRENOS DE DISCO

8.1. Bomba de freno

Inicialmente se realizó el reemplazo de la bomba de freno, por un cilindro maestro doble o en tándem, debido a que ésta genera dos circuitos hidráulicos de frenado de manera independiente en donde cada circuito se encargará de un par de ruedas, como se puede observar en el diagrama de la Figura 9. Este cambio se lo hizo con el fin de obtener una mayor fuerza entre la pastilla y el disco, ya que el émbolo tiene un mayor diámetro. Para esto se efectuaron cálculos los mismos que fueron realizados haciendo uso de la Ecuación 7 y 8.

Figura 19. Bomba de freno.



Fuente: Autores

Cabe recalcar que la bomba original, tenía un diámetro de 11/16 in a comparación de la nueva, la cual posee un diámetro de 7/8 in. Corroborando la justificación ya mencionada.

8.2. Tren delantero

Inmediatamente se procedió con el desarmado del sistema de tambor, posterior a ello se realizó el montaje de las placas realizas, las cuales cumplen la función de ser el soporte de las mordazas, esto se puede observar en la Figura 20:

Figura 20. Desarmado de frenos de tambor.



Fuente: Autores

Es importante mencionar que las placas cumplen la función de sostener fijamente a la mordaza con la mangueta del vehículo, es por eso que amerita ser analizada para que pueda cumplir su función y poder circular con mucha seguridad.

Figura 21. Montaje de placas delanteras.



Fuente: Autores

Posteriormente se realizó el armado de la mordaza conjuntamente con el cubo de la manzana, la cual tuvo que ser extraída para la instalación de la placa anterior. En esta parte también se realizó las pruebas de giro de la rueda para identificar posibles rozamientos entre la mordaza y el aro del vehículo Figura 22.

Figura 22. Pruebas de giro.



Fuente: Autores

Una vez armado el conjunto se procedió a la limpieza y pintado de los componentes para evitar posibles oxidaciones con el paso del tiempo.

Figura 23. Limpieza y pintado.



Fuente: Autores

Finalmente se puede observar cual es el resultado para el tren delantero, pasando de tener un sistema de tambor a un sistema de disco.

8.3. Tren posterior

Al igual que en la parte delantera el primer paso es retirar el sistema de tambor, para proceder a la implementación de la placa que soportará el conjunto de la mordaza.

Figura 24. Desmontaje del sistema de frenos de tambor.



Fuente: Autores

Una vez que se tenga la placa montada se procede a colocar la mordaza y el disco. Es aquí donde se realizan las respectivas pruebas de giro, en donde se puede visualizar el giro libre de la rueda con respecto a la mordaza.

Figura 25. Pruebas de giro tren posterior.



Fuente: Autores

Es importante realizar una limpieza y posterior a ello pintar la placa fabricada ya que de esta manera se evita la futura oxidación de estos materiales. A continuación, podremos observar del resultado de la implementación de este sistema.

Figura 26. Limpieza y pintado tren posterior.



Fuente: Autores

Una vez ya finalizado la modificación del sistema de frenos del vehículo se lleva a cabo las respectivas pruebas dinámicas en carretera, estas pruebas nos ayudaran a identificar la eficacia de frenado obtenida con este nuevo sistema y así poder concluir ya sea de manera positiva o negativa.

8.4. Pruebas de carretera con frenos de disco

Figura 27. Pruebas con frenos de disco.



Fuente: Autores

De la misma manera, se realizó pruebas de carretera una vez instalados los frenos de disco en el automóvil, ejecutando las acciones anteriores para obtener los valores en cada una de las pruebas realizadas. En donde a una velocidad de 60 km/h presentó una distancia media de frenado de 20.76 metros, las cuales comprenden un tiempo medio de frenado de 2.22 segundos, consiguiendo una eficacia de frenado que es igual a 76.21% y con una desviación estándar de la distancia y tiempo de 1.10 metros y 0.19 segundos respectivamente, como se observa en el Anexo D.

Seguidamente se procedió con una velocidad de 80 km/h se consiguió una distancia media de frenado de 31.81 metros con un tiempo medio de frenado de 3.04 segundos, además el sistema

Ejemplo práctico de implementación de frenos de disco en un vehículo MI y NI

<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21073>

