



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E
INDUSTRIAS**

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**PROPUESTA DE MANUAL PARA LA FABRICACIÓN Y
MONTAJE DEL SISTEMA DE FRENOS NEUMÁTICOS EN
SEMIRREMOLQUES DE FABRICACIÓN NACIONAL CON
REFERENCIA A NORMAS INTERNACIONALES.**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO AUTOMOTRIZ.**

ANDRÉS FRANCISCO CUENCA CAICEDO.

DIRECTOR: ING. SIMÓN HIDALGO.

Quito, junio 2016

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2016
Reservados todos los derechos de reproducción

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

PROYECTO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1723596050
APELLIDO Y NOMBRES:	CUENCA CAICEDO ANDRÉS FRANCISCO
DIRECCION:	CDLA. NUEVA AURORA. GIOVANNI BENÍTEZ OE2-86 Y S51A
EMAIL:	andres francis@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	2695782
TELÉFONO MÓVIL:	0998520046

DATOS DE LA OBRA	
TITULO:	PROPUESTA DE MANUAL PARA LA FABRICACIÓN Y MONTAJE DEL SISTEMA DE FRENOS NEUMÁTICOS EN SEMIRREMOLQUES DE FABRICACIÓN NACIONAL CON REFERENCIA A NORMAS INTERNACIONALES
AUTOR O AUTORES:	CUENCA CAICEDO ANDRÉS FRANCISCO
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	08 de Junio de 2016
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Ing. Simón Hidalgo Narváez
PROGRAMA	PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Automotriz
RESUMEN:	<p>El crecimiento significativo de la actividad de transporte pesado nacional ha contribuido al crecimiento de la industria constructora de semirremolques a nivel nacional, por otro lado la transformación de la matriz productiva que impulsa el gobierno nacional persigue realizar un cambio del patrón de especialización primario exportador y extractivo a un patrón en el cual predomine la producción diferenciada y con un importante valor agregado.</p> <p>La investigación realizada en varias industrias constructoras de la ciudad de Quito ha permitido conocer la realidad en la que se desarrolla la construcción de los semirremolques, los cuales se basan únicamente al conocimiento empírico adquirido de experiencias en construcción de semirremolques sin la aplicación de ningún tipo de proceso técnico que garantice una fabricación estandarizada y sujeta a normas de construcción.</p>

	<p>Países como México y Argentina consideran dentro de su legislación la creación de entidades que regulen tanto la producción como la verificación y circulación de semirremolques, para así garantizar la seguridad vial dentro de sus territorios.</p> <p>Se ha tomado como referencia a ciertas normativas referentes a la construcción y ensamble de los frenos neumáticos en semirremolques para ponerlos en práctica en el ámbito nacional con el afán de establecer procesos de construcción técnicos que garanticen seguridad para todos quienes intervienen en el tránsito nacional así como también la homogeneidad en los sistemas.</p> <p>Se construyó un banco de pruebas el cual simula el funcionamiento del sistema de frenos neumáticos en el semirremolque, adoptando ciertas normas internacionales, con el afán de demostrar una construcción técnica y estandarizada de dicho sistema.</p> <p>Se realizó el análisis entre lo que establece la norma y la realidad de la industria nacional, y se pudo determinar que no guardan concordancia alguna con la norma ya que se utilizan materiales de características distintas por cuestión de costos o disponibilidad en el mercado.</p> <p>Con las pruebas realizadas en el banco de pruebas se ha permitido comprender de manera más clara el funcionamiento del sistema de frenos neumáticos y las características que deben tener los elementos para garantizar un buen funcionamiento y seguridad al circular por la red vial del país.</p>
<p>PALABRAS CLAVES:</p>	<p>Transporte pesado. Semirremolque. Matriz productiva. Construcción de semirremolques. Normativa. Tránsito. Banco de pruebas. Frenos neumáticos.</p>
<p>ABSTRACT:</p>	<p>The significant growth of the activity of national heavy transport has contributed to the growth of the construction industry semi nationwide, on the other hand the transformation of the productive matrix that drives the national government seeks to change the pattern of primary export specialization and extractive one in which predominates the diversified and higher value-added production.</p> <p>Research in several construction industries Quito has shown the reality in which the construction of the trailers, which are based solely on empirical knowledge acquired experience in construction trailers without the</p>

	<p>application of any developed technical process that ensures a standardized and subject to manufacture construction standards.</p> <p>Countries like Mexico and Argentina considered within its legislation creating entities that regulate both production and circulation verification and semitrailers in order to ensure road safety within their territories.</p> <p>It has been taken as a reference to certain regulations concerning the construction and assembly of air brakes in trailers to implement them at the national level to achieve and establish processes of technical construction to ensure security for all those involved in the domestic traffic as well as homogeneity in the systems.</p> <p>A test which simulates the operation of the air brake system on the trailer was built by adopting certain international standards, with the aim of demonstrating a technique and standardized construction of such a system</p> <p>Analysis between what establishes the norm and the reality of the domestic industry was conducted and it was determined that bear no agreement with the norm as materials of different characteristics are used for reasons of cost or market availability.</p> <p>With tests on the dyne been allowed more clearly understand the operation of the air brake system and the characteristics required elements to ensure proper operation and safety when driving on the road network of the country.</p>
<p>KEYWORDS</p>	<p>Heavy transport. Trailer. Productive matrix. Construction of semitrailers. Normative. Transit. Testing bench. Pneumatic brakes.</p>

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.



f: _____

CUENCA CAICEDO ANDRÉS FRANCISCO

1723596050

DECLARACIÓN

Yo **ANDRÉS FRANCISCO CUENCA CAICEDO**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.



Andrés Francisco Cuenca Caicedo

1723596050

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Cuenca Caicedo Andrés Francisco**, CI 1723596050 autor/a del proyecto titulado: **Propuesta de manual para la fabricación y montaje del sistema de frenos neumáticos en semirremolques de fabricación nacional con referencia a normas internacionales**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Automotriz** en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, 24 de junio de 2016.



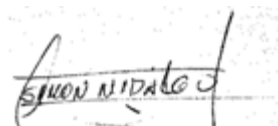
f: _____

CUENCA CAICEDO ANDRÉS FRANCISCO

1723596050

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “Propuesta de manual para la fabricación y montaje del sistema de frenos neumáticos en semirremolques de fabricación nacional con referencia a normas internacionales”, que, para aspirar al título de **Ingeniero Automotriz** fue desarrollado por **Andrés Francisco Cuenca Caicedo**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 19, 27 y 28.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'SIMÓN HIDALGO', is written over a horizontal line. The signature is stylized and includes a vertical stroke on the right side.

Ing. Simón Hidalgo.

DIRECTOR DEL TRABAJO

C.I. 170780564-2

DEDICATORIA

A Dios y la virgen por guiar cada uno de los pasos que he tenido que seguir para encontrar esta meta, con el esfuerzo y la constancia para encontrar días mejores.

A mis padres, que con su esfuerzo y dedicación ha sabido guiarme por un buen camino con su apoyo y ayuda incondicional y por sobre todo poniendo buena actitud a las adversidades, para hacer de mí una mejor persona.

A mis hermanos, con quienes hemos aprendido a superar las adversidades por más fuertes que parezcan siempre juntos hasta conseguir las metas propuestas.

Andrés Cuenca

AGRADECIMIENTOS

A Dios porque nunca me ha desamparado y por haberme dado la oportunidad de culminar la carrera, con su infinita misericordia me ha guiado en cada paso que he dado.

A mis padres José y Fanny que siempre encontraron las palabras, las formas y las maneras correctas de brindarme su apoyo, y que gracias a ello he logrado conseguir este objetivo.

A mi Hermana Mayra que con su ejemplo me ha demostrado que toda meta se puede alcanzar con dedicación y empeño.

A Vanessa y Dilan quienes han estado siempre a mi lado y por quienes cada día es una oportunidad de salir adelante.

A Marcel que con su amistad sincera ha contribuido a que este trabajo haya sido culminado de forma exitosa.

A la Universidad Tecnológica Equinoccial, especialmente al Ing. Simón Hidalgo por haberme dirigido en la elaboración del presente trabajo, asistiendo con sus instrucciones conocimiento y experiencia la cual ha constituido un valioso apoyo tanto personal como académico.

Andrés Cuenca

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA.
RESUMEN	x
ABSTRACT	xii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1. TRANSPORTE PESADO.....	3
2.2. TRACTO CAMIÓN.	4
2.3. SEMIRREMOLQUE.	4
2.3.1. TIPOS DE SEMIRREMOLQUE.	5
2.3.1.1. Semirremolque cama alta.....	5
2.3.1.2. Semirremolque cama baja.....	6
2.3.1.3. Semirremolque basculante.....	6
2.3.1.4. Auto tanque.....	7
2.3.2. CONSTRUCCIÓN DE SEMIRREMOLQUES.....	8
2.3.2.1. Construcción nacional.....	8
2.3.3. SISTEMAS DEL SEMIRREMOLQUE.....	9
2.3.3.1. Bastidor.....	9
2.3.3.2. Suspensión.	10
2.3.3.3. Sistema de ejes.....	10
2.3.3.4. Sistemas de frenos.	11
2.3.3.5. Ruedas.....	13

2.3.3.6. King pin.....	13
2.3.3.7. Accesorios de seguridad.	14
2.4. ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL SISTEMA NEUMÁTICO DE FRENOS PARA SEMIRREMOLQUES.....	16
2.4.1. CONECTORES PARA LÍNEAS DE AIRE.	16
2.4.2. LÍNEAS DE AIRE	17
2.4.3. TANQUE O DEPÓSITO DE AIRE.	19
2.4.4. VÁLVULA RELÉ DE FRENO.	20
2.4.5. VÁLVULA DE FRENO DE EMERGENCIA.	21
2.4.6. VÁLVULA DE DESCARGA RÁPIDA.	21
2.4.7. CÁMARAS DE FRENO.	22
2.4.8. AJUSTADORES DE FRENO.	23
2.5. EQUILIBRIO DEL SISTEMA DE FRENOS NEUMÁTICOS.	26
2.5.1. SISTEMAS NEUMÁTICOS.....	26
2.5.1.1. Tubería.....	27
2.5.1.2. Válvulas.	27
2.5.1.3. Contaminación del sistema.	27
2.5.2. SISTEMAS MECÁNICOS.	28
2.5.2.1. Actuadores.	28
2.5.2.2. Ajuste del freno.	30
2.6. LEYES Y NORMATIVAS PARA SEMIRREMOLQUES.	30
2.6.1. LEY NACIONAL DE PESAS Y MEDIDAS (ECUADOR).	30
2.6.2. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-035-SCT-2-2010.	33
2.6.2.1 Definiciones contempladas en la norma.	33
2.6.2.2. Especificaciones contempladas en la norma.	35
2.6.2.3. Métodos de prueba.	39

2.6.3. IRAM 10267 CONECTORES PARA FRENO NEUMÁTICO ENTRE VEHÍCULOS TRACTOR Y REMOLCADO.....	42
3. METODOLOGÍA.....	44
4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	46
4.1. PROPUESTA DE MANUAL PARA LA FABRICACIÓN Y MONTAJE DEL SISTEMA DE FRENOS NEUMÁTICOS PARA SEMIRREMOLQUES DE FABRICACIÓN NACIONAL.....	46
4.1.1. DISEÑO.....	46
4.1.1.1. Conectores para freno neumático entre tracto camión y semirremolque.....	47
4.1.1.2. Tubería plástica para sistema de frenos neumáticos.....	49
4.1.1.3. Tanques de reserva de aire a presión.....	51
4.1.1.4 Cámaras de freno neumático para semirremolque.....	52
4.1.1.5. Ajustadores de freno.....	53
4.1.1.6. Conexión de los elementos.....	53
4.2. CONSTRUCCIÓN DE BANCO DE PRUEBAS.....	54
4.2.1. MATERIALES.....	54
4.2.1.1. Eje de semirremolque.....	55
4.2.1.2. Tanque de aire.....	55
4.2.1.3. Cámaras de freno.....	56
4.2.1.4. Acoples de freno para semirremolque.....	56
4.2.1.5. Válvula de bloqueo.....	57
4.2.1.6. Válvula de pedal de freno.....	58

4.2.1.7. Entrada de aire al sistema	58
4.2.1.8. Manómetro de presión para tanque de aire.	59
4.2.1.9. Válvulas relé de aire.	60
4.2.1.10. Válvulas de descarga rápida.....	60
4.2.1.11. Mangueras para aire a presión.....	61
4.2.2. PROCESO CONSTRUCTIVO.	62
4.2.2.1. Eje y estructura metálica.	62
4.2.2.2. Tanque.....	63
4.2.2.3. Cámaras de freno.	66
4.2.2.4. Acoples para frenos de semirremolque.....	67
4.2.2.5. Instalación del panel de control	67
4.2.2.6. Instalación de mangueras y conexión de elementos.	68
4.3. PRÁCTICAS SUGERIDAS.	69
4.3.1. INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS PARA FRENOS NEUMÁTICOS.....	69
4.3.1.1. Puesta en funcionamiento.	69
4.3.2. PRÁCTICA DE VERIFICACIÓN DE PRESIÓN DE DESBLOQUEO DE SISTEMA.	70
4.3.3. PRÁCTICA DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.....	71
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	72
5.1. CONCLUSIONES	72
5.2. RECOMENDACIONES.....	73
BIBLIOGRAFÍA	74

ANEXOS	78
---------------------	-----------

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA.
Figura 1. Actividad de transporte pesado	3
Figura 2. Vehículo tipo tracto camión	4
Figura 3. Acoplamiento tracto camión- semirremolque	5
Figura 4. Semirremolque cama alta	5
Figura 5. Semirremolque cama baja	6
Figura 6. Semirremolque basculante (bañera)	7
Figura 7. Auto tanque.....	8
Figura 8. Bastidor del semirremolque	9
Figura 9. Suspensión de ballestas para semirremolque	10
Figura 10. Sistema de ejes.	11
Figura 11. Frenos de tambor para semirremolque.	12
Figura 12. Frenos de disco para semirremolque.....	12
Figura 13. Conjunto de rueda	13
Figura 14. Perno rey (King pin)	14
Figura 15. Tren de aterrizaje para semirremolque.....	15
Figura 16. Luces reglamentarias para semirremolque.	15
Figura 17. Conectores de líneas de aire para semirremolque.	17
Figura 18. Líneas de aire para semirremolque.....	18
Figura 19: Tanque de aire	19
Figura 20. Válvula para freno de semirremolque.	21
Figura 21. Válvula para freno de emergencia.....	21
Figura 22. Válvula de descarga rápida.	22
Figura 23. Funcionamiento de cámara de freno.	22
Figura 24. Camara de freno de doble efecto.	23
Figura 25. Cámara de freno de simple efecto.	23
Figura 26. Ajustador de frenos automático y manual.	24
Figura 27. Eje para semirremolque comercializado en el país.	25
Figura 28. Elementos internos de freno de tambor.....	25
Figura 29. Elementos internos de cámara de freno.....	29
Figura 30. Ajuste entre cámara de freno y ajustador.	30

Figura 31. Ubicacion de cabezales de acople y de tubos flexibles de conexión para tracto camión y semirremolque.	43
Figura 32. Conectores para líneas de aire en semirremolque.	48
Figura 33. Fijación de conectores de líneas de aire en estructura de semirremolque.	48
Figura 34. Ubicación de conectores.	49
Figura 35. Alojamiento en estructura de semirremolque para mangueras de aire.	50
Figura 36. Tanque de aire a presión para semirremolque.	52
Figura 37. Conexión de elementos de sistema de frenos neumático.	54
Figura 38. Eje tipo spoke Wheel para semirremolque.	55
Figura 39. Fijación de acoples de freno en estructura metálica.	57
Figura 40. Colocación de botón de bloqueo para banco de pruebas.	57
Figura 41. Válvula de freno de máquina para simular señal de control.	58
Figura 42. Suministro de aire por medio de línea externa.	59
Figura 43. Ubicación de manómetro en el panel de control.	59
Figura 44. Instalación de válvula relé sobre tanque de aire.	60
Figura 45. Instalación de válvula de descarga rápida para cámaras de freno.	61
Figura 46. Instalación de mangueras plásticas para circuito de frenos.	61
Figura 47. Sueda de patas de apoyo para banco de pruebas.	62
Figura 48. Ensamble de tanque sobre estructura metálica.	65
Figura 49. Sujeción de cámara de freno en eje para semirremolque.	66
Figura 50. Sujeción de acoples para líneas de aire para semirremolque.	67
Figura 51. Tablero de control.	68
Figura 52. Colocación y acople de mangueras en banco de pruebas.	68

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA.
Tabla 1. Tabla nacional de pesos y medidas	31
Tabla 2. Tabla nacional de pesos y medidas, posibles combinaciones.	32
Tabla 3. Tabla de capacidad por tipo de rueda.	35
Tabla 4. Códigos de colores y calibre del arnés principal de iluminación.....	39
Tabla 5. Aspectos de revisión para rines y llantas.	40
Tabla 6. Capacidad mínima requerida para tanques de aire.	52
Tabla 7. Tabla de presión a la cual el circuito deja de accionar el freno de estacionamiento automáticamente.	70

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA.
ANEXO 1. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-035-SCT-2-2010, REMOLQUES Y SEMIRREMOLQUES-ESPECIFICACIONES DE SEGURIDAD Y MÉTODOS DE PRUEBA.....	78
ANEXO 2. NORMA INEN 964 (VEHÍCULOS AUTOMOTORES. FRENOS NEUMÁTICOS. PRESIONES EN CAÑERÍAS Y EFICIENCIA DE FRENADO).....	81
ANEXO 3. ACTA DE ENTREGA DE BANCO DE PRUEBAS A TALLER.....	84

RESUMEN

El crecimiento significativo del transporte pesado nacional ha contribuido al crecimiento de la industria constructora de semirremolques a nivel nacional, por otro lado la transformación de la matriz productiva que impulsa el gobierno nacional persigue realizar un cambio del patrón de especialización primario exportador y extractivo a un patrón en el cual predomine la producción diferenciada y con valor agregado.

La investigación realizada en varias industrias constructoras de la ciudad de Quito, permitió conocer la realidad en la que se desarrolla la construcción de los semirremolques, los cuales se basan en el conocimiento empírico adquirido de experiencias en construcción de semirremolques sin la aplicación de ningún proceso técnico que garantice una fabricación estandarizada y sujeta a normas de construcción y de la misma manera la fabricación y montaje del sistema de frenos neumáticos, considerado de suma importancia en la estructura del semirremolque .

Países como México y Argentina consideran dentro de su legislación la creación de entidades que regulen la producción, verificación y circulación de semirremolques, para así garantizar la seguridad vial en su territorio.

Se ha analizado ciertas normativas referentes a la construcción y ensamble de los frenos neumáticos en semirremolques para ponerlos en práctica en el ámbito nacional con el afán de establecer procesos técnicos que garanticen seguridad para todos quienes intervienen en el tránsito nacional así como también la homogeneidad en los sistemas.

Se construyó un banco de pruebas el cual simula el funcionamiento del sistema de frenos neumáticos en el semirremolque, con el afán de demostrar una construcción técnica y estandarizada de dicho sistema .

Se analizó lo que establece la norma y la realidad de la industria nacional, y se determinó que no guardan concordancia con la norma ya que utilizan materiales de características distintas por cuestión de costos o disponibilidad en el mercado.

Con las pruebas realizadas en el banco de pruebas se ha permitido comprender de manera más clara el funcionamiento del sistema de frenos neumáticos y las características que deben tener los elementos para garantizar un buen funcionamiento y seguridad al circular por la red vial del país.

ABSTRACT

The significant growth of domestic heavy transport has contributed to the growth of the construction industry semi nationwide, on the other hand the transformation of the productive matrix that drives the national government pursues a substitution pattern exporter and extractive primary specialization pattern in which predominates differentiated and value-added production.

Research in several construction industries Quito, allowed to know the reality in which the construction of the trailers, which are based on empirical knowledge acquired experience in construction trailers without the application of any technical process unfolds to ensure a standardized and subject to rules of construction and manufacturing in the same way the manufacture and assembly of air brake system, considered important in the structure of the semitrailer.

Countries like Mexico and Argentina considered within its legislation creating entities that regulate the production, testing and semitrailers circulation, thus ensuring road safety in their territory.

We analyzed certain regulations concerning the construction and assembly of air brakes in trailers to implement them at the national level in an effort to establish technical processes to ensure security for all those involved in the national transit as well as homogeneity in systems.

A test which simulates the operation of the air brake system on the trailer, with the aim of demonstrating a technique and standardized construction of such a system was built

We analyzed what establishes the norm and the reality of domestic industry, and determined that bear no agreement with the standard because they use materials of different characteristics as a matter of cost or market availability.

With tests on the dyne has allowed us to understand more clearly the operation of the air brake system and the characteristics required elements to ensure proper operation and safety when driving on the road network of the country.

1. INTRODUCCIÓN.

La industria del transporte pesado ha experimentado una evolución significativa en los últimos años, llegando a considerarse una de las actividades vitales para la economía del país, gracias a esta actividad y a la variedad de usos que puede tener un semirremolque se ha notado un incremento considerable de empresas fabricantes de semirremolques.

La transformación de la matriz productiva impulsada por el gobierno nacional, busca que las industrias cambien su esquema de producción primaria a la fabricación de productos terminados con valor agregado basados en el empleo de conocimientos y capacidades de la población.

En ciertos países como México y Argentina donde la actividad del transporte pesado representa una de las actividades más productivas, entidades gubernamentales se encargan de normar y controlar la fabricación el uso y registro de los semirremolques así como los sistemas que lo conforman, logrando así garantizar la seguridad vial entre los actores del tránsito.

Por lo antes mencionado el objetivo principal del presente proyecto es realizar un manual para la fabricación y montaje del sistema de frenos neumáticos en semirremolques de fabricación nacional con referencia a normas internacionales, con el afán de proveer de información técnica a las empresas constructoras de semirremolques y lograr así productos normalizados basados en conocimientos técnicos que garanticen la efectividad y seguridad del producto, y esto se realizará cumpliendo los siguientes objetivos específicos.

Identificar la situación actual en el país, acerca del proceso de fabricación y montaje del sistema de frenos neumáticos en semirremolques, en la actualidad no existe un ente gubernamental que se encargue regular, controlar y registrar este tipo de estructuras destinadas al transporte de carga pesada.

Investigar normativas internacionales existentes, acerca del proceso de fabricación y ensamble del sistema de frenos neumáticos en remolques y

semirremolques, ya que dichas normativas establecen procesos y parámetros técnicos para la construcción de este tipo de estructuras.

Analizar dichas normativas internacionales para establecer cuáles de ellas se podrían adaptar a la realidad de dichos sistemas en el medio nacional tomando en cuenta que los sistemas pueden variar por cuestiones de geografía, legislación gubernamental, restricción para importaciones, entre otras.

Desarrollar un documento que establezca los elementos necesarios y las características de construcción del sistema de frenos neumáticos en semirremolques de fabricación nacional con estándares que brinden seguridad y calidad en el producto terminado.

2. MARCO TEÓRICO.

2.1. TRANSPORTE PESADO.

La labor del transporte pesado en el país constituye principalmente la optimización recursos como tiempo, factores logísticos y económicos, realizando el transporte de amplias magnitudes de carga como: materia prima para industrias, alimentos y productos de primera necesidad, requiriendo de un solo traslado (associates, 2005). Para varios países esta actividad constituye una base fundamental para agilizar la economía mundial (Transportes, 2009).

Este tipo de transporte está conformado por el tracto camión y el semirremolque como se puede observar en la figura 1.



Figura 1. Actividad de transporte pesado

2.2. TRACTO CAMIÓN.

Definido como un vehículo automotor de características especiales, provisto de un motor de gran desplazamiento y varios ejes, considerado uno de los de mayor capacidad dentro de los distintos tipos de camiones por su capacidad de carga y dimensiones. Los tracto camiones se fabrican sobre una combinación resistente de chasis o bastidor y cabina. Construidos exclusivamente para realizar la función de remolque, pues en su estructura está provisto de un dispositivo de acople rápido para el semirremolque (quinta rueda), como se aprecia en la figura 2.



Figura 2. Vehículo tipo tracto camión

2.3. SEMIRREMOLQUE.

Definido como un vehículo sin impulso propio, carente de eje delantero, el cual está diseñado para ser acoplado en un tracto camión (Tibán, 2015).

El acople en el tracto camión se ejecuta por medio de un sistema de enganche que permite una perfecta y rápida articulación entre el semirremolque y el tracto camión, conocido generalmente como "Quinta rueda" (transporte, 2013), la cual se muestra en la figura 3.



Figura 3. Acoplamiento tracto camión- semirremolque

2.3.1. TIPOS DE SEMIRREMOLQUE.

2.3.1.1. Semirremolque cama alta.

Se lo conoce también como plataforma o plancha, posee una estructura plana descubierta generalmente de piso metálico o madera, la cuál está diseñada para efectuar el transporte de diversos tipos de cargas. Su estructura se puede apreciar en la figura 4.



Figura 4. Semirremolque cama alta
(Randon, 2010)

2.3.1.2. Semirremolque cama baja.

Este tipo de semirremolque ha sido diseñado y desarrollado para transportar maquinaria pesada y cargas extra dimensionadas, razón por la cual en algunos casos está provisto de un número mayor de ejes, la peculiaridad de este tipo de semirremolque es la reducida altura con respecto al semirremolque cama alta, esto se debe a que por las condiciones de trabajo a las que está sometido, su centro de gravedad debe ser lo más cercano al suelo para contribuir con la estabilidad del vehículo al momento del transporte, como se puede observar en la figura 5.



Figura 5. Semirremolque cama baja

(DIMET, 2013)

2.3.1.3. Semirremolque basculante.

Generalmente conocido en el medio como bañera, el cual ha sido diseñado y fabricado para ser utilizado principalmente en labores de transporte de larga distancia para materiales pétreos, y productos al granel (soya, maíz, trigo)

gracias a su sistema de volteo, el cuál es accionado por medio de uno o más cilindros hidráulicos (Construmatica).

La figura 6 muestra la estructura del semirremolque basculante realizando trabajos de descarga del material transportado.



Figura 6. Semirremolque basculante (bañera)
(Ulloa, 2015)

2.3.1.4. Auto tanque.

Este tipo de semirremolque ha sido diseñado y desarrollado exclusivamente para transportar herméticamente sobre su estructura líquidos al granel ya sean estos; hidrocarburos, alimentos, químicos, etc. En su estructura interna está provisto de paredes que dividen al auto tanque en compartimentos ya sean independientes o comunicados entre sí cumpliendo la función minimizar el movimiento del fluido en el interior del auto tanque producido por el movimiento del vehículo en su normal circulación. En la figura 7 se muestra la estructura de un auto tanque de acero inoxidable utilizado para el transporte de productos alimenticios como lácteos, aceites, los cuales poseen características especiales para el transporte de dichos productos.



Figura 7. Auto tanque
(Transcomerinter, 2013)

2.3.2. CONSTRUCCIÓN DE SEMIRREMOLQUES.

El número de semirremolques importados que circulan en el país es reducido, ya que se inició con el proceso de fabricación de semirremolques en el país, esta actividad arrancó como parte del proceso de diversificación que experimentaron ciertos talleres dedicados al mantenimiento de semirremolques y que hoy en día se dedican a la construcción de los mismos.

2.3.2.1. Construcción nacional.

Gracias a esta iniciativa impulsada por participación de un grupo de emprendedores ecuatorianos se ha empezado a fabricar semirremolques en el país, la mencionada actividad ha experimentado un crecimiento progresivo, pues actualmente son muchas las empresas que se dedican a la construcción y únicamente ciertas empresas constructoras realizan este proceso con un previo análisis, y las demás empresas lo realizan de manera artesanal y empíricamente, razón por la cual existen medidas inapropiadas y también una marcada diferencia entre estructuras, en lo referente a sistemas materiales y aditamentos.

En el país no existe un dato estadístico oficial, que muestre el número de semirremolques fabricados en el país, así como de las industrias que se dedican a construirlas.

2.3.3. SISTEMAS DEL SEMIRREMOLQUE.

La estructura de un semirremolque generalmente está constituida por: el bastidor, sistema de suspensión, sistema de ejes, sistema de frenos, neumáticos, King pin y accesorios de seguridad. Además de ello se consideran distintos mecanismos y sistemas propios de cada tipo de semirremolque (Tibán, 2015).

2.3.3.1. Bastidor.

Generalmente conocido como chasis se refiere a la estructura constituida por largueros y travesaños cuyo propósito principal es el de soportar el peso de la carga colocada sobre su estructura, además de acoplar rígidamente el punto de apoyo del King pin y la suspensión que está situada al otro extremo del semirremolque. Como se observa en la figura 8, el bastidor es la estructura principal del semirremolque (Andrade- Sánchez, 2007).

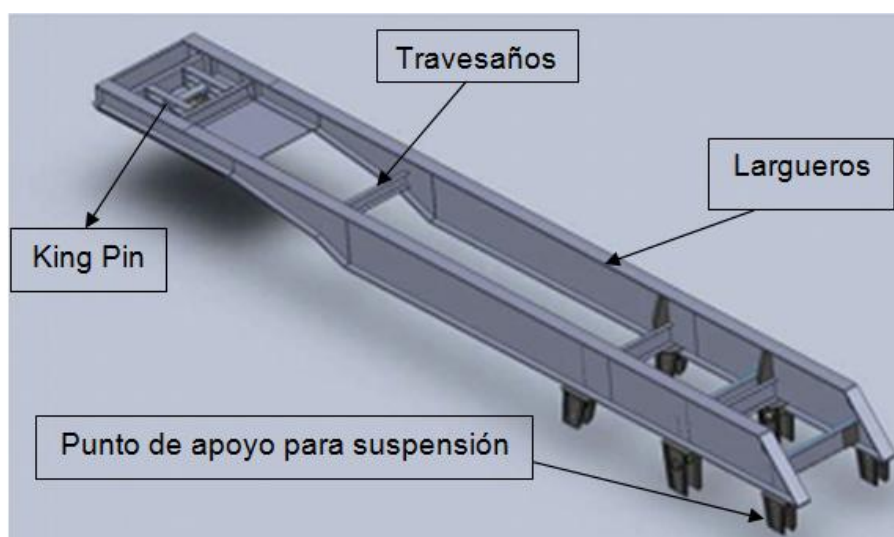


Figura 8. Bastidor del semirremolque
(CIMEC, 2009)

2.3.3.2. Suspensión.

Su función principal es la de reducir y absorber el efecto de las cargas de impacto sobre el bastidor causadas por las irregularidades del camino.

En la actualidad se utilizan sistemas mecánicos o neumáticos, cada uno con determinadas características y aplicaciones para los distintos tipos de semirremolques.

En la figura 9 se muestra un sistema de suspensión de ballestas para el semirremolque.

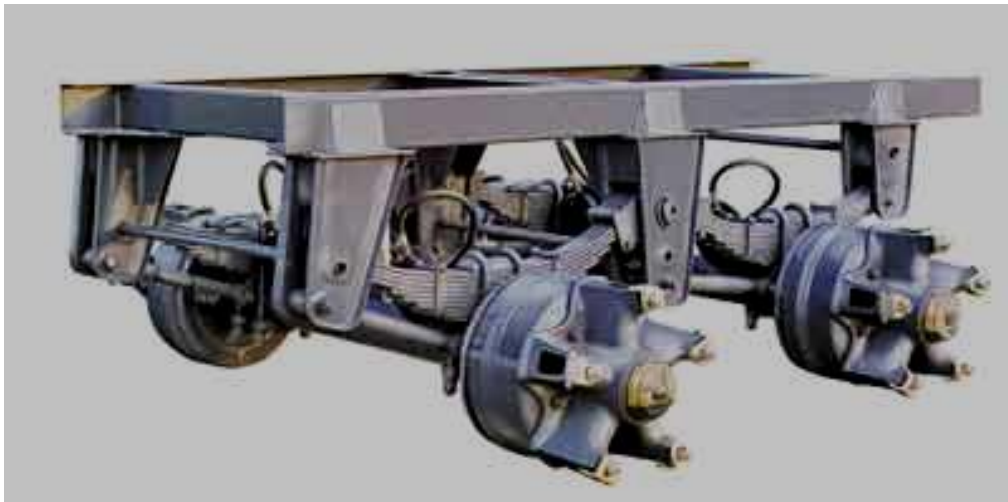


Figura 9. Suspensión de ballestas para semirremolque
(Sabino, 2010)

2.3.3.3. Sistema de ejes.

Contribuyen a soportar el peso del remolque conjuntamente con la carga y están creados habitualmente para cargar el límite legal de 9000 kg por cada uno de los ejes utilizados en el semirremolque, (Andrade- Sánchez, 2007). Estos elementos están acoplados directamente al sistema de suspensión del semirremolque.

Una de las características principales que tiene es que las ruedas de los semirremolques giran libremente, es decir, no poseen tracción propia como se muestra en la figura 10.



Figura 10. Sistema de ejes.
(Minetti, 2015)

2.3.3.4. Sistemas de frenos.

FRENOS DE TAMBOR. Obtiene su nombre porque los elementos que lo conforman están dentro de un cilindro con forma de tambor que gira junto con el eje de las ruedas. En su interior se encuentran las zapatas que al oprimir el pedal del freno son presionadas contra el tambor estableciendo así la fricción necesaria para detener el vehículo.

El diseño básico resultó en su tiempo muy efectivo para la mayoría de las situaciones, sin embargo, poseen una desventaja significativa.

Cuando se somete al sistema a grandes esfuerzos como frenados en pendientes sinuosas, los frenos pierden su efectividad debido que en el interior del tambor se genera gran cantidad de calor y como la evacuación de calor en el tambor es insuficiente, se deja de desprender calor y no se puede reducir más la velocidad, (MORONISPORT, 2012). En la figura 11, se pueden apreciar los elementos internos que conforman el sistema de freno de tambor.

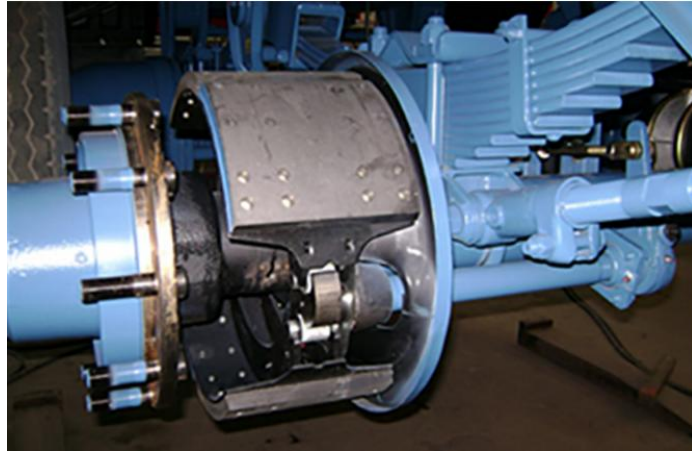


Figura 11. Frenos de tambor para semirremolque.
(Minetti, 2015)

FRENOS DE DISCO: El sistema de frenos de disco utiliza puntualmente los mismos principios básicos de frenado (fricción y calor), sin embargo, su diseño es muy distinto al de los frenos de tambor.

En lugar de tener los componentes cubiertos por el tambor, los frenos de disco están compuestos de un disco expuesto al aire que es frenado por una mordaza, generando fricción y calor. El mencionado sistema de frenos resulta muy efectivo en relacional sistema de tambor, ya que el calor se reduce fácilmente pues al tener todos sus elementos expuestos al aire se evita que el calor se concentre en los elementos del sistema, (regulations C. o., 2001). En la figura 12 se muestran los elementos que conforman dicho sistema.



Figura 12. Frenos de disco para semirremolque
(Cadesumdigital, 2014)

2.3.3.5. Ruedas.

Considerados como elementos estructurales del vehículo, los cuáles permiten soportar su carga a través de los neumáticos, los cuáles giran sobre un eje para permitir que el semirremolque se traslade. Una rueda está constituida por los siguientes elementos: disco, aro o rin, neumático, (Andrade- Sánchez, 2007), tal como se muestra en la figura 13.



Figura 13. Conjunto de rueda

(Latino, 2015)

2.3.3.6. King Pin.

A este elemento se lo conoce también como perno maestro, y constituye un elemento importante en la estructura del semirremolque, el cual va fijado al semirremolque y está diseñado para ser acoplado a la quinta rueda del tracto camión. Resiste principalmente la fuerza para mover y frenar el vehículo proporcionado por el tracto camión. Además, admite el giro a través de la articulación flexible, que permite libertad de movimiento con respecto al eje vertical entre el mecanismo de enganche y el semirremolque

(Andrade- Sánchez, 2007). La figura 14 muestra la fijación de un King pin por medio de pernos de alta resistencia.



Figura 14. Perno rey (King pin)
(Jostinternational, 2011)

2.3.3.7. Accesorios de seguridad.

Se consideran elementos de gran importancia puesto que el funcionamiento del semirremolque estará directamente ligado al funcionamiento de dichos elementos, por tal razón el semirremolque tendrá como accesorios de seguridad a los siguientes elementos:

Frenos de estacionamiento: Esta variable del sistema de freno se utiliza cuando el semirremolque se encuentra desacoplado del tracto camión, por lo tanto, no goza del suministro de aire que proviene del tracto camión. También es utilizado para detener al semirremolque cuando el vehículo está detenido, puesto que el peso únicamente el freno de estacionamiento del semirremolque no es suficiente para soportar el peso situado sobre el semirremolque (Secretaria de Comunicaciones y Transporte, 2008).

Tren de aterrizaje: Se lo conoce también como gatos, postes de sostén o piernas dolly. Estos elementos son diseñados para cumplir con la función de sostener el frente del semirremolque cuando no está conectado al tracto camión. Generalmente se ajustan a su lugar utilizando una palanca o brazo

que se encuentra al alcance del conductor (Transportes, 2009). La figura 15 muestra su disposición en el semirremolque.

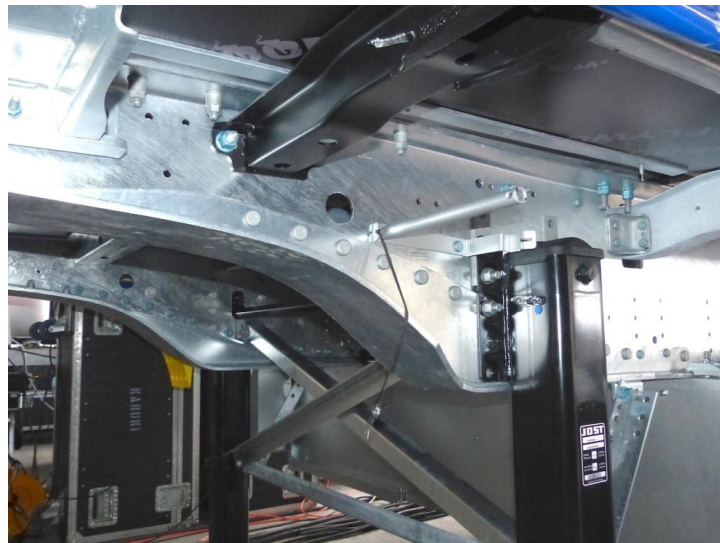


Figura 15. Tren de aterrizaje para semirremolque.
(Cadesumdigital, 2014)

Sistema de luces: El sistema de iluminación está diseñado para poder ver y ser visto, También sirve a su vez para señalar las maniobras que se vaya a realizar. Dentro de las luces indicadoras debe poseer luces de reversa, luces indicadoras de dirección, luces de emergencia, luz de frenado, luz de posición, entre otras (CodeofFederalRegulations, 2011) como se muestra en la figura 16.



Figura 16. Luces reglamentarias para semirremolque.
(Randon, 2010)

2.4. ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL SISTEMA NEUMÁTICO DE FRENOS PARA SEMIRREMOLQUES.

El encargado del control y suministro de aire a presión para el sistema de frenos neumáticos del semirremolque es el tracto camión, ya que al estar provisto de un sistema autónomo de carga permanente e impulsado por el motor durante todo el tiempo de funcionamiento, mantiene un suministro constante hacia el semirremolque.

Todo el sistema neumático del tracto camión ha sido diseñado para proveer al semirremolque el suministro suficiente tanto de volumen de aire como de presión para que el funcionamiento del sistema neumático de frenos sea óptimo ante cualquier circunstancia.

Para cumplir con la característica de intercambio entre equipos es un sistema normalizado y adaptable a cualquier tipo de sistema neumático que posea el semirremolque.

Por las razones expuestas anteriormente vamos a mencionar únicamente los elementos que conforman el sistema neumático de frenos para el semirremolque.

2.4.1. CONECTORES PARA LÍNEAS DE AIRE.

El sistema de frenos neumáticos del semirremolque está compuesto por dos líneas definidas, dentro de las cuales están:

Línea de control (azul) o freno de servicio.

Línea de suministro (rojo) o freno de emergencia.

Estas dos líneas provienen del tracto camión y son conectadas al semirremolque por medio de conectores para líneas de aire, los cuales son terminales normalizados capaces de conectarse a cualquier tipo de semirremolque, encargados de establecer una conexión hermética para dichas líneas. Los mencionados conectores poseen una válvula, que se cierra en caso de desenganche no intencional del semirremolque, impidiendo así que la presión del sistema se pierda.

El conector está provisto de arandelas obturadoras de goma, las cuales permiten y garantizan un acople hermético entre conectores. La válvula debe limpiarse periódicamente y engrasarse debidamente. Estos elementos generalmente no difieren entre sí; pero en la instalación de uno nuevo es necesario poner atención al acople entre conectores y su verificación ante posibles fugas de aire antes de la operación. La figura 17 muestra su aplicación y acople entre los mismos.



Figura 17. Conectores de líneas de aire para semirremolque.
(Eltraileromag, 2013)

2.4.2. LÍNEAS DE AIRE.

En general todo vehículo articulado posee dos ductos de aire: el de servicio y el de emergencia. Dichas tuberías atraviesan el semirremolque desde el extremo delantero hacia el extremo posterior donde se conecta a los demás elementos del sistema.

La línea de aire de servicio transporta el aire, cuyo paso es controlado con el freno de pie del tracto camión o el freno de estacionamiento del remolque. La presión en la línea de servicio variará según la presión que el operador ejerza sobre el pedal de o la válvula manual. Esta línea de servicio está

acoplada a válvulas relé instaladas en el tracto camión, que permiten que los frenos del remolque accionen con mayor rapidez a los frenos del tracto camión.

La línea de aire de emergencia tiene dos funciones: suministrar aire a los tanques de aire del semirremolque y controlar los frenos de emergencia del mismo. La pérdida de presión de aire en la línea de emergencia hace que los frenos de emergencia del remolque se apliquen de forma automática. Esta pérdida de presión puede ser a causa de que el semirremolque se haya desenganchado y en consecuencia se ha suspendido el suministro de aire a presión, aunque también puede deberse a causa de la rotura de una manguera. Al existir una baja presión en la línea de emergencia el sistema hace que la válvula de bloqueo en la cabina se aplique de forma automática. Generalmente la línea de emergencia está identificada de color rojo y la línea de servicio de color azul, esta identificación por medio de colores se aplica para evitar que las líneas se confundan al momento de enganchar el semirremolque al tracto camión (Eltraileromag, 2013). La figura 18 muestra el recorrido de las líneas por toda la longitud del semirremolque.

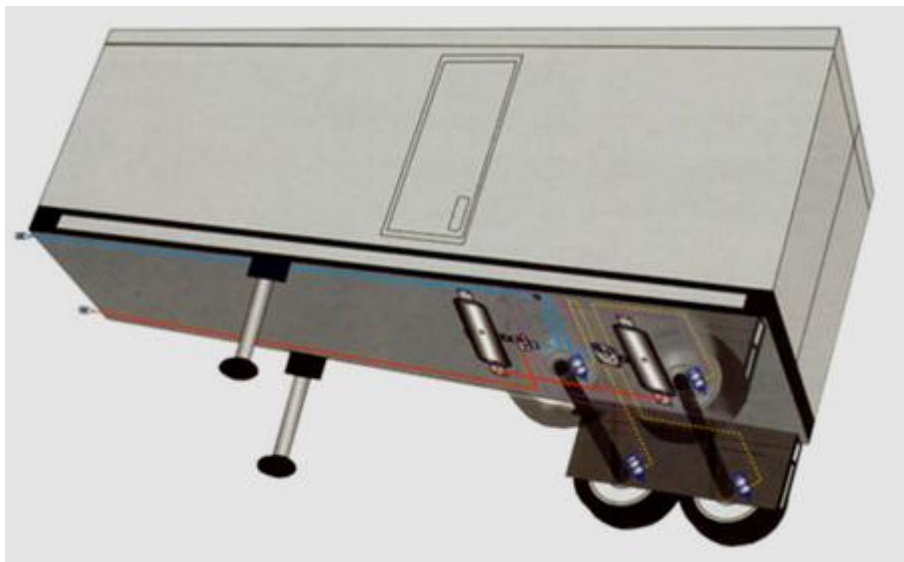


Figura 18. Líneas de aire para semirremolque.

(MATESA, 2011)

El material empleado en las mencionadas líneas es manguera diseñada y fabricada específicamente para frenos de aire, las cuales deben cumplir con

la norma SAE J844 (tubería) y SAE J1402 (mangueras). Estas mangueras no deben rozar unas con otras, ni estar en contacto con partes metálicas (SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES, 2010).

2.4.3. TANQUE O DEPÓSITO DE AIRE.

Los depósitos o tanques de aire, tienen la función de almacenar el aire comprimido proveniente del tracto camión, para ser utilizado en el sistema neumático del semirremolque. Estos tanques son fijados sobre la estructura del semirremolque ya sea por pernos de alta resistencia o suelda eléctrica. El tamaño del tanque seleccionado por el fabricante debe proveer una adecuada cantidad de aire para usar en el sistema de frenado y otros dispositivos neumáticos del semirremolque. Los tanques son contruidos de acuerdo con especificaciones y están disponibles en varios tamaños dependiendo la aplicación en el sistema. Además de ello poseen un dispositivo de drenaje del tanque, el cual tiene la función de evacuar hacia el exterior a ciertos elementos como contaminantes líquidos acumulados en el interior del tanque. El drenaje se puede realizar de forma automática con el uso de válvulas de drenaje, o de forma manual mediante grifos que requieren operación manual en el punto donde están instalados.

El material utilizado en la construcción de los tanques de aire es generalmente lámina de acero de distintos grosores de acuerdo con el uso y la capacidad del mismo. La forma que tiene el depósito generalmente es cilíndrica, eliminando así filos cortantes esquinas susceptibles a fallas de unión del proceso de soldadura, como se muestra en la figura 19.



Figura 19: Tanque de aire
(Alibaba, 2011)

2.4.4. VÁLVULA RELÉ DE FRENO.

El semirremolque siempre debe frenarse un poco antes que el tracto camión, ya que de no ser así se precipitaría sobre dicho vehículo y se afectaría su normal circulación. El tracto camión monta, para este fin, de una válvula especial de frenado del remolque, que es comandada por la presión de aire en el cilindro de freno y que actúa directamente sobre los frenos del semirremolque

En este tipo de válvula de freno existen tres cámaras distintas, separadas entre sí por membranas elásticas, y conectadas a las líneas correspondientes. La conducción al tracto camión puede, operarse a mano y, con ello estar en condiciones de frenado del semirremolque.

En condiciones de marcha, el aire a presión circula sin dificultades al depósito del remolque. Al momento del frenado, pasa también a la tercera cámara, ejecutando una presión sobre la membrana. Aquella membrana se distiende, originando el desplazamiento del tubo de la válvula unido a ella. La válvula realiza su cierre y el aire de la conducción de mando se evacua libremente. El depósito de previsión acciona por tanto a los frenos.

Las membranas se encuentran ajustadas de tal forma, que con una presión de 0,3 a 0,4 atm en la conducción de mando del remolque, resulta una caída de presión de 1,5 atm, y con ello se consigue el avance deseado en el trabajo de frenado del remolque. Al momento de soltar los frenos, desciende la presión en la tercera cámara, y la existente en la segunda cámara se desplaza nuevamente, el tubo de la válvula a su posición inicial.

En tracto camiones con semirremolques, las válvulas del camión y del semirremolque están dispuestos en una caja. Ambas son maniobradas por una palanca común. La válvula de frenado del semirremolque actúa antes que la del tracto camión. Generalmente son construidas en aluminio y sus elementos internos en su mayoría son pequeños anillos de caucho que permiten el paso a los diferentes conductos de entrada y salida de aire.

La figura 20 muestra la válvula de freno para semirremolque la cual va colocada en la estructura del semirremolque.



Figura 20. Válvula para freno de semirremolque.
(Garrido, 2014)

2.4.5. VÁLVULA DE FRENO DE EMERGENCIA.

La función de esta válvula es la de activar el freno de estacionamiento en el semirremolque, además de ello cuando se registre una baja presión en el sistema activa el freno de estacionamiento de forma automática como mecanismo de protección para el semirremolque. La figura 21 muestra la estructura de la válvula de freno de emergencia.



Figura 21. Válvula para freno de emergencia.
(Wabcoindustries, 2010)

2.4.6. VÁLVULA DE DESCARGA RÁPIDA.

Su función es la de evacuar rápidamente hacia el exterior el aire comprimido liberado por las cámaras de freno luego del frenado, ya sea de la línea de control o línea de suministro. Con la instalación de esta válvula en el circuito

de las cámaras de freno se consigue que el freno se desactive inmediatamente. En la figura 22, se muestran algunas de las formas que tienen las válvulas de descarga rápida.



Figura 22. Válvula de descarga rápida.
(Wabcoindustries, 2010)

2.4.7. CÁMARAS DE FRENO.

Convierte la presión ejercida por el aire comprimido sobre la cámara, en fuerza mecánica que acciona el mecanismo de freno ya sea este de tambor o de disco, la figura 23 muestra el principio de funcionamiento de la cámara de freno.

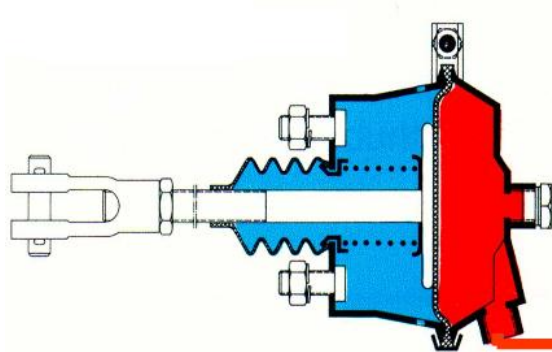


Figura 23. Funcionamiento de cámara de freno.
(Lafuente, 2011)

Existen dos tipos de cámaras de freno:

De doble efecto, provistas de dos secciones (cámara doble); una cámara capaz de realizar un frenado de estacionamiento (generalmente operado por un resorte) y la otra de frenar el vehículo operado por aire comprimido, como se muestra en la figura 24.



Figura 24. Cámara de freno de doble efecto.

(Lafuente, 2011)

De simple efecto, provistas únicamente de una cámara que funciona con aire comprimido y es operada por el pedal de freno, es decir, no posee la función de freno de estacionamiento por medio de resorte, como se observa en la figura 25.



Figura 25. Cámara de freno de simple efecto.

(Lafuente, 2011)

2.4.8. AJUSTADORES DE FRENO.

Constituye un elemento del sistema de frenos neumáticos, el cual transforma el movimiento longitudinal generado por el vástago de la cámara de freno en

movimiento de rotación para frenar. Por medio de este elemento se ajusta la holgura entre la zapata de freno y el tambor, cuando el freno está desactivado.

Para realizar esta función existen dos tipos de ajustadores de frenos, es por ello que con el fin de asegurar que los frenos estén ajustados de forma permanente para una operación óptima, se emplean ajustadores de freno automáticos.

El otro tipo de ajustadores de freno realizan su ajuste de manera manual efectuado por el operador estos ajustadores cuentan con un mecanismo de ajuste y bloqueo para evitar que con el movimiento se aflojen fácilmente. En la figura 26 se observan los diferentes tipos de ajustadores de freno.



Figura 26. Ajustador de frenos automático y manual.

Cabe mencionar que los demás componentes del sistema de frenos neumáticos como; Levas, tambores, zapatas, resortes y rodillos vienen incluidos en el eje del semirremolque al momento de su adquisición, es decir, que vienen diseñados y ensamblados en conjunto. Al ser productos normalizados estos elementos se acoplan fácilmente al sistema de frenos neumáticos que se construya.

Las empresas comercializadoras los venden en conjunto, lo cual representa cierta ventaja para el constructor del semirremolque ya que se tienen elementos contruidos y ensamblados en conjunto, lo cual garantiza su correcto funcionamiento y adaptabilidad al sistema neumático que se vaya a acoplar sobre él, como se puede apreciar en la figura 27.



Figura 27. Eje para semirremolque comercializado en el país.
(HENDRICKSON, 2010)

En un sistema de freno de tambor de tipo leva, el sistema neumático esta acoplado por medio del ajustador de freno, el mismo que es sujetado a la varilla de empuje de la cámara con una horquilla, en el otro extremo del ajustador se acopla el extremo del eje de levas, el cual gracias a su leva en forma se “S” presiona a los rodillos de zapata, obligando al forro de freno a entrar en contacto con el tambor del freno, generando fricción y logrando así reducir la velocidad del vehículo, como se puede apreciar en la figura 28.

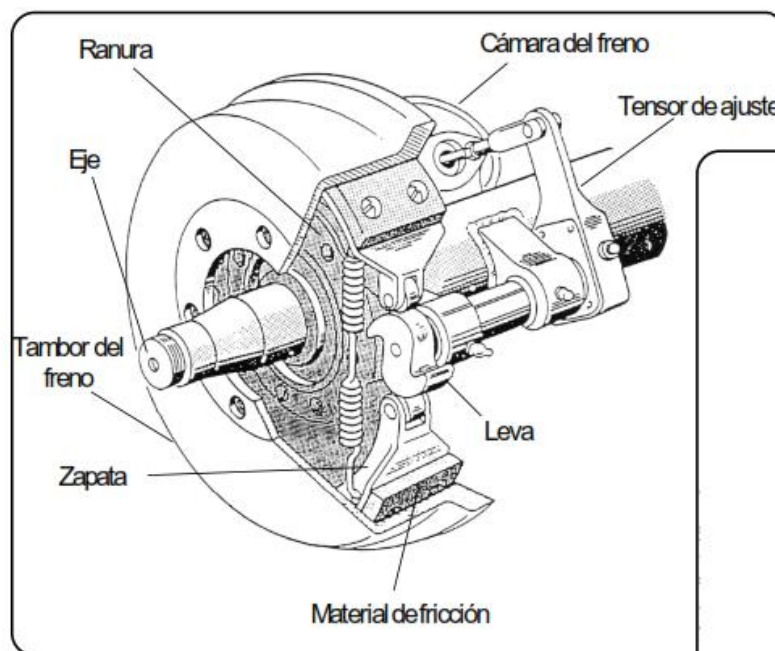


Figura 28. Elementos internos de freno de tambor.
(BENDIX, 2004)

2.5. EQUILIBRIO DEL SISTEMA DE FRENOS NEUMÁTICOS.

El sistema de frenos neumáticos es uno de los sistemas de seguridad más importantes del vehículo y está diseñado cuidadosamente con válvulas tubos o mangueras y otros elementos, seleccionados para proveer un rendimiento equilibrado del frenado del vehículo, donde la aplicación de los frenos en todas las ruedas sea lo más simultanea posible y con la fuerza determinada por el conductor.

Un buen mantenimiento dará como resultado la prolongación del rendimiento original del sistema, razón por la cual el reemplazo de componentes y el mantenimiento general del sistema de frenos neumáticos es muy importante. El mantenimiento rutinario del sistema debe contemplar dos áreas importantes que son:

Neumática.

Mecánica.

2.5.1. SISTEMAS NEUMÁTICOS.

Un sistema de frenado equilibrado o ideal es aquel donde la presión de frenado alcance cada actuador simultáneamente lo más cerca posible y al mismo nivel de presión (a un nivel apropiado para lograr un par de torsión equilibrado con respecto a la carga de los ejes).

Para establecer el rendimiento, los fabricantes de vehículos, seleccionan cuidadosamente tamaños de tubos y mangueras, el rendimiento de la aplicación y liberación de aire depende parcialmente del tamaño y volumen de las cámaras, peso de los vehículos, localizaciones de las cámaras y las válvulas, o la distancia que el aire debe recorrer dentro del sistema.

Dicho rendimiento está diseñado por el fabricante del vehículo y el papel del propietario o mecánico es el de preservar dicho rendimiento neumático considerando varias pautas que se refieren a continuación (BENDIX, 2004).

2.5.1.1. Tubería.

Cuando se reemplace tuberías o mangueras, siempre reemplácelas con tubería DOT o SAE del mismo tamaño, ya que han sido determinados por el fabricante para obtener el rendimiento deseado. Cuando se utiliza tubería de cobre, se debe asegurar de escariar y eliminar todo tipo de rebaba después de cortar, revisar también si existen ensortijamientos o dobleces y asegurarse que la tubería y las mangueras estén correctamente aseguradas. Use conexiones de tamaño apropiado y verifique que no haya restricciones y como regla general no reemplace conexiones rectas con codos.

2.5.1.2. Válvulas.

Cuando sea necesario reemplazar alguna válvula del sistema de aire, se debe asegurar que la nueva válvula sea compatible o tenga las mismas características que la válvula reemplazada, de esta manera se asegura que la válvula de reemplazo realice las mismas funciones que la válvula reemplazada, se recomienda que para algunas válvulas, el tipo de válvula y algunas características sean identificadas con una etiqueta metálica para ayudar a seleccionar el reemplazo correcto al momento de requerirse, por ejemplo las presiones de apertura de la valvular relé, (BENDIX, 2004).

2.5.1.3. Contaminación del sistema.

El sistema de frenos neumáticos necesita aire limpio para brindar el más alto rendimiento para ello, todos los tracto camiones actualmente están provistos de un sistema secador de aire con el afán de quitar los contaminantes del aire antes de que ingresen al sistema.

Un sistema secador de aire bien mantenido quitará casi todo el vapor de agua y gotas de aceite presentes en el aire comprimido que llega del compresor de aire, como también reducirá considerablemente la posibilidad de bloqueos en el sistema.

Si por alguna razón el secador de aire no está en funcionamiento, el drenaje diario de los tanques de reserva puede ayudar a reducir la cantidad de contaminación en el sistema.

En el semirremolque la contaminación por insectos, materiales fibrosos y otros, pueden afectar los sistemas de frenos, para lo cual se recomienda la utilización de separadores de agua para sistemas de frenos del semirremolque, los cuales se instalan en las líneas de control y suministro cerca de los conectores de líneas de aire con el fin de reducir la presencia de elementos contaminantes en el sistema de frenos del semirremolque.

2.5.2. SISTEMAS MECÁNICOS.

Los fabricantes de vehículos también deben cumplir con ciertas regulaciones en cuanto a rendimiento, razón por la cual el fabricante del vehículo debe diseñar cuidadosamente la geometría del freno, el tamaño y la fuerza de los componentes del freno de tambor, para lograr el rendimiento deseado del vehículo.

2.5.2.1. Actuadores.

Las cámaras de freno convierten la presión del aire en fuerza mecánica, mantenga siempre las cámaras funcionando en su condición original, en el caso de requerir reemplazar los resortes retractores estos deben reemplazarse por resortes iguales a los originales, ya que la aplicación de un resorte de características distintas al original afectan a la fuerza neta entregada por la cámara y es especialmente importante al momento de aplicar el freno parcialmente, razón por la cual siempre se deberá reemplazar el resorte en las dos cámaras del mismo eje, (Lafuente, 2011).

La manipulación de la cámara de freno debe ser realizada por personal capacitado, pues los resortes retractores, están comprimidos fuertemente dentro de la cámara y una manipulación incorrecta la cámara para realizar el

cambio del resorte podrá resultar en una liberación violenta de la fuerza del resorte contenida en la cámara.

La figura 29 muestra la posición de los resortes retractores en el interior de la cámara de freno.

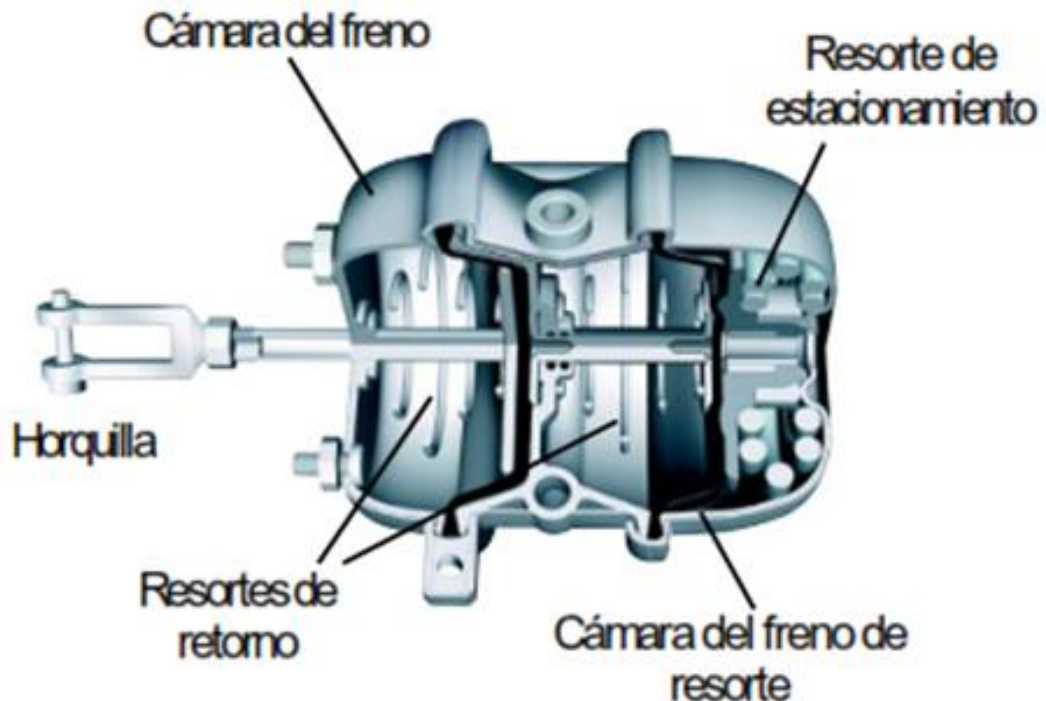


Figura 29. Elementos internos de cámara de freno.

(BENDIX, 2004)

La duración del diafragma de la cámara puede variar de acuerdo al tipo de servicio y a las condiciones en las que trabaja, la experiencia generalmente indicará con qué frecuencia se los debe reemplazar, una buena práctica es la de reemplazar todos los diafragmas del vehículo el mismo tiempo. Otro factor que repercute en la fuerza que sale de la cámara de freno, es la longitud de la varilla de empuje, la cual se debe ajustar de tal manera que cuando la cámara alcance la mitad de su máxima carrera, se forme un ángulo de 90° (aproximadamente) entre el ajustador de freno y la varilla de empuje de la cámara de freno, como se muestra en la figura 30.

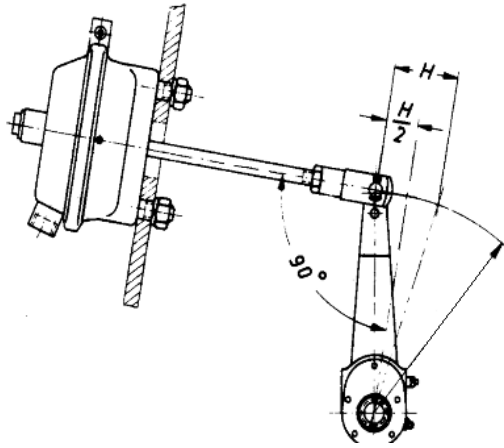


Figura 30. Ajuste entre cámara de freno y ajustador.

(Lafuente, 2011)

2.5.2.2. Ajuste del freno.

Uno de los factores más importantes para obtener el máximo rendimiento mecánico en la cámara de freno, es un ajuste apropiado, todas las carreras de la cámara deben ser ajustadas aproximadamente a la misma carrera y el ajuste debe ser hecho de tal manera que la carrera de la cámara sea lo más corta posible sin que se arrastren los frenos.

Los frenos que no estén ajustados correctamente representan un desperdicio de aire, reducen brazo de palanca y contribuyen a un rendimiento inadecuado del freno.

Ya que no todos los vehículos funcionan bajo condiciones idénticas de mantenimiento, la experiencia es considerada una valiosa guía para determinar un mejor intervalo de mantenimiento tanto para el tracto camión como para el semirremolque (BENDIX, 2004).

2.6. LEYES Y NORMATIVAS PARA SEMIRREMOLQUES.

2.6.1. LEY NACIONAL DE PESAS Y MEDIDAS (ECUADOR).

La mencionada ley decreta que los vehículos de transporte de carga, remolques y semirremolques ya sean estos; particulares comerciales o

cuenta propia, cuyo peso bruto permitido sea desde 3.5 toneladas; deberán regirse a las dimensiones y pesos máximos permitidos normados por la “Tabla Nacional de Pesos y Medidas”, (MTO, 2012). La tabla numero 1 muestra la tabla nacional de pesos y medidas.

Tabla 1. Tabla nacional de pesos y medidas

(MTO, 2012)

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)			
				Largo	Ancho	Alto	
2 D			CAMIÓN DE 2 EJES PEQUEÑO	7	5,00	2,60	3,00
2DA			CAMIÓN DE 2 EJES MEDIANOS	10	7,50	2,60	3,50
2DB			CAMIÓN DE 2 EJES GRANDES	18	12,20	2,60	4,10
3-A			CAMIÓN DE 3 EJES	27	12,20	2,60	4,10
4-C			CAMIÓN DE 4 EJES	31	12,20	2,60	4,10
4-0 OCTOPUS			CAMIÓN CON TAMDEM DIRECCIONAL Y TAMDEM POSTERIOR	32	12,20	2,60	4,10
V2DB			VOLQUETA DE DOS EJES 8 m³	18	12,20	2,60	4,10
V3A			VOLQUETA DE TRES EJES 10-14 m³	27	12,20	2,60	4,10
VZS			VOLQUETA ZS DE 3 EJES 16 m³	27	12,20	2,60	4,10
T2			TRACTO CAMIÓN DE 2 EJES	18	8,50	2,60	4,10
T3			TRACTO CAMIÓN DE 3 EJES	27	8,50	2,60	4,10
S3			SEMIREMOLQUE DE 3 EJES	24	13,00	2,60	4,10
S2			SEMIREMOLQUE DE 2 EJES	20	13,00	2,60	4,10
S1			SEMIREMOLQUE DE 1 EJE	11	13,00	2,60	4,10
R2			REMOLQUE DE 2 EJES	22	10,00	2,60	4,10
R3			REMOLQUE DE 3 EJES	31	10,00	2,60	4,10
B1			REMOLQUE BALANCEADO DE 1 EJE	11	10,00	2,60	4,10
B2			REMOLQUE BALANCEADO DE 2 EJES	20	10,00	2,60	4,10
B3			REMOLQUE BALANCEADO DE 3 EJES	24	10,00	2,60	4,10

Para las unidades de carga (Remolques, semiremolques y remolques balanceados) en la combinación se restará el largo del traslape.

En la tabla 2 se muestran las posibles combinaciones que se pueden presentar en vehículos de carga pesada junto con sus dimensiones y pesos máximos permitidos para su circulación por la red vial estatal, (MTO, 2012).

Tabla 2. Tabla nacional de pesos y medidas, posibles combinaciones.

(MTO, 2012)

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO BRUTO VEHICULAR MÁXIMO PERMITIDO (toneladas)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2S1			29	20,50	2,60	4,30
2S2			38	20,50	2,60	4,30
2S3			42	20,50	2,60	4,30
3S1			38	20,50	2,60	4,30
3S2			47	20,50	2,60	4,30
3S3			48	20,50	2,60	4,30
2R2			40	20,50	2,60	4,30
2R3			48	20,50	2,60	4,30
3R2			48	20,50	2,60	4,30
3R3			48	20,50	2,60	4,30
2B1			29	20,50	2,60	4,30
2B2			38	20,50	2,60	4,30
2B3			42	20,50	2,60	4,30
3B1			38	20,50	2,60	4,30
3B2			47	20,50	2,60	4,30
3B3			48	20,50	2,60	4,30

2.6.2. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-035-SCT-2-2010.

Objetivo y campo de aplicación.

La mencionada Norma Oficial Mexicana (NOM), insta las especificaciones y requerimientos mínimos de seguridad y de realización que deben poseer los remolques, semirremolques y convertidores nuevos o usados que se destinen a circular en el territorio de los Estados Unidos Mexicanos, y es aplicable para los fabricantes e importadores de remolques y/o semirremolques.

No rige para los remolques y semirremolques registrados como de aplicación específica (cargas especiales) de transporte de objetos indivisibles de gran peso y/o volumen ya que los mismos acatan a cada jurisdicción federal.

Actúa para los remolques y semirremolques que tengan un peso bruto vehicular de diseño que sobrepasa a los 14 000 kg.

Dicha Norma Oficial Mexicana no mandará a aquellos remolques y semirremolques que ingresen al país bajo la figura de internación temporal previsto en la Ley Aduanera.

2.6.2.1 Definiciones contempladas en la norma.

Ajustadores de frenos: Componente del sistema de frenos de aire que cambia el movimiento longitudinal a movimiento de rotación para frenar. A través de este componente se ajusta la holgura entre la zapata de freno y el tambor.

Cadenas de seguridad: Elemento de seguridad, cadena o cable de acero, para establecer la conexión entre los vehículos acoplados o enganchados, ya sean motrices o de arrastre y mantener el control de dirección de viaje del vehículo trasero en caso de falla del gancho de arrastre.

Cámaras de freno: Componente que convierte la presión de aire en fuerza mecánica para frenar un remolque o semirremolque.

Capacidad de arrastre: Peso máximo del remolque o semirremolque que se puede remolcar con un vehículo destinado a este trabajo.

Capacidad de diseño del eje (CDE): Considerado como el peso máximo que puede transmitirse al piso a través del acople de ejes considerando la capacidad mínima de los elementos que intervienen en el mismo: suspensión, ejes, rodamientos, mazas, rines y neumáticos.

Constancia de características técnicas: Documento emitido por el fabricante del vehículo, que contiene las características de peso y dimensiones del semirremolque.

Capacidad de carga: Determina la capacidad de carga en peso para el cual fue diseñado el semirremolque, a fin de que éste pueda ser acoplado y arrastrado o jalado con seguridad por un tracto camión.

Conectores de líneas de aire: Componentes que permiten la conexión de forma hermética y segura de una tubería o manguera a un dispositivo neumático.

Ejes: Elemento estructural del remolque o semirremolque al que se acoplan las ruedas del mismo, el cual en conjunto con otros elementos soporta el peso colocado sobre la estructura del semirremolque.

Espigas: Parte extrema del eje donde se sitúan los rodamientos que permiten que las ruedas giren y el semirremolque se desplace.

Línea de control: Tubería que transporta el aire a presión proveniente del tracto camión a las válvulas del sistema de frenos de aire para realizar la operación de frenado.

Mazas: Elemento del eje donde se alojan los rodamientos y al que se acoplan las ruedas del vehículo.

Plato de Enganche: Parte delantera del semirremolque que se acopla sobre la quinta rueda del tracto camión o del convertidor para transmitirle parte de su peso, la cual esta acoplada al King pin o perno rey.

Rodamientos: Componentes del eje que permiten que la maza gire libremente sobre el eje.

Tolvas presurizadas: Variedad de remolque o semirremolque el cual es utilizado para el transporte de material en polvo o granulado y que requiere de presión neumática para las operaciones de carga y/o descarga.

Válvulas de alivio: Elemento mecánico de operación automática utilizado para liberar el exceso de presión dentro de un recipiente, abriéndose al alcanzar un valor predeterminado y cerrándose al caer la presión por debajo de dicho valor.

Vástago de las cámaras: Componente de la cámara de freno que le permite acoplarse al ajustador de frenos, componente del sistema mecánico de los frenos.

2.6.2.2. Especificaciones contempladas en la norma.

Quinta rueda superior y perno rey.

El diseño del plato de acople debe asegurar el soporte para una carga vertical del 47% del peso bruto vehicular y la capacidad de arrastre debe corresponder a ser no menos del doble del peso bruto vehicular de diseño.

Tren de aterrizaje.

La capacidad estática que debe tener el tren de aterrizaje o patas de apoyo, debe corresponder al menos a 63 500 kg (140 000 lb). Estos elementos deben estar maniobrados por un reductor de dos velocidades de tal manera que el semirremolque pueda ser elevado incluso en circunstancias de plena carga con un par máximo de 143 N-m (14,0 kg-m o 100 lb-ft).

Rines y llantas.

Se debe respetar la capacidad de carga que se encuentra marcada en los rines y debe ser igual o mayor a la que se contempla en la tabla 3.

Tabla 3. Tabla de capacidad por tipo de rueda.

(SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES, 2010)

Medida de la Rueda	Descripción	Capacidad de carga
24.5 X 8.25	Ruedas de acero	3 311 kg (7 300 lb)
22.5 X 8.25	Ruedas de acero	3 311 kg (7 300 lb)
19.5 X 6.0	Ruedas de acero	1 634 kg (3 750 lb)
17.5 X 6.75	Ruedas de acero	2 300 kg (5 070 lb)
17.5 X 8.25	Ruedas de acero	2 540 kg (5 600 lb)

22.5 X 8.25	Rueda de Aluminio	3 307 kg (7 290 lb)
24.5 X 8.25	Rueda de Aluminio	3 307 kg (7 290 lb)
22.5 X 14.00	Rueda de Aluminio	5 576 kg (12 800 lb)

Sistema de frenos.

Las unidades que circulan por la red vial nacional con el afán de brindar seguridad están obligadas a que los sistemas de frenos de los remolques y semirremolques cumplan con lo siguiente, (SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES, 2010):

Capacidad de tanques de aire.

El volumen de los depósitos que se requieren para la operación de los frenos neumáticos debe ser de ocho veces el volumen del área de servicio de las cámaras de freno colocadas. A menos que la especificación del fabricante de las cámaras de freno detalle lo contrario, el volumen por cámara a tomar en cuenta debe ser de 1,556 l (95 in³) para el establecimiento del volumen de los tanques. Toda toma de aire adicional a los sistemas de frenos permanece protegida por una válvula protectora de presión, la cual está calibrada a 4,8 MPa (70 lb/in²) para evitar la pérdida de aire en caso de rotura de mangueras de aire para sistemas auxiliares. El personal fabricante del semirremolque también deberá tomar en cuenta el consumo de aire de los sistemas auxiliares para establecer el volumen adicional del tanque (Saavedra, 2010)

Sistemas de válvulas.

El sistema de válvulas debe contener una válvula de llenado de tanque y maniobra de cámara de frenos de emergencia/estacionamiento, es decir que a falta de aire en la línea de suministro, se usan los frenos; una válvula de operación de los frenos; una válvula de relevo que conserve la señal de frenado para los semirremolques que posean más de 12,80 m de longitud y para combinaciones biarticuladas. (transporte, 2013)

Líneas de aire para frenos.

Las líneas de aire se deben identificar claramente, de tal forma que se diferencie entre una línea de suministro o una línea de control. La línea

destinada para el control debe ser de color azul, de un diámetro exterior mínimo de 9,5 mm (3/8 in), en tanto que la línea de suministro debe ser identificada con el color rojo, de un diámetro exterior mínimo de 12,7 mm (1/2 in). Estos elementos deberán ser marcados o etiquetados con la marca del fabricante, seguida de la característica informativa de que se trata de tubería para frenos de aire, y el diámetro exterior, las conexiones para estas líneas deben ser detalladas para frenos y las mangueras que conectan las válvulas a las cámaras de frenos deben estar etiquetadas con la marca del fabricante, además de la característica leyenda informativa de que se trata de manguera diseñada y fabricada concretamente para sistemas de frenos de aire (como se menciona en la SAE J844 (tubería) y en la SAE J1402 (mangueras)). Las mangueras y tubería de frenos no deben rozar unas con otras, ni estar en contacto directo con partes metálicas. (Engineering, 2004)

Conectores de líneas de aire.

Se requiere que los conectores también deben estar identificados en cuanto a su conexión como línea de control (azul) o línea de suministro (rojo) (SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES, 2010)

Cámaras de freno.

Todas las cámaras de freno deben estar equipadas de dos secciones (cámara doble); una capaz de realizar un frenado de estacionamiento (habitualmente operado por un resorte) y la otra de frenar el vehículo por medio de aire comprimido. La sección de freno de emergencia debe permanecer sellada y el tamaño mínimo de las cámaras de freno debe de ser de 193,5 cm² (30 in²) y el recorrido debe de ser mínimo de 63,5 mm (2,5 in). El vástago de las cámaras debe estar dotado de un indicador de desgaste, el cual consiste en una banda de color naranja o roja de 12,7 mm de longitud, el cual aparece cuando la varilla se desplaza 50,8 mm. Se verifica y constata de forma visual la presencia de las cámaras y el indicador de desgaste.

Si el vehículo está provisto de un sistema de ejes con freno de disco, el tamaño de la secciones de servicio y de freno de emergencia de las cámaras

de freno debe ser establecido en 137.4 cm² (24 in²) como mínimo, no requieren indicador de desgaste. (Estado, 2014)

Ajustadores de frenos (candados).

Con la finalidad de certificar que los frenos estén ajustados continuamente para una operación óptima, se requiere que los remolques y semirremolques estén equipados con ajustadores de freno automáticos. En el caso de ejes con freno de disco, el sistema de ajuste estará integrado al caliper de los frenos, por esta razón por la cual no se requiere de ningún tipo de ajuste en los sistemas de freno neumático de disco.

Sistema de iluminación.

Cualquier tipo de semirremolque debe estar equipado con las lámparas en cantidad, color y posición que establece el Reglamento de Tránsito en Carreteras Federales, por tal razón debe contar con el siguiente sistema como mínimo:

- a) Dos luces de frontales color ámbar
- b) Cuatro luces de color rojo.
- c) Dos luces de freno color rojo.
- d) Dos direccionales traseras color rojo o ámbar.
- e) Tres luces de traseras color rojo instaladas en la parte superior central.
- f) Una luz de placa blanca.
- g) Tres luces laterales por costado, una al frente color ámbar, una trasera color rojo y una lámpara central color ámbar
- h) Dos luces de posición inferior por costado, una central color ámbar y una trasera color rojo.
- i) Una luz direccional central por cada costado de color ámbar

Todas las conexiones deben ser del tipo “selladas” con el afán de evitar el ingreso de humedad y lograr así prevenir su corrosión o generación de corto circuito.

El “arnés principal” debe estar compuesto por 7 cables que mantengan la codificación de color, manteniendo un diámetro mínimo y realizando la aplicación como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Códigos de colores y calibre del arnés principal de iluminación.

(SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES, 2010)

COLOR	CALIBRE	FUNCIÓN
Blanco	8	Tierra, retorno al vehículo que arrastra.
Azul	10	Suministro de energía a accesorios, incluyendo el sistema de frenos ABS.
Rojo	10	Lámpara de frenos y sistema ABS.
Negro *	12	Gálibos, demarcadoras, lámpara de placa
Café *	12	Calaveras, gálibos, demarcadoras, lámparas de identificación.
Amarillo	12	Direccional izquierda.
Verde	12	Direccional derecha

El criterio del fabricante de que los cables que forman el “arnés principal” pueden estar agrupados en grupos menores de 7 cables es aceptable siempre y cuando los calibres y colores se respeten.

Además del sistema de iluminación todo remolque y semirremolque debe tener cinta reflectiva que se cubra la parte inferior de cada costado en un 50% de su longitud, en su totalidad de la parte trasera de la defensa, también una línea adicional al ancho total del remolque y dos escuadras traseras demarcando la altura y ancho del remolque.

2.6.2.3. Métodos de prueba.

Para la comprobación de las especificaciones establecidas en la norma oficial mexicana deben aplicarse los siguientes métodos de prueba:

EJES Y SUSPENSIÓN.

Para equipos de fabricación nacional, se verifica documentalmente con la constancia de características emitida por el fabricante original del semirremolque y la placa de especificaciones que cumplan con el PBVD (GVWR) especificado. Se verifica la placa de especificaciones de la suspensión para verificar que su capacidad sea al menos igual a la del eje.

En el caso de equipos importados, se verifica con el título de propiedad en lugar de la constancia de características.

Se verifica documentalmente que la espiga del eje corresponda a la capacidad del mismo teniendo en cuenta los siguientes valores: capacidad de espiga recta 11 340 kg (25 000 lb); capacidad de espiga cónica 10 206 kg (22 500 lb). El que la espiga sea del tipo “recta” se verifica desmontando las mazas y los rodamientos y midiendo el diámetro de la espiga donde asientan dichos rodamientos utilizando para ello un vernier calibrado; alternativamente esta característica se puede determinar mediante la identificación de la tapa de lubricación de los ejes; se tiene dos alternativas generales de tapas: la tapa que se acopla a la maza por medio de tornillos o la tapa que tiene rosca y se atornilla a la maza (Transportes, 2009)

Patines. Con el vehículo a peso bruto vehicular de diseño y desenganchado del tractor, se reemplaza la manivela de los patines por un torquímetro calibrado con un intervalo de 0 a 253 N-m (0 a 175 lb-ft). Se operan los patines para levantar o bajar la unidad en velocidad baja. El par requerido para esta operación debe ser menor a 143 N-m (14 kg-m o 100 lb-ft).

Rines y llantas. La inspección se la realiza de acuerdo con lo estipulado en la tabla 5.

Tabla 5. Aspectos de revisión para rines y llantas.

(SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES, 2010)

Componente	Defectos	Leve	Grave	Peligroso
Neumáticos.	Banda de rodamiento lisa y alcanza a los indicadores de desgaste.		x	
Neumáticos.	Cualquier falla en el eje direccional.			x
Neumáticos.	La profundidad de la banda de rodamiento, de las llantas montadas en el eje direccional, con espesor mínimo de 0.32 cm (1/8).			x
Neumáticos.	La profundidad de la banda de rodamiento de las llantas de los ejes restantes, con espesor mínimo de 0.158 cm (1/16). (20% o más del total).			X
Neumáticos.	El o los costados estén cortados o dañados, y las cuerdas de su estructura queden expuestas.		X	
Neumáticos.	Diseño o tipo para uso fuera de carreteras, o no apta para montaje en el eje direccional.		X	
Neumáticos.	Protuberancias y secciones débiles, que presenten la separación de la banda de rodamiento. (20% o más del total)	X		
Neumáticos.	Infladas deficientemente y tienen contacto con otros componentes del vehículo que no corresponden a su montaje.	X		

Neumáticos.	Contacto con otra llanta, en montaje dual.		X		
Neumáticos.	Radiales con cinturones de la estructura expuestos y/o con las cuerdas de los costados deterioradas.	X			
Neumáticos.	Arrancaduras o abrasiones en la banda de rodamiento o contrafuerte.		X		
Neumáticos.	Desinfladas o con fuga perceptible. (10% o más del total)	X			
Neumáticos.	Recubiertas con desprendimiento de la estructura.		X		
Neumáticos.	Llantas recubiertas en el eje direccional.		X		
Neumáticos.	Uso de llantas radiales en rines diferentes.	X			
Neumáticos.	Combinación de llantas convencionales y radiales en el eje direccional.		X		
Cámaras y Corbatas.	Corbata o cámara saliente, por la válvula del rin y tocando el vástago de la válvula.	X			
Cámaras y Corbatas.	Presencia de objetos entre llantas en eje con llantas montadas en dual.				
Separación de neumáticos y ruedas.	Cualquier condición que ocasione que la carrocería o chasis o entre las llantas tenga contacto.		X		
Anillo de cierre lateral.	Vencidos, rotos, agrietados. (Más del 20%).		X		
Rueda y rin, grietas.	Cualquiera en el rin. (Del 20% o más).		X		
Rueda y rin, grietas.	Agujeros de pemo abocardados. (Más del 50% de su tamaño normal).		X		
Rueda y rin, soldaduras.	Entre agujeros de mano.		X		
No más de una rueda o rin en suspensión de 8 ruedas; y no más de dos ruedas o rines en suspensión de 12 ruedas.	Entre agujeros de mano al rin.		X		
	Rin rebotado o quebrado.		X		
	En las ruedas del eje direccional.		X		
Suspensión de 12 ruedas.	En las ruedas de estrella (artillería) a lo largo de una sección de sus aristas o en tres o más aristas.		X		
Adaptador desmontable sin tubo.	Grietas en tres o más aristas.		X		
Sujetadores, birlos y tuercas.	Tornillos, tuercas y sujetadores faltantes (mariposas) (20% o más del total).	X			
Sujetadores, birlos y tuercas.	Birlos faltantes o rotos (20% o más del total).	X			
Sujetadores, birlos y tuercas.	Que no queden asentados a la rueda. (20% o más del total)	X			

Los tanques de aire para frenos se verifican documentalmente como sigue:

El fabricante o importador presenta constancia de capacidad volumétrica del tanque, emitido por el fabricante del mismo, y constancia de volumen de la sección de servicio de las cámaras de freno del fabricante de cámaras de frenos. El volumen certificado de las cámaras de frenos se multiplica por 2, por el número de ejes de la unidad, por 8 y se compara con el volumen certificado del tanque. Si no se cuenta con volumen certificado de las cámaras, utilizar 1,556 L (95 in³). El volumen del tanque debe ser igual o mayor al determinado por las operaciones matemáticas mencionadas.

Si no se cuenta con las constancias mencionadas, utilizar 1,556 L (95 in³) como volumen para cada cámara y determinar el volumen del tanque midiéndolo y calculándolo. El volumen del tanque o tanques, debe ser igual o mayor al determinado por las operaciones matemáticas mencionadas. (SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES, 2010)

2.6.3. IRAM 10267 CONECTORES PARA FRENO NEUMÁTICO ENTRE VEHÍCULOS TRACTOR Y REMOLCADO.

La presente norma establece los requisitos de los conectores para el sistema de freno neumático entre el tracto camión y el semirremolque, equipados con línea de mando y línea permanente.

Línea de mando. Conduce el aire controlado por el pedal de freno o por el comando manual de freno del semirremolque.

Línea permanente. Suministra el aire a presión a los depósitos del semirremolque.

Los conectores deben estar provistos de un dispositivo de inhibición para asegurar que no pueda realizarse un acople incorrecto, deberá tener un dispositivo automático (válvula de retención) para asegurar, sin operación manual la continuidad del suministro de aire cuando el semirremolque esta acoplado al tracto camión y su discontinuidad cuando están desacoplados y

no afectar la intercambiabilidad de equipos, (Secretaria de Comunicaciones y Transporte, 2008).

Los conectores deben poseer una tapa protectora contra impurezas.

El cabezal de acople de la línea de mando debe ubicarse a la izquierda del plano longitudinal de simetría del vehículo, observando al vehículo desde la parte trasera. El cabezal de acople de la línea permanente debe ubicarse a la derecha del plano longitudinal de simetría del vehículo, observando al vehículo desde la parte trasera. Cuando dichas líneas de conexión están desacopladas, por razones de seguridad deben poseer un mecanismo de sujeción sobre el semirremolque. El color de identificación de las conexiones debe ser: **Rojo**, para línea permanente. **Amarillo o azul**, para línea de control.

El color de identificación debe estar presente en el cabezal del acople o en un punto claramente visible cerca del cabezal, puede ser en la tubería con una placa. La ubicación de los conectores se debe realizar del modo siguiente: Para el tracto camión; hacia la derecha, observando el vehículo desde la parte trasera, y para el semirremolque; hacia la izquierda, observando el vehículo desde la parte trasera. En la figura 31 se muestra la disposición de los conectores tanto en el tracto camión como en el semirremolque

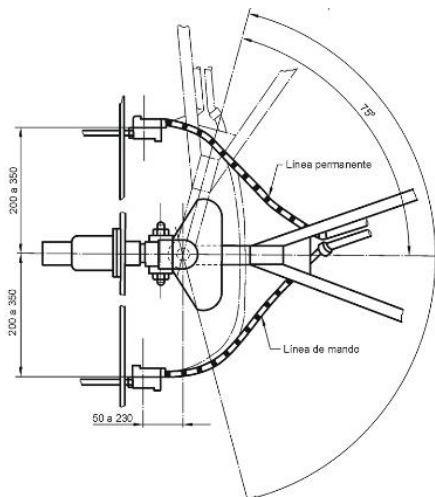


Figura 31.Ubicación de cabezales de acople y de tubos flexibles de conexión para tracto camión y semirremolque.

(IRAM, 2007)

3. METODOLOGÍA.

El presente trabajo de titulación se ha desarrollado dentro de los siguientes tipos de investigación:

Descriptiva de campo; mediante la cual se llegó a conocer la situación actual en el país, acerca del proceso de fabricación y montaje del sistema de frenos neumáticos en semirremolques. Para el desarrollo de la investigación se selecciono a las industrias dedicadas a la fabricación de semirremolques el transporte de carga pesada en el territorio nacional ecuatoriano, las cuales se encuentran en el área sur de la ciudad de Quito y son: Remolques del Sur, Remolques Llagua, Remolques Barriga, Talleres Traimcobsa.

Gracias a dicha información recabada en su fase de procesamiento e interpretación permitió la verificación del problema planteado con lo cual se pudo determinar que en su totalidad, las industrias visitadas realizan sus actividades de construcción en base a conocimientos empíricos adquiridos de experiencias en la mencionada actividad, es decir únicamente en el conocimiento que han adquirido con el pasar de los años y sin el respaldo de un documento técnico, diseño preestablecido o normativa que controle esta actividad.

El instrumento empleado para recolección de información fue la observación, conjuntamente con ciertas preguntas acerca del proceso sistemático y ordenado de la construcción de semirremolques y del sistema de frenos neumáticos. Se observaron y analizaron las diversas actividades inmersas en el proceso de fabricación del semirremolque.

La observación que se aplico se la realizó en concordancia a ciertos indicadores como:

- Actividades previas al proceso de construcción.
- Tiempo empleado en el proceso de fabricación del semirremolque.
- Técnicas y recursos utilizados para la fabricación del semirremolque.
- Participación del personal que labora en las industrias constructoras.

La investigación bibliográfica se empleo para conocer acerca de normativas internacionales existentes acerca del proceso de fabricación y ensamble del sistema de frenos neumáticos en semirremolques.

En la fase de acumulación de referencias se busco la mayor cantidad posible de fuentes que proporcionen información acerca del tema citado.

En la selección de referencias se logro establecer a las fuentes que brinden información acerca del proceso de fabricación y montaje del sistema de frenos neumáticos en semirremolques, y que se puedan adaptar a las situaciones propias del medio en el que se va a desarrollar.

Para la incorporación de referencias se tomo en cuenta ciertos criterios técnicos, los cuales determinan que las fuentes seleccionadas son idóneas y se ajustan a las características del medio en el que se va a desarrollar la actividad. Dentro de dichos criterios esta por ejemplo: Disponibilidad en el mercado nacional, sistemas utilizados en el país y compatibles con otros sistemas, Costos de adquisición en el mercado nacional acorde con el medio.

Luego de dicha selección se utilizo la redacción con el afán de realizar un manual para la fabricación y montaje del sistema de frenos neumáticos en semirremolques de fabricación nacional con referencia a normas internacionales.

Para el desarrollo del manual de montaje y fabricación propuesto se ha tomado en cuenta la situación de las industrias entrevistadas, las cuales no realizan dicha fabricación y montaje en base a documentos técnicos como tampoco a normativas de fabricación y por tanto se ha establecido gracias a las normas internacionales consultadas un proceso técnico de construcción y montaje del sistema de frenos neumáticos, acorde con la realidad del país y ajustándose a las condiciones en las que se desenvuelve la actividad de transporte pesado con semirremolques.

4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

El correcto funcionamiento del sistema de frenos neumáticos en un semirremolque tiene una aplicación directa en la actividad de transporte pesado ya que por el tipo de trabajo que realizan estos vehículos, el largo tiempo de trabajo al que están sometidos y las condiciones geográficas del país, es necesario tener un sistema de frenos neumáticos que brinde las garantías de seguridad y eficiencia en todo momento al semirremolque, el tracto camión, conductor y por consiguiente la carga transportada.

4.1. PROPUESTA DE MANUAL PARA LA FABRICACIÓN Y MONTAJE DEL SISTEMA DE FRENOS NEUMÁTICOS PARA SEMIRREMOLQUES DE FABRICACIÓN NACIONAL.

4.1.1. DISEÑO.

Para la fabricación y montaje del diseño del sistema de frenos neumáticos en un semirremolque de fabricación nacional lo primero que se toma en cuenta es el número de ejes sobre los cuales va a actuar el freno neumático, para el caso de este estudio se tomo en cuenta un semirremolque de tres ejes, el cual es uno de los más utilizados en el país por el peso máximo permitido a transportar, como también por su versatilidad en la actividad del transporte pesado en el país.

Además de ello se referirá a:

- NORMA Oficial Mexicana NOM-035-SCT-2-2010, Remolques y semirremolques-Especificaciones de seguridad y métodos de prueba.
- NTE INEN 0964 VEHÍCULOS AUTOMOTORES. FRENOS NEUMÁTICOS. PRESIONES EN CAÑERÍAS Y EFICIENCIA DE FRENADO

- IRAM 10267: 2007 Vehículos comerciales de carretera. Conectores para freno neumático entre vehículos tractor y remolcado. Requisitos y métodos de ensayo.
- IRAM 10269: 2008 Vehículos comerciales de carretera. Ubicación de las conexiones eléctricas y neumáticas entre vehículos tractor y remolcado.

4.1.1.1. Conectores para freno neumático entre tracto camión y semirremolque.

Tomando en cuenta el numeral 4.1.5.4 de la NOM-035-SCT-2-2010 y la IRAM 10267, se establece que dentro de los conectores para frenos neumáticos en el semirremolque debemos puntualizar que el semirremolque poseerá dos líneas que son:

Línea de mando: Es la línea que conduce el aire a presión controlado por el pedal de freno o por el comando manual del freno del vehículo.

Línea permanente: Línea que suministra aire a los depósitos del semirremolque.

Los conectores deben tener un dispositivo de inhibición para asegurar que no pueda realizarse un acople incorrecto.

El cabezal de acople del tracto camión debe tener un dispositivo automático (válvula de retención) para asegurar, sin operación manual, la continuidad del suministro de aire cuando el vehículo está acoplado al semirremolque y su discontinuidad cuando están desacoplados, además de ello el dispositivo no debe afectar el intercambio entre equipos.

El cabezal de acople del semirremolque debe operar con cualquier tipo de válvula de retención del tracto camión.

Los conectores deben tener una tapa protectora contra impurezas.

Los conectores deben estar identificados mediante colores y así saber claramente el tipo de línea que se está manipulando, definiendo la línea de control de color azul, mientras que la de suministro debe ser de color rojo, ya que las mangueras que vienen desde el tracto camión poseen el mismo código de colores, tal como se aprecia en la figura 26.



Figura 32. Conectores para líneas de aire en semirremolque.

Los conectores deben estar instalados fijamente en la parte delantera central de la estructura del semirremolque, esto facilita el acceso por parte del operador y una fácil maniobrabilidad en momento de circular el tracto camión acoplado del semirremolque. La estructura del semirremolque debe brindar protección ante cualquier riesgo de rotura ya sea por golpe o por contacto con elementos externos, como se muestra en la figura 27.



Figura 33. Fijación de conectores de líneas de aire en estructura de semirremolque.

El acople de la línea de mando debe ubicarse a la izquierda, mientras que el cabezal de la línea permanente debe ubicarse a la derecha del plano longitudinal de simetría del vehículo, observando al vehículo desde la parte trasera (IRAM, 2008).

En este tipo de conectores la superficie vertical de sello debe ubicarse del modo siguiente:

- Para el tracto camión hacia la derecha, observando el vehículo desde la parte trasera.
- Para el semirremolque hacia la izquierda, observando el vehículo desde la parte trasera.

En la observación realizada en los talleres y fabricantes de semirremolques no se cumple con este requerimiento.

La figura 28 muestra la ubicación correcta de los conectores en la estructura del semirremolque.



Figura 34. Ubicación de conectores.

4.1.1.2. Tubería plástica para sistema de frenos neumáticos.

El numeral 4.1.5.3 de la NOM-035-SCT-2-2010, establece que las líneas de aire deben estar identificadas de tal forma que permita distinguir si se trata de una línea de suministro o de la línea de control. La línea de control debe ser de un diámetro exterior mínimo de 9,5 mm (3/8 in), mientras que la de suministro debe ser de un diámetro exterior mínimo de 12,7 mm (1/2 in). Las tuberías deben estar marcadas o etiquetadas por el fabricante, seguida de la leyenda enunciativa que se trata de tubería para frenos de aire, como se menciona en la SAE J844 (tubería) y en la SAE J1402 (mangueras). Las mangueras y tubería de frenos no deben rozar unas con otras, ni estar en

contacto directo con partes metálicas, para así evitar que el sistema tenga fugas debidas a rozamiento o golpes.

Además de ello la estructura del semirremolque debe proporcionar el alojamiento específico para que las líneas de aire se desplacen desde la parte delantera (acoples de sistema de frenos), hasta la parte posterior donde se encuentran los demás elementos del sistema neumático de frenos. La figura 29 muestra la correcta ubicación de las líneas de aire en la estructura del semirremolque.

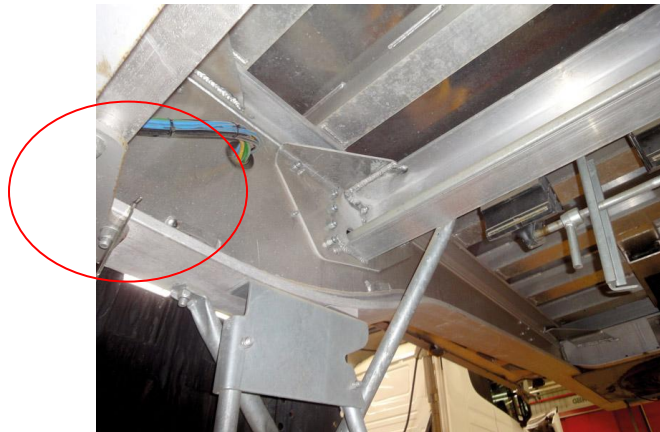


Figura 35. Alojamiento en estructura de semirremolque para mangueras de aire.
(Cadesumdigital, 2014)

Con la práctica de estas recomendaciones se cubre los requisitos mínimos para los conjuntos de mangueras de frenos de aire para su uso en semirremolques, incluyendo las conexiones flexibles en el eje, del tracto camión al semirremolque y otras líneas aéreas que no poseen protección adicional, con presiones de aire de hasta a 145.03 PSI (9.87 BAR), que están expuestos a la tracción potencial o impacto. Bajo condiciones de temperaturas externas o internas que están fuera del rango de -40°C a $+100^{\circ}\text{C}$ se recomienda el uso de manguera con características específicas para este tipo de temperatura.

Las marcas y características en las mangueras, tubos y conexiones se verifican de forma visual luego de instalado el sistema por completo.

En la observación que se realizó a las industrias fabricantes se constató que no se cumple, pues se utiliza una manguera para aire de 3/8" en líneas

principales, además de que no está definida por un código de colores para suministro y control o a su vez estar etiquetada con información acerca del sistema

4.1.1.3. Tanques de reserva de aire a presión.

En la observación se constató que se elaboran los tanques de reserva de aire para 120 PSI (8.16 BAR) de forma empírica y lo realizan utilizando tol negro de 2mm con dimensiones de 600mm x 350 Ø sometido a un proceso de unión por medio de suelda eléctrica con electrodo 6013. Esta práctica resulta peligrosa pues los constructores lo realizan sin sujetarse a normas de construcción y mucho menos a realizar ensayos de presión, antes de realizar su instalación en el sistema neumático de frenos.

El numeral 4.1.5.1 y 5.1.1.8 de la NOM-035-SCT-2-2010 contempla que para semirremolques con suspensión de ballestas la capacidad de reserva de aire debe ser de por lo menos 8 veces el volumen de las cámaras de aire instaladas y para el caso de semirremolques que estén equipados con suspensión neumática, la capacidad de reserva de aire debe ser de al menos de 11 veces el volumen de las cámaras de aire. Este volumen se aplica de forma general, a menos que el fabricante estipule lo contrario para las cámaras de aire, en caso de no conocer el volumen de la cámara de freno, se deberá considerar 1,556 L (95 in³) para la determinación del volumen de los tanques. El fabricante deberá también considerar el consumo de aire de sistemas auxiliares para determinar el volumen adicional del tanque. De existir alguna toma de aire extra de los sistemas de frenos deberá estar resguardada con una válvula protectora de presión calibrada a 70 PSI (4.76 BAR con el propósito de evitar la pérdida de aire en caso de rotura de mangueras de aire para sistemas neumáticos auxiliares.

El volumen total del tanque o tanques que se van a instalar debe ser igual o mayor al volumen calculado previamente tomando en cuenta el número de cámaras de aire y si existiere alguna toma adicional.

La figura 30 muestra al tanque de almacenamiento de aire a presión.



Figura 36. Tanque de aire a presión para semirremolque.

La capacidad mínima de los tanques de aire, para los tipos de remolques más utilizados en el país, se detalla en la tabla 1.

Tabla 6. Capacidad mínima requerida para tanques de aire.

Tipo de semirremolque.	Capacidad mínima de tanques de aire.
2 ejes suspensión balrestas	49.792 L
2 ejes suspensión neumática	68.46 L
3 ejes suspensión balrestas	74.68 L
3 ejes suspensión neumática	102.70 L

4.1.1.4 Cámaras de freno neumático para semirremolque.

El numeral 4.1.5.5 de la NOM-035-SCT-2-2010, establece que para semirremolques de dos o tres ejes se debe contar con cámaras de freno dobles en todos los ejes, las cuales deben estar provistas de dos secciones (doble cámara); una capaz de realizar un frenado de estacionamiento (habitualmente operado por un resorte) y la otra cámara con la función reducir la velocidad del vehículo, operada por aire controlado. El tamaño mínimo de las cámaras debe ser de al menos 193,5 cm² (30 in²) y la carrera debe ser de 63,5 mm (2,5 in) El vástago de las cámaras deberá poseer un indicador de desgaste, el cual consiste de una banda roja, de 12,7 mm de largo, la cual se hace visible cuando la varilla se mueve 50,8 mm. El proceso

de verificación tanto de las cámaras como del indicador de desgaste se verifica de forma visual.

En la visita a las industrias constructoras se verifico que no se cumple con lo establecido en la norma.

4.1.1.5. Ajustadores de freno.

El numeral 4.1.5.7 de la NOM-035-SCT-2-2010, establece que para asegurar que la holgura entre la zapata y el tambor esté continuamente ajustada para una operación óptima, se requiere que los remolques y semirremolques cuenten con ajustadores de freno automáticos, en la observación que se realizó a las industrias constructoras determino que en su totalidad se utilizan ajustadores manuales de freno razón por la cual se incumple con lo este requisito.

4.1.1.6. Conexión de los elementos.

La conexión del sistema de frenos neumáticos debe seguir un orden lógico el cual empieza por:

1. Acoplar los conectores de línea de aire a la manguera plástica.
2. Tendido de manguera a lo largo de la estructura del semirremolque desde la parte delantera(Conectores de líneas de aire) hasta la parte posterior (tanque de aire y válvulas)
3. Conexión desde línea de suministro al tanque de aire, por medio de la válvula relé.
4. Conexión de línea de control a válvula relé, para función de pedal de freno.
5. Conexión desde las salidas de la válvula relé hasta las válvulas de descarga rápida
6. Conexión de cada una de las salidas de la válvula de descarga rápida a la entrada de aire de las cámaras de freno, tanto para servicio como para freno de estacionamiento.

La figura 31 muestra la conexión de los elementos que conforman el sistema neumático de frenos para el semirremolque.

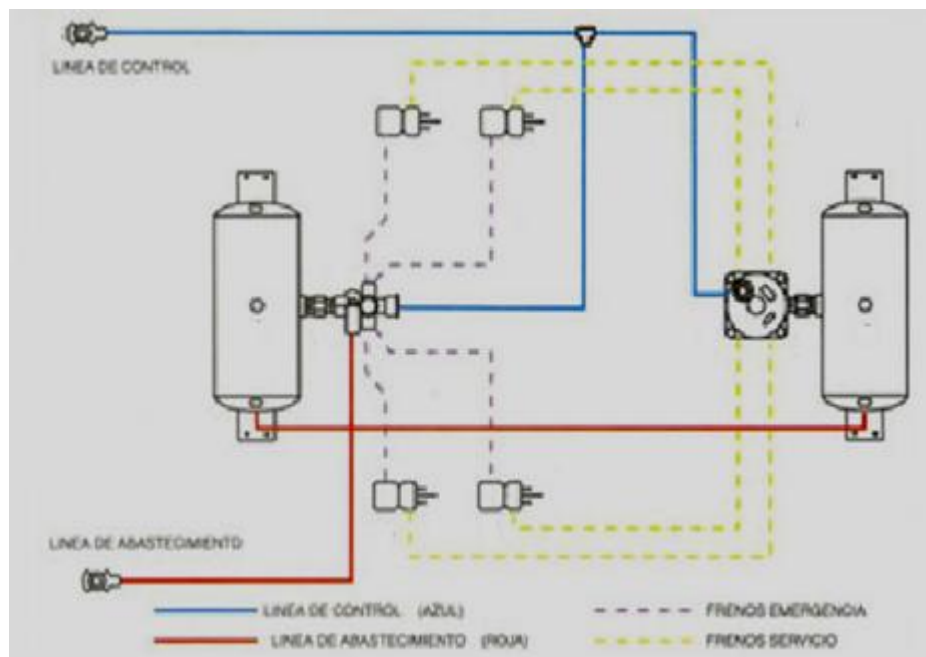


Figura 37. Conexión de elementos de sistema de frenos neumático.

(PETINARI, 2012)

4.2. CONSTRUCCIÓN DE BANCO DE PRUEBAS.

Con el afán de aplicar lo establecido en el manual se procede a la construcción de un banco de pruebas, el cual será entregado a la Universidad Tecnológica Equinoccial para que los estudiantes de la carrera Ingeniería Automotriz, puedan realizar prácticas y estudios en el mismo.(ANEXO 3)

4.2.1. MATERIALES.

A continuación se mencionan los materiales de forma detallada, que fueron utilizados para el desarrollo de este proyecto, y cuáles son sus componentes y propiedades físicas que los hacen idóneos para cumplir las funciones a las que se les va a someter.

Para este caso práctico se va a realizar banco de pruebas aplicando las normas que rigen al sistema de frenos para un semirremolque de dos ejes.

4.2.1.1. Eje de semirremolque.

Para la elaboración del banco de pruebas se utiliza un eje cuadrado para semirremolque el cual posee el sistema de frenos de tambor y en el cual aplicamos lo estipulado en las normas para garantizar un sistema de frenos neumáticos confiable y seguro.

Por ser un elemento de considerable peso se ha decidido montar sobre él mismo a la estructura metálica que conforma al banco de pruebas que se va a construir, la cual contara con ruedas para así poder manipular y trasladar en el momento que se requiera. Tal como se muestra en la figura 32 la estructura del eje es robusta y representa un gran peso para poder manipularlo.



Figura 38. Eje tipo spoke Wheel para semirremolque.
(Alibaba, 2011)

4.2.1.2. Tanque de aire.

Se utilizo un tanque de aire metálico con las siguientes características:

Volumen: 50 litros

Presión máxima: 8.3 Bar (122.01 PSI)

Temperatura mínima de trabajo: 10°C

Temperatura máxima de trabajo: 100°C

Se selecciono este tipo de tanque ya que cumple con lo estipulado en la norma mexicana así:

$$CTA = N * Vc * Z$$

Donde:

CTA: Capacidad de tanques de aire

N: numero de cámaras de freno.

Vc: Volumen de la cámara a considerar

Z: Constante de volumen de cámara; 8 para suspensión de muelles y 11 para suspensión neumática

El cálculo para conocer la capacidad del tanque de aire es el siguiente

$$CTA= 4 \times 1.556L \times 8 \quad [1]$$

$$CTA= 49.792 L$$

En concordancia con la norma el volumen del tanque de aire debe ser mayor o igual al resultado del cálculo de capacidad para tanques de aire.

4.2.1.3. Cámaras de freno.

Para la construcción del presente banco de pruebas se interpretara la construcción de un sistema de frenos neumáticos para un semirremolque de dos ejes, por esta razón y para diferenciar el funcionamiento entre las mismas se utilizaron 4 cámaras de freno, de las cuales son:

2 cámaras de freno de doble efecto tipo 30/24(servicio y emergencia).

2 cámaras de freno de simple efecto tipo 30 (servicio).

4.2.1.4. Acoples de freno para semirremolque.

Son elementos normalizados que han sido elegidos por su fácil acceso en el mercado así como también por ser elementos normalizados, los cuales tienen la función de conducir el aire a presión desde el tracto camión hacia el semirremolque y garantizan el fácil reemplazo entre equipos.

Se distinguen por los colores; rojo para la línea de suministro y de color azul o amarillo para la línea de control.

En la figura 33 se aprecia la instalación de los acoples de freno para semirremolque en la estructura del banco de pruebas, diferenciando claramente la línea de suministro y la línea de control

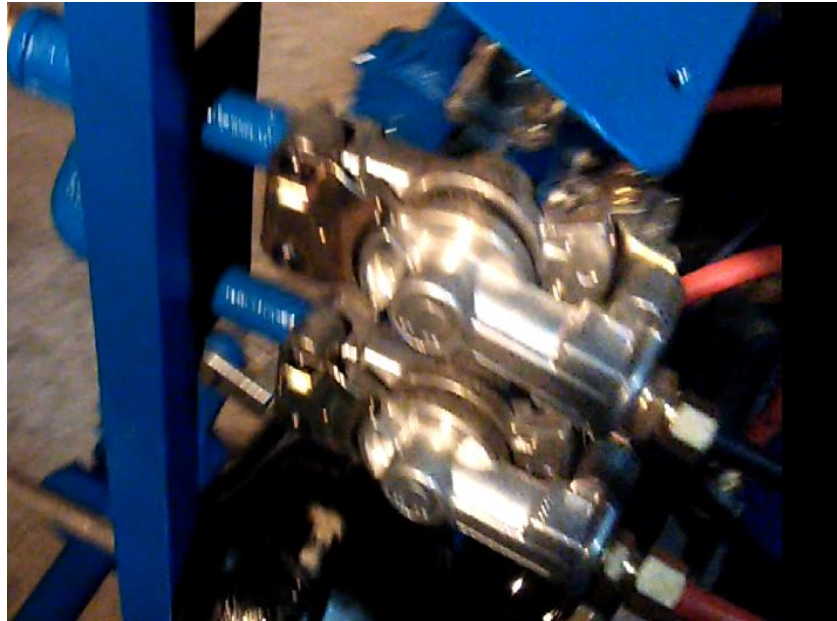


Figura 39. Fijación de acoples de freno en estructura metálica

4.2.1.5. Válvula de bloqueo.

Se utiliza este elemento para permitir el paso de aire a presión desde el tracto camión hacia el semirremolque y cumplir con la función de accionar al freno de emergencia cuando el conductor lo desee.

Este elemento está situado en el habitáculo del vehículo al alcance del conductor en cualquier momento. En este caso lo hemos colocado en la estructura metálica con el mismo afán de tener acceso a él en cualquier momento, como se muestra en la figura 34.



Figura 40. Colocación de botón de bloqueo para banco de pruebas.

4.2.1.6. Válvula de pedal de freno.

Debido a que la señal de control proviene del tracto camión, se ha optado por utilizar una válvula de paso para freno de máquina neumático, el cual para este caso reproduce el paso de aire hacia la línea de control simulando el trabajo que realiza la válvula de pedal de freno, como se muestra en la figura 35.



Figura 41. Válvula de freno de máquina para simular señal de control.

4.2.1.7. Entrada de aire al sistema.

Como se trata de un banco de pruebas el cual no cuenta con el suministro de aire proveniente del tracto camión, se ha optado por suministrar aire a presión proveniente de una línea de aire externa por medio de una manguera para servicio neumático y un acople rápido en el tablero de control para facilitar dicho suministro de aire.

En la figura 36 se observa el conector para acople rápido de aire conjuntamente con la manguera de aire a presión, la cual se encarga de dotar del suministro de presión de aire necesaria para al sistema hacer funcionar al banco de pruebas.



Figura 42. Suministro de aire por medio de línea externa.

4.2.1.8. Manómetro de presión para tanque de aire.

Para tener información acerca de la presión que existe en el tanque de presión del sistema se decidió colocar un manómetro en el panel de control del banco, con este elemento tendrá conocimiento de la presión a la que trabaja el sistema y a la presión a la cual se acciona automáticamente el freno de estacionamiento a causa de una baja presión en el sistema, la figura 37 muestra la ubicación de manómetro en la estructura del banco de pruebas.



Figura 43. Ubicación de manómetro en el panel de control.

4.2.1.9. Válvulas relé de aire.

Siguiendo con lo estipulado en la norma se instala dos válvulas relé, de las cuales una será utilizada en el circuito de control comandada por el pedal de freno y la otra válvula se utilizara en el circuito de suministro o freno de estacionamiento.

La válvula de relé obtiene una alimentación de aire constante desde el depósito de circuito respectivo y sólo necesita un menor caudal de aire de mando desde la válvula de freno de pie o del mando manual al freno de estacionamiento para dejar salir el aire a los cilindros de freno. En la figura 38 se muestra la instalación de la válvula relé sobre el depósito de aire.



Figura 44. Instalación de válvula relé sobre tanque de aire.

4.2.1.10. Válvulas de descarga rápida.

En el banco se ha decidido instalar tres válvulas de descarga; dos para el circuito de control y una para el circuito de estacionamiento, esta válvula cumple su función en el momento de desactivar los frenos, ya que es la encargada evacuar rápidamente a la atmósfera el aire de accionamiento de los frenos, sin tener que retornar hasta la válvula relé, facilitando que el tiempo de liberación de los mismos no supere el 1/2 segundo.

En la figura 39 se muestra la instalación de las válvulas de descarga rápida en la estructura del banco de pruebas.



Figura 45. Instalación de válvula de descarga rápida para cámaras de freno.

4.2.1.11. Mangueras para aire a presión.

En concordancia a lo estipulado en la norma se debe emplear manguera de un diámetro exterior mínimo de 12,7 mm ($\frac{1}{2}$ in) para la línea de control, y manguera de un diámetro exterior mínimo de 9,5 mm ($\frac{3}{8}$ in) para la línea de suministro. En este caso el color de la manguera para línea de control es rojo y el color de la línea de suministro es negro. La figura 40 muestra la instalación de las mangueras en la estructura del banco de pruebas.



Figura 46. Instalación de mangueras plásticas para circuito de frenos.

4.2.2. PROCESO CONSTRUCTIVO.

A continuación se explica cómo se desarrolló la construcción del banco de pruebas, procurando hacer el proyecto lo más accesible y fácil posible para asegurar que los estudiantes que vayan a ocupar esta herramienta didáctica no tengan inconvenientes.

4.2.2.1. Eje y estructura metálica.

En vista del peso del eje para semirremolque se decidió tomar al eje como base principal para la estructura del banco de pruebas. Para la construcción de este elemento se utilizó ángulo L2* 2* ¼ para los soportes de apoyo las cuales serán unidas por medio de suelda eléctrica con electrodo revestido # 6011, como se muestra en la figura 41.



Figura 47. Suelda de patas de apoyo para banco de pruebas.

Previo a la construcción de la estructura del banco de pruebas se realizó el respectivo cálculo que sigue a continuación.

Cargas muertas.

[2]

Tablero.

$$36.36 \frac{KgF}{m^2} * 1.15 m^1 = \frac{41.81 KgF}{m}$$

Eje.

$$454.54 \frac{KgF}{m^2} * 2.5 m^1 = \frac{1136 KgF}{m}$$

Tanque.

$$9.97 \frac{KgF}{m^2} * 0.55m^1 = \frac{4.98 KgF}{m}$$

$$\text{Total: } 41.81 + 1136 + 4.94 = \frac{1182.18 KgF}{m}$$

$$P = \frac{WT}{d} \text{ Donde:} \quad [3]$$

P: Fuerza Ejercida

Wt: Peso total.(1182.18 KgF)

d: Distancia más sobresaliente en el banco. (2.5m)

$$P = \frac{1182.17 \frac{KgF}{m}}{2.5 m}$$

$$P = 472.86KgF$$

Compresión:

Sección "L"

Según Catalogo L2* 2* ¼

Ag: 0.936 pulg².

rx: 0.609 pulg.

ry: 0.609 pulg.

Estimación del área:

(L) Largo: 0.85 m

(A) Ancho: 1.10 m

$$A\epsilon = L * A \quad [4]$$

$$A \epsilon = 0.85m * 1.1.m$$

$$A \epsilon = 0.93m^2$$

$$\text{Soporte del ángulo: } \frac{P}{2} = \frac{472.86}{2} = 236.43 \text{ KgF} \quad [5]$$

Según tablas el valor del soporte del ángulo debe ser ≤ 300 , razón por la cual concluimos que el material empleado en la estructura es el indicado.

Tensión.

Sección "L"

$$P = 20 \text{ KgF} \quad \text{Soporte del angulo} = \frac{P}{2} = 10 \text{KgF} \quad [6]$$

$$\text{Area Estimada (Ae)} = \frac{10}{0.6 (36)} = 0.46 \quad [7]$$

$$\frac{L}{r} \leq 300 = \frac{46.4}{0.609} = 76.19 \quad [8]$$

Según tablas el valor del soporte del ángulo debe ser ≤ 300 , razón por la cual concluimos que el material empleado en la estructura es el indicado. Una vez realizados los cálculos de compresión y tensión se establece que la utilización del material para la construcción de la estructura del canco de pruebas esta dentro de los valores de resistencia de materiales establecidos.

4.2.2.2. Tanque.

El tanque se fija a la estructura metálica del banco unido por medio de suelda eléctrica con electrodo revestido # 6011.

Este elemento posee dos salidas de aire de las cuales se utilizan; una para llenado directo del tanque y la otra para la conexión de las válvulas relé.

En la figura 42 se muestra como está colocado el tanque de aire en la estructura del banco de pruebas.



Figura 48. Ensamble de tanque sobre estructura metálica.

El tanque de aire instalado en el banco de pruebas fue adquirido a una de las empresas proveedoras de estos elementos para la ciudad de Quito, en el cálculo siguiente se comprueba que las características de resistencia de presión son las correctas.

Diseño Asme BPVC.

UCS Material acero al carbono y baja aleación.

UW recipientes soldados.

Soporta hasta 200 Kg/cm²

Ro= 0.77m

t= 0.03m

Tensión máxima:

$$A = \frac{0.125}{\frac{Ro}{t}} = \frac{0.125}{\frac{0.77m}{0.03}} = 0.053 \text{ m} \quad [9]$$

Cuerpo cilíndrico:

$$tr = \frac{P Ro}{SE + 0.4 P} \quad [10]$$

Donde:
$$P = \frac{(SE+0.4P)tr}{Ro} = \frac{(0.053+0.4P)0.03cm}{0.77} = 0.176 \frac{p}{m} \quad [11]$$

$$Po = \frac{SE * t}{R + 0.6t} = \frac{0.053(0.03)}{0.77 + 0.6(0.77)} = 0.0129$$

$$P_{mayor} = Po + 2 = 0.0129 + 2 = 2.0129 \quad [12]$$

$$P = 0.176 P = 0.176 (2.0129) = 0.354 \frac{Kg}{cm^2}$$

Según tablas indica que el valor de P debe ser ≤ 0.385 , con lo cual concluimos que la característica de resistencia de presión del tanque instalado, es correcta para su uso y funcionamiento.

4.2.2.3. Cámaras de freno.

El eje del semirremolque está provisto de soportes metálicos destinados para la sujeción de las cámaras de freno, dichas cámaras se sujetan mediante tuerca y arandela de presión, los cuales se observan en la figura 43.



Figura 49. Sujeción de cámara de freno en eje para semirremolque.

4.2.2.4. Acoples para frenos de semirremolque.

Los acoples para las líneas de aire del semirremolque deben estar instalados firmemente sobre la estructura metálica, para lo cual se utilizó una placa metálica de 30 x 15 x4(mm) en la cual están fijados los conectores, como se muestra en la figura 44.



Figura 50. Sujeción de acoples para líneas de aire para semirremolque.

4.2.2.5. Instalación del panel de control

El panel de control se fabrica de una plancha de tol negro de 300 x 860 x 2mm con la finalidad de ubicar los elementos de control para el banco de pruebas. Donde se encuentran instalados el botón de bloqueo, la válvula de pedal de freno y el manómetro de presión del sistema.

La disposición de los elementos instalados en el panel de control se puede apreciar en la figura 45.

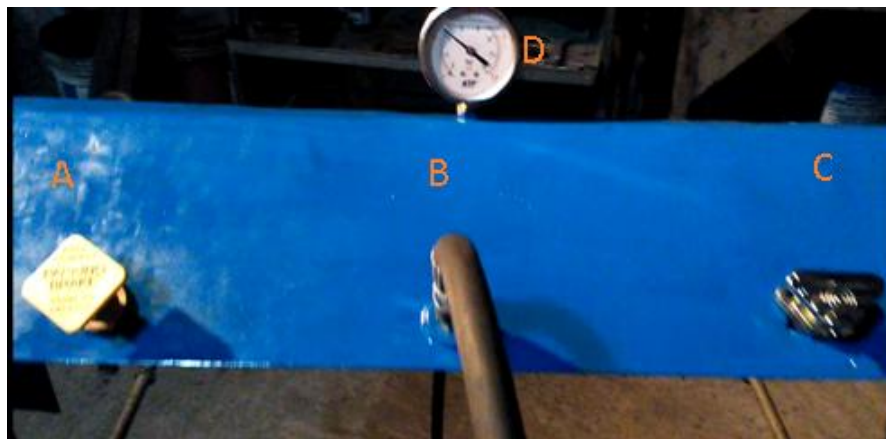


Figura 51. Tablero de control.

Donde:

- A. Control de freno de estacionamiento.
- B. Entrada para suministro de aire.
- C. Control de pedal de freno.
- D. Manómetro de presión del tanque.

4.2.2.6. Instalación de mangueras y conexión de elementos.

El acoplamiento de las mangueras se realiza por medio de conectores de bronce para manguera de 1/2" en la línea de control y para manguera de 3/8 en la línea de suministro como se muestra en la figura 46.



Figura 52. Colocación y acople de mangueras en banco de pruebas.

Las mangueras deben estar colocadas de tal manera que se impida que rocen entre sí o con otros elementos con el afán de evitar que existan posibles fugas en el sistema.

4.3. PRÁCTICAS SUGERIDAS.

4.3.1. INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS PARA FRENOS NEUMÁTICOS.

4.3.1.1. Puesta en funcionamiento .

Aprenda a conocer sobre la utilidad y aplicaciones del banco de pruebas. El conocer el funcionamiento del banco de pruebas asegura mejores resultados en cuanto a pruebas y desarrollo del circuito neumático de frenos para semirremolque. Compruebe el correcto funcionamiento del sistema, cerciórese que no exista acoples flojos o que algún elemento este instalado de forma inadecuada.

- **ATENCIÓN:** Para el trasladar o mover el banco de pruebas se debe tomar en cuenta el peso de su estructura, ya que una persona sola no podría realizar el traslado del mismo, aun así el banco este equipado con ruedas para su fácil traslado.

Una vez que se ha ubicado en un lugar adecuado y que el banco de pruebas y que se encuentre nivelado:

- Observe primero que no existan fugas de aire en el banco de pruebas o partes faltantes del sistema neumático o de frenos.
- Proceda a llenar el tanque con aire proveniente de la línea externa, mientras el tanque se vaya llenando, la pluma del manómetro indicara que la presión se va elevando en el sistema.
- Cuando exista la presión suficiente en el tanque de aire las válvulas de descarga rápida emitirán un sonido característico el cual indica que el banco puede ser operado para simular un normal funcionamiento del circuito de frenos neumáticos.

- Una vez terminado el análisis del sistema, cerrar la llave de paso de aire desde la línea externa hacia el tanque.
- Luego de ello tirar hacia afuera el botón de bloqueo en el panel de control para bloquear el sistema.
- Con el sistema bloqueado, las cámaras de freno accionaran el freno de estacionamiento en el eje y se concluirá de esta manera con la práctica de análisis y simulación del sistema de frenos neumáticos para semirremolque.

4.3.2. PRACTICA DE VERIFICACIÓN DE PRESIÓN DE DESBLOQUEO DE SISTEMA.

Se realiza esta prueba para constatar la función de las cámaras de freno y las valvular relé, de accionar automáticamente el freno de estacionamiento cuando la presión de funcionamiento es inferior a los 50PSI, como medida de seguridad para proteger al vehículo y por consiguiente a los ocupantes puesto que si en algún momento existe una pérdida anormal de presión en el sistema, estos elementos van a detener al vehículo evitando así accidentes a causa de baja presión en el sistema de frenos neumáticos. La tabla 2 muestra los valores a los cuales trabaja el sistema y su comportamiento.

Tabla 7. Tabla de presión a la cual el circuito deja de accionar el freno de estacionamiento automáticamente.

Presión (PSI)	Desactiva freno de estacionamiento
10-20	NO
20-30	NO
30-40	NO
40-50	NO
50-60	SI
60-70	SI
70-80	SI
80-90	SI
90-100	SI

4.3.3. PRACTICA DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.

Una vez desbloqueado el sistema y con la presión normal de funcionamiento, se realiza la práctica que consiste en verificar el funcionamiento normal de todos los elementos del sistema.

Para ello se presiona el botón de bloqueo o freno de estacionamiento y se desbloquea el sistema, luego de ello se presiona el pedal de freno aplicando cierta presión sobre el, logrando así observar como el vástago de las cámaras de freno se desplaza, aplicando fuerza sobre el ajustador de freno, el mismo que mueve a la leva y aplica presión sobre las zapatas, las mismas que van a detener al tambor del eje.

Al soltar el pedal de freno se observara que el vástago de la cámara regresa a su posición normal así como los demás elementos, además de ello la válvula de descarga rápida emite su sonido característico de descarga rápida de aire con lo cual se verifica que la presión de aire que estaba presente en el sistema al presionar el pedal de freno ha sido evacuada rápidamente permitiendo a los elementos mecánicos regresar a su posición normal.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. CONCLUSIONES.

- Se elaboró y entregó a la Universidad Tecnológica Equinoccial por medio de un acta (revisar **anexo 2**), un banco de pruebas del sistema de frenos neumáticos para semirremolques, basado en normas internacionales, el cual permitirá conocer a los estudiantes el funcionamiento del sistema además de las características de los elementos que lo componen.
- Se comprobó que las industrias constructoras de semirremolques no realizan el proceso técnico de construcción basado en normativas ni estudios previos para la construcción de la estructura como para los sistemas que lo conforman, es decir que el proceso de construcción del semirremolque lo realizan de manera empírica .
- Se desarrollo un manual que establece un proceso técnico basado en normativas internacionales referente a la construcción y ensamble del sistema de frenos neumáticos para semirremolques, con el afán de que las empresas constructoras lo tomen en cuenta al momento de la construcción del semirremolque.
- Se elaboro un manual de uso sencillo del banco de pruebas para facilitar su operación con la finalidad de que sea una herramienta didáctica para que los estudiantes amplíen su conocimiento acerca del sistema de frenos neumáticos.

5.2. RECOMENDACIONES.

- Al realizar la practica en el banco de pruebas del sistema de frenos neumáticos para semirremolques, se requiere de la supervisión de un docente, el cual pueda aclarar cualquier duda que surja acerca del funcionamiento del banco, como también de los elementos que lo componen.
- Difundir la información del manual a las empresas constructoras para que al momento de realizar la instalación del sistema, lo hagan sustentados en un documento técnico que respalde el trabajo que realizan.
- Tomar en cuenta que al fabricar y ensamblar un sistema de frenos neumáticos para semirremolque, el cual este basado en normas internacionales, no solo se garantiza la calidad del producto terminado, sino que también se garantiza un correcto funcionamiento del sistema bajo cualquier tipo de condición a la que esté sometido el semirremolque en su diaria labor de transporte dentro y fuera de la red vial nacional.
- En lo posterior se puede utilizar el presente manual para su difusión en las diferentes industrias constructoras de semirremolques y evaluar sus resultados.

BIBLIOGRAFÍA

- Alibaba. (2011). Partes para semirremolque. *Frenos*.
- Alulema, I. (2015). Semirremolques. *Semirremolque cama alta*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Andrade- Sánchez, J. H. (Octubre de 2007). Diseño de una plataforma cama alta acoplable a cabezales de transporte pesado para el transporte de contenedores. Quito, Pichincha, Ecuador.
- associates, B. M. (2005). Bumper to bumper. *La guía completa para operaciones de autotransporte de carga*. Corpus Christi, Texas, Estados Unidos.
- AUTOTEC. (2008). *AUTOTEC.COM*. Obtenido de AUTOTEC.COM: http://www.autotec.com.py/index.php?option=com_content&task=view&id=23&Itemid=40
- BENDIX. (2004). MANUAL DE FRENOS DE AIRE. ESTADOS UNIDOS.
- Cadesumdigital. (02 de 10 de 2014). *Cadena de suministro.com*. Obtenido de Cadena de suministro.com: <http://www.cadenadesuministro.es/noticias/fuwa-k-hitch-adquiere-el-fabricante-valx-de-ejes-para-semirremolques/certificacion>, I. A. (14 de 12 de 2007). Conectores para freno entre vehiculos tractor y remolcado. *IRAM 10267*. Argentina.
- CIMEC. (2009). Semirremolques. *Bastidor del semirremolque*.
- CodeofFederalRegulations. (01 de Oct de 2011). *U.S Government publishing office*. Obtenido de <https://www.gpo.gov/fdsys/granule/CFR-2011-title49-vol6/CFR-2011-title49-vol6-sec571-108>
- Construmatica. (s.f.). *Construmatica, Metaportal de arquitectura, ingeniería y construcción*. Obtenido de http://www.construmatica.com/construpedia/Cami%C3%B3n_Volquete
- Cuenca, A. F. (10 de 04 de 2016). Tractocamion. *Tractocamion freightliner*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- DIMET. (2013). CHINA.

Eltraileromag. (01 de 09 de 2013). Tips de mecanica. *Mangueras de aire*. Estados Unidos.

Engineering, S. A. (04 de 11 de 2004). Tuberia para frenos de aire. *Sistemas de frenos de aire*.

Estado, A. d. (2014). manual para conductores comerciales de california. California, Estados Unidos.

Garrido, M. (26 de 08 de 2014). Valvulas para freno de semirremolque. *Valvula sealco*. Lima, Peru.

HENDRICKSON. (2010). Procedimiento tecnico. *Ejes hendrickson para chasis*. Ontario, Canada.

IRAM. (14 de 12 de 2007). IRAM 10267. *Conectores para freno neumatico entre vehiculo tractor y remolcado*. Argentina.

IRAM. (10 de 12 de 2008). IRAM 10269. *Ubicacion de las conexiones electrica y neumatica entre vehiculos tractor y remolcado*. Argentina.

Jostinternational. (2011). *Jost International.com*. Obtenido de Jost International.com: <http://www.jostinternational.com/kp.html>

Lafuente, I. (27 de 04 de 2011). Jornada tecnica Frenado en ITV de vehiculos industriales. *Homologacion europea de frenado*.

Latino, T. (20 de 05 de 2015). *Magazine Transporte Latino*. Obtenido de <http://www.transportelatino.net/2015/05/20/utilizar-los-rines-adecuados-paga-muchos-dividendos/>

MATESA. (2011). Diagramas para remolques. *Diagrama para remolque de dos ejes*. Cuerna Vaca, Mexico.

Minetti, C. (2015). *OM remolques*. Obtenido de OM remolques: <http://www.omremolques.com.ar/>

MORONISPORT. (17 de 01 de 2012). *AUTO-MECATRONICA*. Obtenido de <https://automecatronica.wordpress.com/2012/01/17/frenos-de-disco-vs-frenos-de-tambor/>

MTOP. (18 de Mayo de 2012). Tabla nacional de pesas y medidas. *Acuerdo ministerial numero 036*. Quito, Pichincha, Ecuador.

PETINARI, A. (2012). Partes. *Frenos*. Buenos Aires, Argentina.

Publicas, M. d. (18 de Mayo de 2012). Acuerdo-036_2012. *Tabla Nacional de pesos y dimensiones*. Quito, Pichincha, Ecuador.

Randon. (10 de 05 de 2010). Semirremolque carga todo. brasil.

regulations, C. o. (Marzo de 2001). *Government Publishing office*. Obtenido de <http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=cb7a2c081fe28b6de49215d9340f969b&node=49:6.1.2.3.38.2.7.21&rgn=div8>

Saavedra, I. S. (Noviembre de 2010). Remolques y semirremolques. Mexico.

Sabino. (2010). *Sabino.com.er*. Obtenido de Sabino.com.ar: <http://www.sabino.com.ar/paginas/espanol/productos-2.html>

Secretaria de Comunicaciones y Transporte. (01 de ABRIL de 2008). NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-012-SCT-2-2008. *Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden*. MEXICO, MEXICO, MEXICO.

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. (30 de SEPTIEMBRE de 2010). Remolques y semirremolques- Especificaciones de seguridad y métodos de prueba. MEXICO, MEXICO, MEXICO.

TARINGA. (23 de 03 de 2012). Obtenido de <http://www.taringa.net/post/info/14360598/Preguntas-Y-Respuestas-Sobre-Combustible-yMecanica-de-Auto.html>

Tibán, N. (2015). *Diseño y construcción de un remolque tipo plataforma cama alta de dos ejes con capacidad de 15 toneladas para la ESPE*. Latacunga.

Todotransporte. (2015). *Semirremolque*. España.

Transcomerinter. (2013). Parque automotor Ecuador. *Tanqueros*. Ecuador.

transporte, D. d. (Agosto de 2013). Manual del conductor comercial. Pennsylvania.

Transportes, S. d. (29 de SEPT de 2009). DIARIO OFICIAL MEXICANO. MEXICO DF, MEXICO. Obtenido de DIARIO OFICIAL MEXICANO: <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3861/sct/sct.htm>

Ulloa, C. (2015). Proyectos destacados. *Bañera*. Latacunga, Cotopaxi, Ecuador.

Wabcoindustries. (2010). Descripción de equipos. *Valvula de urgencia*. Belgica.

ANEXOS

ANEXO 1. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-035-SCT-2-2010, REMOLQUES Y SEMIRREMOLQUES-ESPECIFICACIONES DE SEGURIDAD Y MÉTODOS DE PRUEBA.

NORMA Oficial Mexicana NOM-035-SCT-2-2010, Remolques y semirremolques-Especificaciones de seguridad y métodos de prueba.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Comunicaciones y Transportes.- 4.013/DGAF/NOM-035-SCT-2-2010.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-035-SCT-2-2010, REMOLQUES Y SEMIRREMOLQUES ESPECIFICACIONES DE SEGURIDAD Y MÉTODOS DE PRUEBA.

HUMBERTO TREVIÑO LANDOIS, Subsecretario de Transporte y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre, con fundamento en los artículos 36 fracciones I y XII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1o., 30, 38 fracción II, 40 fracción III y XVI, 41, 43, 45 y 47 fracción I, II, III y IV, de la Ley Federal Sobre Metrología y Normalización; 4o., de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 5o. fracción VI de la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal; 28, 30 y 34 del Reglamento de la Ley Federal Sobre Metrología y Normalización; 11 y 13 del Reglamento sobre el Peso, Dimensiones y Capacidad de los Vehículos de Autotransporte que Transitan en los Caminos y Puentes de Jurisdicción Federal; 6o. fracción XIII del Reglamento Interior de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y demás ordenamientos jurídicos que resulten aplicables; y

CONSIDERANDO

Que la fracción XVI del artículo 40 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización dispone que las normas oficiales mexicanas tienen como finalidad establecer las características y especificaciones que deben reunir los vehículos de transporte para proteger las vías generales de comunicación y la seguridad de los usuarios.

Que la fracción VI del artículo 5o. de la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal, faculta a la Secretaría a expedir las normas oficiales mexicanas de vehículos de autotransporte y sus servicios auxiliares.

Que en cumplimiento del artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, el pasado 16 de octubre de 2009, el proyecto de norma oficial mexicana fue publicado en el Diario Oficial de la Federación a efecto de que dentro de los 60 días naturales los interesados presentaron sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre.

Que durante el plazo señalado, los interesados presentaron sus comentarios al proyecto de norma, los cuales fueron estudiados por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre con la intervención de instituciones educativas y de investigación del país, representantes de la industria nacional, así como la intervención de las autoridades involucradas, integrándose a dicho proyecto de norma las modificaciones que el citado Comité consideró procedentes.

Que en cumplimiento a lo dispuesto por el artículo 47 fracción III de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y conforme a los acuerdos adoptados por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre, el 2 de agosto de 2010 fueron publicadas en el Diario Oficial de la Federación, las respuestas a los comentarios recibidos en relación al proyecto de norma oficial mexicana en cita.

Que habiéndose cumplido con el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-035-SCT-2-2008, REMOLQUES Y SEMIRREMOLQUES-ESPECIFICACIONES DE SEGURIDAD Y MÉTODOS DE PRUEBA, mismo que fue elaborado y revisado en el seno del Subcomité de Normalización número 2 "Especificaciones de Vehículos, Partes, Componentes y Elementos de Identificación" y aprobado como Norma Oficial Mexicana por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre, en su sesión ordinaria de fecha 23 de marzo de 2010.

Que el artículo 6o., fracción XIII del Reglamento Interior de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes faculta al Subsecretario de Transporte a expedir normas oficiales mexicanas en el ámbito de su competencia, por lo que tengo a bien expedir la siguiente Norma Oficial Mexicana NOM-035-SCT-2-2010, Remolques y semirremolques especificaciones de seguridad y métodos de prueba.

México, D.F., a los veinte días del mes de agosto de dos mil diez.- El Subsecretario de Transporte y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre, **Humberto Treviño Landois**.-
Rúbrica.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-035-SCT-2-2010 REMOLQUES Y SEMIRREMOLQUES-
ESPECIFICACIONES DE SEGURIDAD Y MÉTODOS DE PRUEBA

HUMBERTO TREVIÑO LANDOIS, Subsecretario de Transporte y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte, con fundamento en los artículos 36 fracciones I y XII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1o., 3o., fracción XI, 38 fracción II; 40 fracciones III y XVI, 41, 43, 45 y 47 fracciones I, II, III y IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 1o. y 5o. fracción VI, 39, 60 y 70 de la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal; 28, 30 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 4o. de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo y 6o. fracción XIII del Reglamento Interior de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

ANEXO 2. NORMA INEN 964 (VEHÍCULOS AUTOMOTORES. FRENOS NEUMÁTICOS. PRESIONES EN CAÑERÍAS Y EFICIENCIA DE FRENADO).

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece y limita los valores de la presión en las cañerías de aire comprimido utilizadas para conexión neumática de vehículos de tracción y sus remolques.

1.2 Esta norma determina la eficiencia del frenado.

2. ALCANCE

2.1 Esta norma se aplica a vehículos automotores destinados al transporte de carga con remolques de carga total mayor a 3,5 toneladas.

2.2 Se aplica solamente a dispositivos de freno por aire comprimido de dos cañerías: una cañería de frenado directo y una de frenado automático.

3. TERMINOLOGIA

3.1 Presión nominal. Es la presión (n) en pascales en la cañería sobre la presión atmosférica.

3.2 Relación de frenaje. (Ver numeral 4.2.1).

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 Valor de las presiones

4.1.1 Cañería de frenado directo

4.1.1.1 La presión de operación máxima en la cañería del sistema de frenado directo debe ser:

$$6,5 \times 10^2 \pm 50\text{kPa}$$

El valor de referencia de la presión, medido en el lugar del acople de las cañerías del sistema directo, utilizado para determinaciones de rendimiento del sistema de frenos, debe ser de $4,5 \times 10^2$ kPa.

4.1.1.2 El incremento mínimo de presión en la cañería directa al aplicar el freno, debe ser:

$$0,6 \times 10^2 \pm 40\text{kPa}$$

Este valor, medido en el cabezal de acople, debe ser suficiente para producir contacto de las zapatas de freno en todas las ruedas del vehículo tractor y del remolque. Además, la válvula de alivio debe empezar a funcionar a una presión máxima de 50 kPa, medida también en el acople de la cañería directa.

4.1.2 Cañería de frenado automático

4.1.2.1 La presión en la cañería de frenado automático, para rodaje normal, y la presión en el reservorio de aire comprimido del remolque alimentado por la cañería del freno automático, debe estar entre:

$$6,5 \times 10^2 \text{ kPa y } 8 \times 10^2 \text{ kPa}$$

4.1.2.2 La presión de operación del dispositivo de alarma de baja presión en el sistema de freno automático, debe ser:

$$4,5 \times 10^2 \text{ } ^{+5}_0 \text{ kPa}$$

Medido en el cabezal acople. (Ver anexo A)

4.1.2.3 *Operación del freno automático.* El freno automático deberá empezar a funcionar después de que el dispositivo de alarma ha funcionado por tiempo suficiente, o en caso de rotura del cabezal de remolque. El funcionamiento debe ser progresivo, es decir, debe tender al máximo de eficiencia, como función directa de la disminución de presión.

4.2 Eficiencia del frenado

4.2.1 La eficiencia del frenado se define por la relación de frenaje. Las relaciones:

$$\frac{T_M}{P_M} \text{ y } \frac{T_R}{P_R} \text{ Se designan como } \textit{relaciones de frenaje}$$

En las relaciones significan:

- T_M - Suma de las fuerzas de frenado en la periferia de todas las ruedas del vehículo tractor.
- T_R - Suma de todas las fuerzas de frenado en el vehículo tractor y en remolque (o semi-remolque).
- P_M - Es el peso total de carga permisible del vehículo tractor.
- P_R - Es el peso total de carga permisible del remolque, o en el caso de semi-remolque, es aquella parte del peso total sobre las ruedas del semi-remolque.

Las relaciones $\frac{T_M}{P_M}$ y $\frac{T_R}{P_R}$ del vehículo tractor, por una parte y del remolque por la otra, deberían tener cada una el valor 0,45, cuando la presión medida a nivel del acople de la cañería de aire de frenado es:

$4,5 \times 10^2 \pm 50 \text{ kPa}$ para la relación de frenaje del vehículo tractor.

$4,5 \times 10^2 \text{ } ^{+1}_0 \text{ kPa}$ para la relación de frenaje del remolque o semi-remolque

ANEXO A

CRITERIOS SOBRE LA PRESION DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALARMA DE BAJA PRESION

A1 Los valores adoptados se han escogido por las siguientes razones: *Tolerancia*. Que permita facilitar la manufactura.

Presiones. La presión máxima de 5 000 kPa es lo suficientemente baja para asegurar que la alarma funcione sólo en casos de defecto, lo cual permite que el valor de presión no sea alcanzado con excesiva frecuencia, en ausencia de defecto real. Al mismo tiempo, la presión mínima de 4 500 kPa es lo suficientemente alta para prevenir cualquier falla seria de los frenos, y para asegurar que el vehículo es todavía capaz de recorrer cierto trecho, antes de que funcione el freno de emergencia.

APENDICE Z

Z.1 NORMAS A CONSULTAR

Esta norma no requiere de otras para su aplicación.

Z.2 BASES DE ESTUDIO

ISO/R 1186. *Pressure in brake lines and braking efficiency*. International Organization for Standardization. Ginebra, 1970.

ANEXO 3. ACTA DE ENTREGA DE BANCO DE PRUEBAS A TALLER.

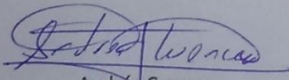
Quito, 19 de mayo de 2016

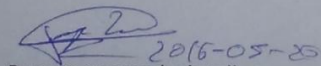
ACTA DE ENTREGA.

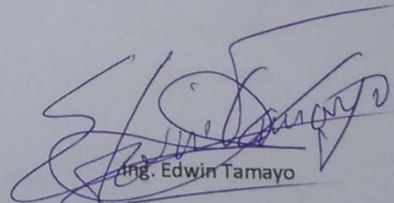
Por medio del presente yo, Andrés Francisco Cuenca Caicedo con CI 1723596050, hago la entrega voluntaria al taller de la carrera de ingeniería automotriz, del presente banco de pruebas correspondiente al trabajo de titulación **"PROPUESTA DE MANUAL PARA LA FABRICACION Y MONTAJE DEL SISTEMA DE FRENOS NEUMATICOS EN SEMIRREMOLQUES DE FABRICACION NACIONAL CON REFERENCIA A NORMAS INTERNACIONALES**, con los elementos que a continuación se detallan.

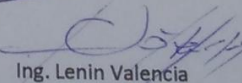
Cantidad	Elementos
1	Estructura metalica
1	Manómetro indicador
1	Válvula de bloqueo
1	Válvula de pedal de freno
1	Toma de aire para acople rápido
4	Acoples de aire para semirremolque (sapos)
2	Válvulas relé
3	Válvulas distribuidoras de aire
1	Tanque de aire
2	Cámaras de freno de doble acción
2	Cámaras de freno simples
	Mangueras de aire y acoples

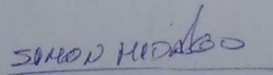
El presente banco de pruebas se encuentra funcionando y se entrega previo verificación del encargado del taller.


Andrés Cuenca


2016-05-20
Pasante encargado de taller


Ing. Edwin Tamayo


Ing. Lenin Valencia


SIMON HIDALGO