



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y
MECÁNICA**

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE TECNÓLOGO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**TEMA: “REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN,
SUSPENSIÓN Y FRENOS DEL VEHÍCULO CHEVROLET
TROOPER 1985 DE LA CARRERA DE TECNOLOGÍA EN
MECÁNICA AUTOMOTRIZ”**

AUTOR: CBOS. DE E. ZAAVEDRA ORTIZ ALEX GEOVANNY

DIRECTOR: ING. ARELLANO RODRIGUEZ LUIS MARCELO

LATACUNGA

2018



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

Certifico que el trabajo de titulación, **“REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN, SUSPENSIÓN Y FRENOS DEL VEHÍCULO CHEVROLET TROOPER 1985 DE LA CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ”** realizado por el señor **SR. CBOS. DE E. ZAAVEDRA ORTIZ ALEX GEOVANNY**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto, me permito acreditarlo y autorizar al señor **SR. CBOS. DE E. ZAAVEDRA ORTIZ ALEX GEOVANNY** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, mayo del 2018

ING. ARELLANO R. MARCELO.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **CBOS. DE E. ZAAVEDRA ORTIZ ALEX GEOVANNY**, con cédula de identidad N° 2200017966, declaro que este trabajo de titulación **“REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN, SUSPENSIÓN Y FRENOS DEL VEHÍCULO CHEVROLET TROOPER 1985 DE LA CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ”** ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Latacunga, mayo del 2018

Cbos. de E. Zaavedra Ortiz Alex Geovanny

CI: 2200017966



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Yo, **CBOS. DE E. ZAAVEDRA ORTÍZ ALEX GEOVANNY**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación **“REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN, SUSPENSIÓN Y FRENOS DEL VEHÍCULO CHEVROLET TROOPER 1985 DE LA CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ”** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Cbos. de E. Zaavedra Ortiz Alex Geovanny

CI: 2200017966

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación se lo dedico a mis padres Luis Zaavedra y Esperanza Ortiz quienes con sus consejos y ejemplos me enseñaron buenos valores y costumbres, a mi esposa Elizabeth Castro quien me ha brindado gran parte de su tiempo, demostrándome su apoyo incondicional para poder culminar mi proyecto de tesis, y a todas las personas quienes han contribuido de forma directa e indirectamente para que se cumpla este objetivo.

Zaavedra O. Alex G.

Cbos. De E.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento eterno a nuestro señor Jesús (único Dios), quien me da la vida, las fuerzas y el conocimiento para poder seguir a delante y cumplir con muchos objetivos, agradecer también a mis padres por su apoyo en cada una de las etapas de estudio académico que he tenido y en especial en mi proyecto de tesis correspondiente a mi título tecnológico; a mi esposa por su dedicación, comprensión y apoyo incondicional; a mi compañero y amigo Fernando Zapata por su ayuda brindada; al Ejército Ecuatoriano por permitirme ser parte de sus filas y darme la oportunidad de estudiar, la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE y a todos sus docentes que pertenecen a esta noble institución, mismos que me han impartido sus conocimientos e inculcado valores en beneficio personal y social.

Zaavedra O. Alex G.

Cbos. De E.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICADO	¡Error! Marcador no definido.
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	¡Error! Marcador no definido.
AUTORIZACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO.....	5
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	6
ÍNDICE DE TABLAS	10
ÍNDICE DE FIGURAS	10
RESUMEN.....	13
ABSTRACT	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO I	15
1.1 ANTECEDENTES	15
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.3 JUSTIFICACIÓN	16
1.4 OBJETIVOS	17
1.4.1. Objetivo general.....	17
1.4.2. Objetivos específicos.....	17
1.5 ALCANCE.....	17
CAPITULO II	18
MARCO TEÓRICO	18
2.1. Sistema de frenos.....	18
2.1.1. Líquido de frenos	18
2.1.2. Pedal de freno.	19
2.1.3. Servo freno.	19

2.1.4.	Depósito del líquido.	20
2.1.5.	Bomba del líquido de frenos (cilindro maestro).....	21
2.1.6.	Mangueras o conductos.....	23
2.1.7.	Frenos de tambor.	23
2.1.7.1.	Plato porta frenos (1).....	24
2.1.7.2.	Tambor (12).....	24
2.1.7.3.	Cilindro receptor o bombín (3).	24
2.1.7.4.	Muelles de retorno (4-5).	25
2.1.7.5.	Biela de recuperación del juego (6).	25
2.1.7.6.	Mordazas o zapatas (10).....	25
2.1.8.	Frenos de disco.	26
2.1.8.1.	Disco o rotor.	26
2.1.8.2.	Caliper o mordaza.	27
Caliper fijo.....	27	
Caliper flotante o deslizante.	27	
2.1.8.3.	Pastillas de fricción.	28
2.1.8.4.	Cómo funcionan las pastillas.	28
“Freno suelto.-	28	
Frenos aplicados.	29	
2.1.9.	Rectificación de tambores y discos de frenos.....	29
2.1.9.1.	Fallas comunes en los tambores.	30
Puntos duros.....	30	
Deformidades.	30	
2.1.9.2.	Como medir y determinar si al tambor requiere ser rectificado	31
2.1.9.3.	Fallas comunes en los discos de frenos	33
Surcos	33	

Variación de espesor.....	33
Descentramiento lateral.....	34
2.1.9.4. Como medir y determinar si el disco requiere ser rectificado	34
2.1.9.5. Frenos de estacionamiento.	35
Eficiencia del freno de estacionamiento.	35
2.2. Sistema de suspensión.....	36
2.2.1. Componentes	37
2.2.1.1. Ballesta.....	38
2.2.1.2. Amortiguadores.	38
Principio de funcionamiento de un amortiguador.....	39
Tipos de amortiguadores.....	40
2.2.1.3. Muelles helicoidales de suspensión.....	41
2.2.1.4. Barra de torsión.	41
2.2.1.5. Barra estabilizadora.....	42
2.2.1.6. Brazos oscilantes.....	43
2.2.1.7. Topes de suspensión.....	43
2.3. Sistema de dirección	44
2.3.1. Partes principales del sistema de dirección.	45
2.3.1.1. Volante de dirección.	46
2.3.1.2. Columna de dirección.....	46
2.3.1.3. Caja de dirección.....	47
Partes principales de la caja de dirección.....	47
2.3.2. Cotas de reglaje de un automóvil.	50
2.3.2.1. Angulo de avance	50
2.3.2.2. Angulo de inclinación de las ruedas.	51
2.3.2.3. Convergencia y divergencia.	52

CAPITULO III	55
3.1. Análisis Inicial.....	55
3.2. Rehabilitación del sistema de frenos.....	56
3.2.1 Frenos de discos.....	56
3.2.2. Frenos de tambor	59
3.2.3. Cilindro maestro.....	62
3.3. Rehabilitación del sistema de suspensión.....	62
3.4. Rehabilitación del sistema de dirección	64
3.5. Sangrado del sistema de freno	66
3.6. Freno de mano	67
CAPITULO IV	55
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
4.1. Conclusiones.....	55
4.2. Recomendaciones.....	55
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	56
BIBLIOGRAFÍA.....	57
ANEXOS.....	58
HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS	¡Error! Marcador no definido.
HOJA DE VIDA	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características de los líquidos de frenos	19
Tabla 2: Cuadro de especificaciones técnicas del sistema de frenos	36
Tabla 3: Fallas más comunes en el sistema de suspensión	44
Tabla 4: Especificaciones técnicas del sistema de suspensión	44
Tabla 5: Fallas más comunes del sistema de dirección.....	49
Tabla 6: Valores específicos de las cotas de medición	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Componentes de un sistema básico de frenos	18
Figura 2 Altura y juego libre del pedal de frenos.....	19
Figura 3 Montaje y componentes del servo freno	20
Figura 4 Deposito del líquido de frenos	20
Figura 5 Despiece y sección de la bomba de frenos	21
Figura 6 Despiece y sección del freno de tambor	23
Figura 7 Cilindro de pistón simple.....	24
Figura 8 Cilindro de pistón doble	25
Figura 9 Conjunto de zapatas.....	26
Figura 10 Despiece y sección del freno de disco.....	26
Figura 11 Despiece y sección de la mordaza fija.....	27
Figura 12 Caliper Flotante y Deslizante	28
Figura 13 Freno suelto.....	29
Figura 14 Freno aplicado.....	29
Figura 15 Puntos duros en un tambor	30
Figura 16 Problemas comunes en los tambores.....	31
Figura 17 Formas de medición de los tambores de frenos	31
Figura 18 Bisel del borde exterior	32
Figura 19 Surcos en el disco de frenos	33
Figura 20 Variación de espesores de un disco	33
Figura 21 Variación de espesores de un	34
Figura 22 Forma de medir un disco	35

Figura 23 Esquema del sistema de freno de estacionamiento.	36
Figura 24 Funcionamiento de la suspensión.	37
Figura 25 Esquema del conjunto de ballestas	38
Figura 26 Funcionamiento de un	40
Figura 27 Funcionamiento de los amortiguadores a gas	40
Figura 28 Tipos de Muelles.....	41
Figura 29 Barra de torsión	42
Figura 30 Esquema de ubicación de la barra de torsión.....	42
Figura 31 Esquema de ubicación de los brazos oscilantes	43
Figura 32 Topes de la suspensión.....	43
Figura 33 Componentes del sistema de dirección	45
Figura 34 Componentes del sistema de dirección	46
Figura 35 Columna de dirección colapsable	46
Figura 36 Funcionamiento interno de la caja de dirección.....	47
Figura 37 Partes de la caja de dirección.....	48
Figura 38 Ángulo de avance	51
Figura 39 Variación del ángulo de inclinación.....	51
Figura 40 Convergencia y divergencia	52
Figura 41 Convergencia en propulsión trasera	53
Figura 42 Convergencia en tracción delantera	53
Figura 43 Elementos averiados	55
Figura 44 Mantenimiento de las pastillas.....	56
Figura 45 Medición de las patillas.....	57
Figura 46 Mantenimiento de la mordaza	57
Figura 47 Mantenimiento de los rodamientos de los neumáticos	58
Figura 48 Disco de freno rectificad o	59
Figura 49 Frenos de tambor	59
Figura 50 Muelles de sujeción y de retorno	60
Figura 51 Medición del forro de rozamiento de.....	60
Figura 52 Palancas de freno de mano del tambor	61
Figura 53 Retenedores del cilindro receptor o bombín	61
Figura 54 Plato porta frenos	61
Figura 55 Armado del freno de tambor	62
Figura 56 Cilindro maestro.....	62

Figura 57 Sustitución de los casquillos de cojinetes de ballestas.....	63
Figura 58 Sustitución de cauchos en la barra estabilizadora.....	63
Figura 59 Sustitución de los amortiguadores.....	64
Figura 60 Desmontaje de la caja de dirección.....	64
Figura 61 Desmontaje del brazo de mando.....	65
Figura 62 Retenedor de la caja de dirección.....	65
Figura 63 Armado y montaje de la caja de dirección.....	66
Figura 64 regulación del juego de la dirección.....	66
Figura 65 regulación de la caja de dirección.....	67
Figura 66 cable del freno de mano.....	68
Figura 67 tuerca de reglaje.....	68
Figura 68 neumáticos de deteriorados.....	58
Figura 69 reposición de neumáticos.....	58
Figura 70 Mantenimiento del cilindro receptor.....	59
Figura 71 Mantenimiento completo de la suspensión.....	59

RESUMEN

El trabajo realizado en este proyecto de titulación, está enfocado a la rehabilitación de los sistemas de frenos, suspensión y dirección, mismos que se encuentran íntimamente ligados a la seguridad activa del vehículo; dando así una mayor seguridad al momento que personal docente y estudiantes de la universidad realicen sus prácticas y enseñanzas. Este proyecto contiene información de conocimientos básicos de un vehículo convencional, descripciones técnicas y datos específicos del Chevrolet Trooper 1985. El capítulo I, abarca la problemática para la elaboración del presente trabajo, como es la necesidad de disponer de un vehículo operable, para el desarrollo las prácticas y conocimientos de los estudiantes de la UGT-UFA. El capítulo II, contiene información teórica básica y datos técnicos de los sistemas rehabilitados en el vehículo, así también como posibles averías con sus respectivas soluciones, información que fue recolectada de libros, páginas web y manuales. El capítulo III, está enfocado en la forma como se realizó el trabajo práctico; como es el desarmado de los sistemas, inspección de partes afectadas, sustitución de los elementos que se encontraban obsoletos y reparación de otros que aún tenían vida útil, proceso de alineado y regulación de componentes. En el capítulo IV se encuentra los resultados obtenidos e información que sustenta la elaboración del este proyecto.

PALABRAS CLAVES

- **REHABILITACIÓN**
- **SEGURIDAD**
- **DATOS TÉCNICOS**
- **AVERÍAS Y SOLUCIONES**

ABSTRACT

The research made in this project is mainly focused on the rehabilitation of the braking, suspension and steering systems of a Chevrolet Trooper car, which are intimately linked to the active safety of the vehicle, thus giving greater security to the user (teaching staff and students of the university), perform their practices. This project also contains basic knowledge of a conventional vehicle, technical descriptions and specific data of the Chevrolet Trooper 1985 car model. Chapter I covers the problems involved in the preparation of this research, such as the need to have an operable vehicle for the development of students' practices and knowledge in the Technology Management Unit of ESPE Armed Forces University, Chapter II contains basic theoretical information and technical data about the rehabilitated systems in the vehicle that underpins the rehabilitation proposal, as well as possible breakdowns with their respective solutions, the information was collected from books, scientific articles and manuals. Chapter III focuses on the way in which the practical work was carried out, such as disassembly of the systems, inspection of affected parts, replacement of obsolete elements, repair of others components that had a useful life, time alignment process and regulation of components. Chapter IV contains the results obtained and information that supports the elaboration of the project's conclusions and recommendations.

KEY WORDS

- BRAKES
- SUSPENSION
- STEERING SYSTEM
- CHEVROLET TROOPER
- ACTIVE SAFETY

Checked by:

Lcdo. Flavio Hurtado Sancho
DOCENTE DEL DPTO. DE LENGUAS UGT-UFA

CAPÍTULO I

1.1 ANTECEDENTES

En apoyo a la educación que imparten las universidades, el GAD Municipal del cantón Pujilí hace la donación de un vehículo Chevrolet Trooper del año 1989 a la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, el cual no se encuentra operable, por múltiples razones en las que se encontraba el vehículo.

Uno de los factores primordiales a tomar en cuenta en la fabricación de un vehículo es la seguridad del piloto o sus ocupantes, es por eso que la mayoría de fabricantes de vehículos, tratan de mejorar la seguridad activa y pasiva adaptando nuevas tecnologías y respetando siempre las normas establecidas para su construcción, llegando así a tener sistemas de dirección y frenos eficientes y suspensiones más estables.

No cabe la menor duda de que el polvo, la falta de lubricación, el tiempo de servicio y los largos periodos de tiempos en inactividad, son los agentes culpables de que varias partes de un vehículo se averíen, también con el paso del tiempo los diferentes elementos que componen un vehículo tienen que ser reparados o reemplazados porque ya cumplieron su vida útil.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para un correcto aprendizaje en el campo automotriz y especialmente en los laboratorios donde se manipula herramientas y se maniobra maquinaria, es necesario extremar las medidas de seguridad, para precautelar la integridad física de los usuarios y de todas las personas que ingresan a dichas instalaciones.

La principal motivación para este proyecto se basa en la necesidad de rehabilitar tres sistemas (dirección, suspensión y frenos) que son muy fundamentales en la seguridad activa del vehículo, ya que de ellos depende la gran mayoría de accidentes que ocurren por falla mecánica, de esta manera

se estaría resguardando la integridad personal de los estudiantes de la UGT al momento que realicen las practicas.

Con la ejecución de este proyecto se quiere resolver el problema de inseguridad que estos sistemas presentan, mismo que se ha producido por los años de uso y el tiempo que el vehículo se encuentra fuera de servicio en un parqueadero sin cubierta, generan acumulación de tierra, falta de lubricación e inhabilitación de algunas piezas.

Como principales consecuencias de la corrosión e inhabilitación de los diferentes componentes en estos tres sistemas son:

- Pedal de los frenos no funcionan
- Dirección endurecida
- Suspensión debilitada
- Discos de freno ineficientes
- Neumáticos deteriorados
- Un vehículo propenso a accidentes al momento de conducir.

Si no se repara estos componentes el vehículo que se encuentran en pésimas condiciones no circularía con eficiencia y peor aún precautelara las vidas humanas.

Los alumnos de la carrera de mecánica automotriz al realizar las prácticas en los talleres de la institución necesitan movilizar el vehículo para tener una mejor capacitación, estando este con el sistema de suspensión dirección y frenos en mal estado, se pone en riesgo su integridad física.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto tiene como finalidad la rehabilitación del sistema de dirección, suspensión y frenos de un Chevrolet Trooper modelo 1985. Al ejecutar este trabajo el vehículo contara con la seguridad necesaria para que los alumnos puedan realizar sus prácticas en él vehículo, minimizando riesgos de accidentes ocasionados por el mal estado de los sistemas antes mencionados.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general.

- Rehabilitar el sistema de dirección, suspensión y frenos de un Chevrolet Trooper del año 1985 de la Carrera de Tecnología en Mecánica Automotriz, para mejorar la seguridad activa del vehículo y minimizar riesgos en su utilización.

1.4.2. Objetivos específicos

- Identificar las principales causantes que deterioran los componentes de los sistemas de dirección, suspensión y frenos del vehículo a rehabilitar.
- Realizar un despiece total de los sistemas de dirección suspensión y frenos para reparar y remplazar los diferentes elementos que han sufrido daños.
- Elaborar un manual de especificaciones técnicas del Chevrolet Trooper 1985, con una propuesta de mantenimiento preventivo.

1.5 ALCANCE

Este proyecto está enfocado en la rehabilitación de los sistemas de dirección, suspensión y frenos, reparando y reemplazando algunos elementos si es necesario y se realizará el cambio de neumáticos con otros que cumplan con la medida de profundidad de labrado, establecido por la Agencia Nacional de Tránsito y principalmente minimicen el riesgo de accidentes en los ocupantes y usuarios.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Sistema de frenos

Este sistema está conformado por un mecanismo cuya función específica es reducir la velocidad de un vehículo o detenerlo por completo, esta reducción de velocidad, en la mayoría de vehículos sucede gracias al frotamiento entre dos partes solidas como son, las zapatas contra un tambor o de unas plaquetas (pastillas) sobre un disco.

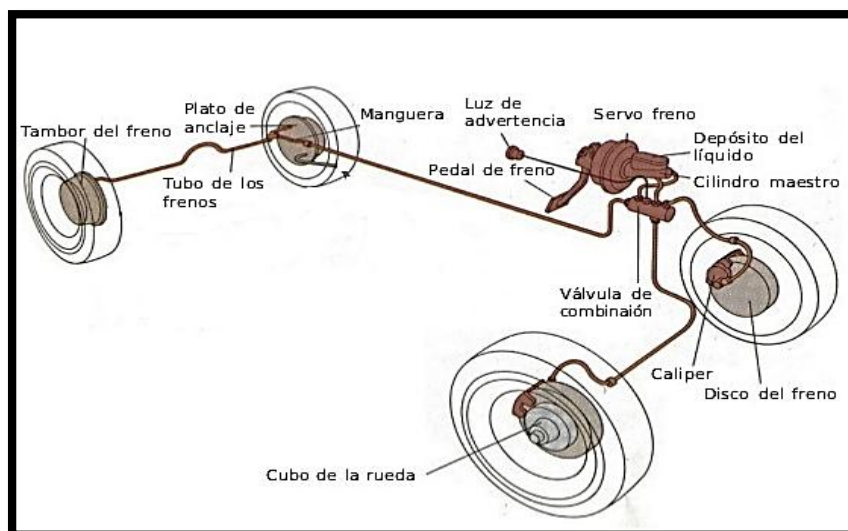


Figura 1 Componentes de un sistema básico de frenos

Fuente: (<https://es.slideshare.net/189301/sistemas-de-frenos-31940456>, 2014)

Para su funcionamiento se basa en el principio de Pascal, utilizando el principio de que un líquido es incompresible (líquido de frenos) en un sistema cerrado que consta de diferentes partes (ver fig. 1). Al momento que ejercemos presión en el pistón que está ubicado en la bomba, el fluido que se encuentra en el sistema viaja a través de los conductos transmitiendo la presión ejercida hasta llegar a los pistones que accionaran los frenos.

2.1.1. Líquido de frenos

Es un fluido, encargado de transmitir la presión ejercida en el pedal del freno, hasta los actuadores (pastillas y zapatas) y de esta manera ejercer la

fricción necesaria para poder reducir la velocidad del vehículo o detenerlo por completo, la normativa principal que regulan las características de los líquidos de frenos es la FMVSS 116. El tipo de líquido de frenos recomendado para el Trooper 1985 es el “DOT 3,” (Warren, Maddox, & John, 1991, pág. 02).

Tabla 1

Características de los líquidos de frenos

Líquido de frenos	Punto de ebullición seco	Punto de ebullición húmedo	Composición
DOT 3	205 °C (°401 F)	140 °C (°284 F)	Base polietilenglicol
DOT 4	227 °C (°446 F)	155 °C (°311 F)	Base polietilenglicol y borato
DOT 5	260 °C (°500 F)	180 °C (°356 F)	Base de silicona
DOT 5.1	270 °C (°518 F)	190 °C (°374 F)	Base de borato y polietilenglicol
ATE SBR	280 °C (°536 F)	200 °C (°395 F)	Base polietilenglicol y borato

Fuente: (<http://appceite.com/liquido-de-frenos>, 2018)

2.1.2. Pedal de freno.

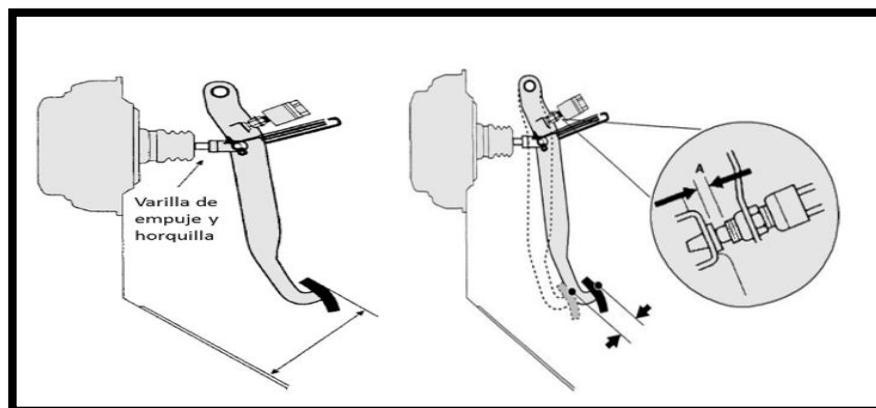


Figura 2 Altura y juego libre del pedal de frenos.

Fuente: (<http://www.e-auto.com.mx/enew/index.php/85-boletines-tecnicos/6399-frenos-diagnostico-2>, 2018)

Este elemento es el encargado de recibir la fuerza con la que el conductor presiona el sistema y transmitirla al resto de elementos encargados de frenar el vehículo, está ubicado en la parte central del conjunto de los tres pedales, el pedal de freno acciona el cilindro maestro (bomba) asistido por el servo freno. La altura a la que se puede regular este elemento según el fabricante es de “198mm a 208 mm, con un juego libre de 7mm a 10mm” (Warren, Maddox, & John, 1991, pág. 03)

2.1.3. Servo freno.

Encargado de multiplicar la fuerza ejercida por el conductor al momento de presionar el pedal, funciona con el vacío del múltiple de admisión y un

diafragma que se encuentra en su interior el mismo que divide en dos cámaras a la unidad sellada. Su funcionamiento es sencillo pero muy esencial, al momento de presionar el pedal del freno se abre la válvula e ingresa aire a la cámara con una presión atmosférica y como la cámara donde se encuentra el resorte está en depresión, entonces esto hace que se venza la resistencia del resorte fácilmente y de esta manera se transmite más fuerza al pistón del cilindro maestro.

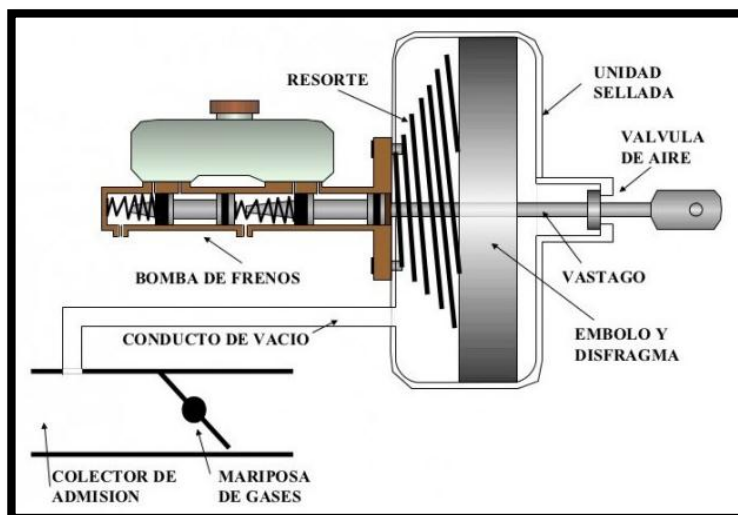


Figura 3 Montaje y componentes del servo freno

Fuente: (<https://www.motor.es/noticias/servofreno-bosch-90-Aniversario>, 2017)

2.1.4. Depósito del líquido.



Figura 4 Depósito del líquido de frenos

Fuente: (<http://www.importadoracarzul.com/>, 2017)

Recipiente encargado de almacenar y abastecer de líquido de frenos al sistema, está ubicado sobre la bomba de frenos. Al igual como se procede con la revisión permanente de los fluidos que se encuentran en un vehículo,

es primordial también el chequeo de los niveles de líquido en este depósito, ya que al quedarse sin el líquido, el sistema de frenos quedaría inhabilitado.

2.1.5. Bomba del líquido de frenos (cilindro maestro).

La bomba de frenos o cilindro maestro es la encargada de enviar a los cilindros de rueda la presión necesaria, a través del líquido de frenos que es conducido por medio de válvulas y conductos, esta presión debe ser lo suficientemente fuerte para accionar las zapatas y pastillas contra el tambor y disco respectivamente.

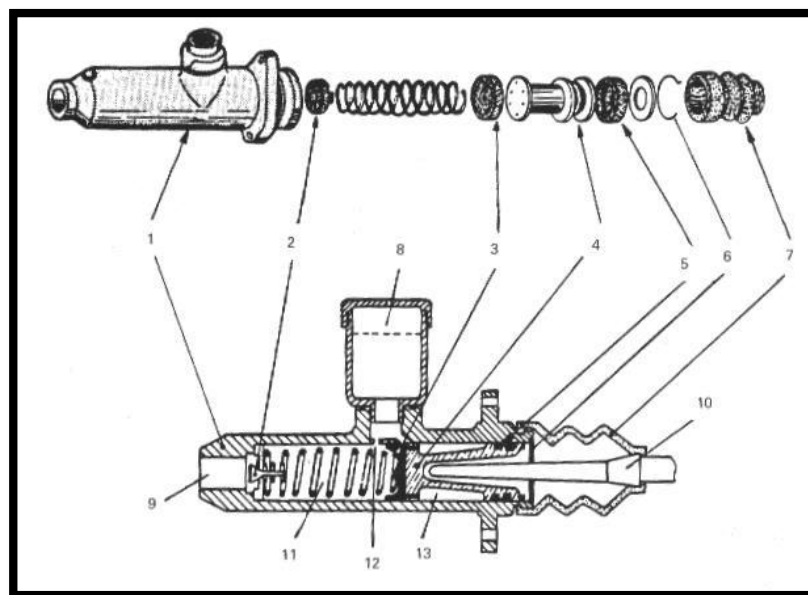


Figura 5 Despiece y sección de la bomba de frenos

Fuente: (Alonso J. M., 2001, pág. 218)

El estudio de (Alonso J. M., 2001) Determina lo siguiente.

En la figura 5: se muestra el despiece y sección de una bomba de frenos, constituida por el cilindro (1), al que llega el líquido de frenos desde un depósito (8) acoplado a él y que puede salir por el conducto (9) hacia los cilindros de rueda. Dentro del cilindro (1) se desliza el pistón (4) provisto de una copela de goma (5), alojada en una garganta del pistón, que realiza la estanqueidad necesaria entre éste y el cilindro. La brida (6) y su arandela marcan el tope de recorrido hacia atrás del pistón, que apoya en ellas en posición de reposo. Por delante del mismo se sitúa la copela primaria (3) posicionada por un muelle y la válvula de

doble acción (2). El pistón es accionado por la varilla de mando (10), que por su otro extremo se acopla al pedal del freno.

En posición de reposo, la cámara (11) está llena de líquido que entra por el orificio (12), llamado de compensación. En esta cámara tenemos ahora la presión atmosférica, debido a su comunicación con el depósito, el cual se halla sometido a esta misma presión. El muelle mantiene retirado contra su tope al pistón (4) y aplica contra su asiento a la válvula (2), por cuya causa no existe comunicación entre la cámara (11) y las canalizaciones de los cilindros de rueda. Por detrás de la copela primaria (3) entra líquido a la cámara (13), que proporciona un deslizamiento suave del pistón.

Cuando el conductor pisa el pedal del freno, la varilla (10) empuja al pistón (4), que arrastra consigo hacia la izquierda a la copela primaria (3) que se abre de su periferia adaptándose perfectamente a las paredes del cilindro, evitando así las fugas hacia atrás del líquido encerrado en la cámara (11) que, durante el desplazamiento del pistón, va siendo comprimido. En este mismo espacio de tiempo, el muelle aplica contra su asiento a la válvula cada vez más fuerte.

Mientras la copela (3) no tape el orificio de compensación (12), por él sale un poco de líquido hacia el depósito, lo que supone una compensación que evita brusquedad en el accionamiento de los frenos. Una vez tapado este orificio, el consiguiente desplazamiento del pistón hace subir la presión en la cámara (11) y, llegado un cierto instante, el valor de presión alcanzado es suficiente para abrir la válvula (2), cuya guarnición de goma es deformada dejando libres los orificios por los que puede salir el líquido a las canalizaciones.

Como las canalizaciones y los cilindros de rueda se encuentran llenos de este mismo líquido, al abrirse la válvula (2) se transmite la presión obtenida en (11) a los cilindros de rueda, que producirán bajo este efecto la aproximación de las superficies frenantes. Cuanta más fuerza se ejerza en el pistón (4), mayor será la presión alcanzada en la cámara (11), que al transmitirse a los cilindros de rueda producirán una acción de frenado más enérgica.

La presión ejercida en el líquido produce el desplazamiento de los pistones de los cilindros de rueda, que aplican las zapatas contra el tambor. El espacio que van dejando libre en su desplazamiento va siendo llenado por el líquido que es enviado desde la bomba. Durante el desplazamiento del pistón (4) del cilindro maestro, la cámara de compensación (13) permanece en comunicación con el depósito de líquido, a través del orificio de comunicación por detrás del de compensación y, por tanto, a la presión atmosférica. (pág. 218)

2.1.6. Mangueras o conductos.

Son las encargadas de transmitir la presión generada por la bomba hasta los diferentes actuadores del sistema (pastillas y zapatas) a través del líquido de frenos, pueden ser rígidas o flexibles, esto depende del diseño del fabricante. Las características más importantes que deben tener son: resistir temperaturas moderadas y alta resistencia a la corrosión.

2.1.7. Frenos de tambor.

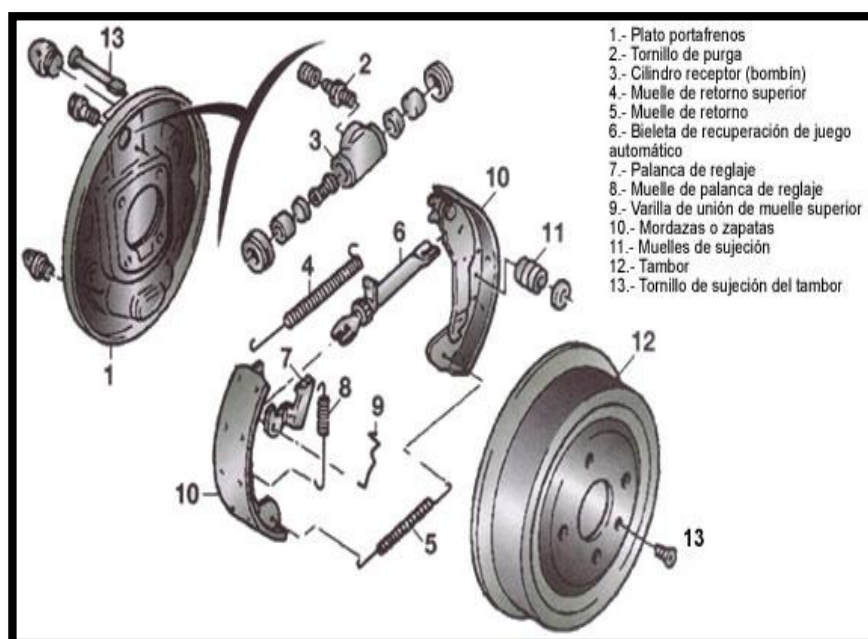


Figura 6 Despiece y sección del freno de tambor

Fuente: (<http://www.aficionadosalamecanica.net/hazlo-tambor.htm>, 2014)

2.1.7.1. Plato porta frenos (1).

Es un elemento estático (no gira), fabricada en acero de alta resistencia en donde se monta los bombines de accionamiento (3) o más conocidos como cilindros, también van ubicadas las zapatas (10), los tornillos de sujeción (13) y todos los mecanismos de accionamiento para que puedan desplazarse las zapatas.

2.1.7.2. Tambor (12)

Se fabrican con hierro fundido o colado y también de aluminio con superficie de fricción de hierro colado, gira junto con el neumático. Cuando los frenos se aplica, el forro de la zapata de freno es empujado contra el interior del tambor; y así, se genera la fricción con la que se obtiene la fuerza de frenado. Protege a todos sus componentes.

Los tambores que se fabrican con “hierro colado contienen aproximadamente 3 por ciento de carbono, lo que hace al tambor duro, aunque frágil. Por esta razón, se recomienda que los golpes que se necesiten para desmontar tambores se aplique en la parte central de acero dulce, la cual, a causa de las características del material, puede recibir esta fuerza sin sufrir daños. Este contenido de 3 por ciento del carbono del hierro colado actúa también como un lubricante que evita el ruido durante el frenado”. (Halderman, 1996, pág. 174).

2.1.7.3. Cilindro receptor o bombín (3).

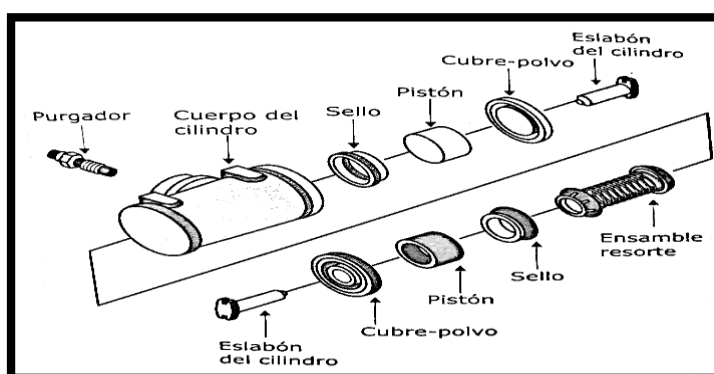


Figura 7 Cilindro de pistón simple

Fuente: (MAF, 2009, pág. 27)

Es el dispositivo final a donde llega el líquido de frenos, esta energía hidráulica es aprovechada para empujar las zapatas (10) contra el tambor (12)

y así generar la fricción necesaria, según la necesidad del conductor. Existen dos tipos de cilindros como son de pistón simple (ver figura 7) y de pistón doble (ver figura 8).

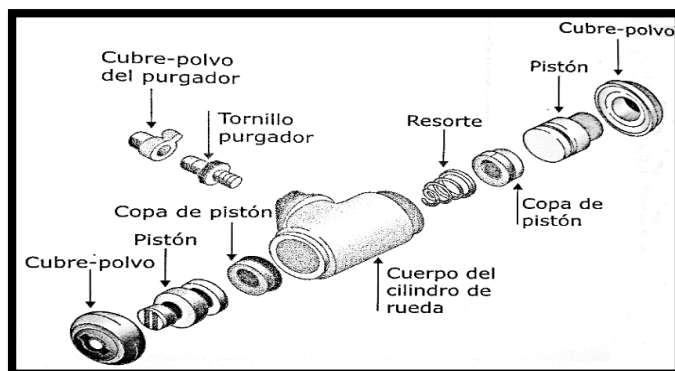


Figura 8 Cilindro de pistón doble
Fuente: (MAF, 2009, pág. 27)

2.1.7.4. Muelles de retorno (4-5).

Son los encargados de regresar las zapatas (10) a su posición original una vez que el conductor deja de pisar el pedal del freno, esto sucede ya que la fuerza del muelle es superior a la del cilindro receptor (3) debido a que no existe presión en el sistema. El número de muelles es igual al número de cilindros receptores que existan en cada tambor.

2.1.7.5. Biela de recuperación del juego (6).

Son elementos de acero, ubicados en la parte superior del tambor. En la mayoría de vehículos modernos el ajustado de este elemento es automático, pero en otros no, el objetivo de este conjunto sea manual o automático, es de mantener las zapatas lo más cerca sea posible al tambor (12) pero sin que exista fricción.

2.1.7.6. Mordazas o zapatas (10)

Encargadas de producir la fricción contra el tambor mediante un forro de rozamiento (balata), siempre encontraremos dos de estos elementos en cada tambor, una vez que el forro de rozamiento haya cumplido su vida útil (de acuerdo a las especificaciones de cada fabricante) este se procede a su cambio manteniendo la misma zapata, no sucediendo así con las pastillas.

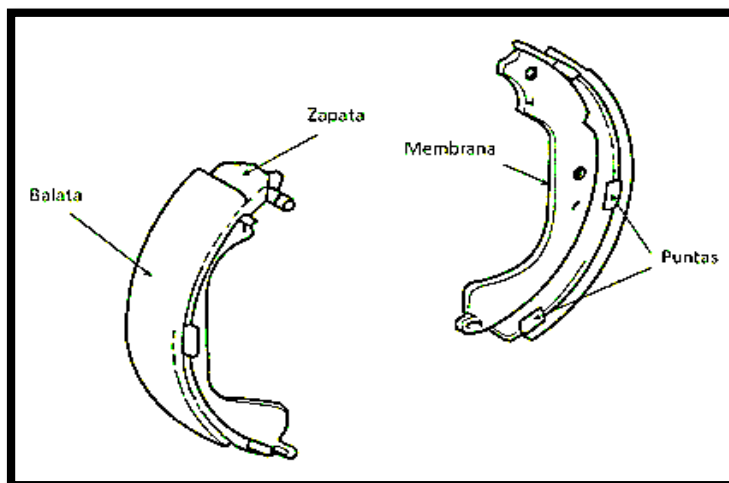


Figura 9 Conjunto de zapatas

Fuente: (<http://www.e-auto.com.mx/enev/index.php/85-boletines-tecnicos/3504-frenos-de-tambor,2010>)

2.1.8. Frenos de disco.

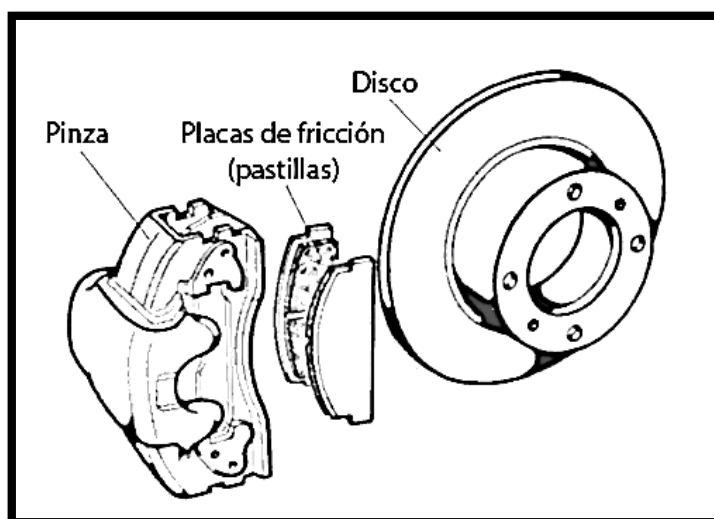


Figura 10 Despiece y sección del freno de disco

Fuente: (<http://www.alineauto.net/cambio-pastillas-frenos/, 2014>)

2.1.8.1. Disco o rotor.

Es la superficie donde se va a generar la fricción, su estructura es de aleaciones compuestas de aluminio reforzado con el 20 por ciento de partículas de carburo de silicio. (MAF, 2009) Afirma:

Para que la energía cinética sea convertida en calorífica por medio del rozamiento con las pastillas de fricción. Y de este modo, se opone al giro de cada rueda y detiene el vehículo.

Debe girar junto con la masa para poder girar el automóvil. Algunos discos son de acero macizo, otros tienen rayas en su superficie para eliminar con facilidad los residuos de las pastillas y otros más tienen agujeros que los atraviesan y que ayudan a disipar el calor es decir se trata de discos ventilados. (Pág. 32)

2.1.8.2. Caliper o mordaza.

Es el lugar donde van alojadas las pastillas y los pistones de freno. Existen dos tipos de mordazas, las que funcionan con un pistón y las de dos o más pistones, dependiendo de su diseño. (Ver Figura 11 y 12) (MAF, 2009) Afirma. “El pistón empuja a la pastilla para que haga contacto con el disco, y para que la mordaza y la pastilla interior se desplacen; y así, la presión es aplicada en ambos lados del disco, para que se logre el frenado”. (Pág. 32)

Caliper fijo. (MAF, 2009) Afirma. “No se mueve en relación con el disco, y utiliza uno o más pares de pistones. Cuando este caliper es accionado, empuja a las pastillas hacia ambos lados del disco. En general es un tipo de caliper más complejo y caro que el caliper flotante.” (Pág. 33)

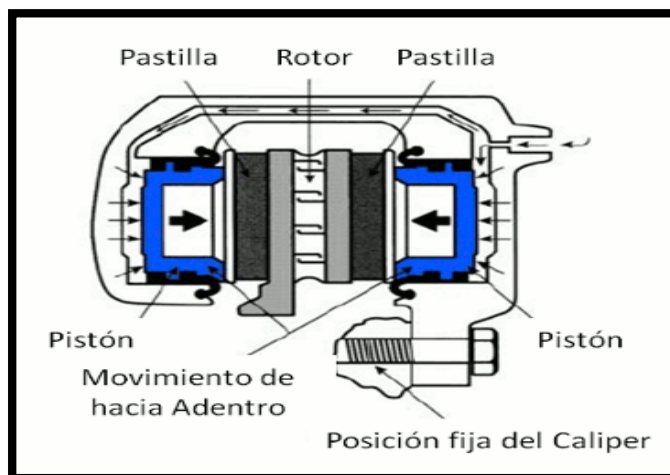


Figura 11 Despiece y sección de la mordaza fija

Fuente: (<http://www.e-auto.com.mx/engew/index.php/85-boletines-tecnicos/3506-frenos-4-frenos-de-disco,2017>)

Caliper flotante o deslizante. (MAF, 2009) Afirma. “Se mueve en relación con el disco. En uno de los lados de este caliper, el pistón empuja a la pastilla de fricción hasta que esta hace contacto con la superficie del disco y con la mordaza; y hasta que, junto con la pastilla de freno interior, se

desplaza. Así, la presión es aplicada en ambos lados del disco, y se logra el frenado.” (Pág. 33)

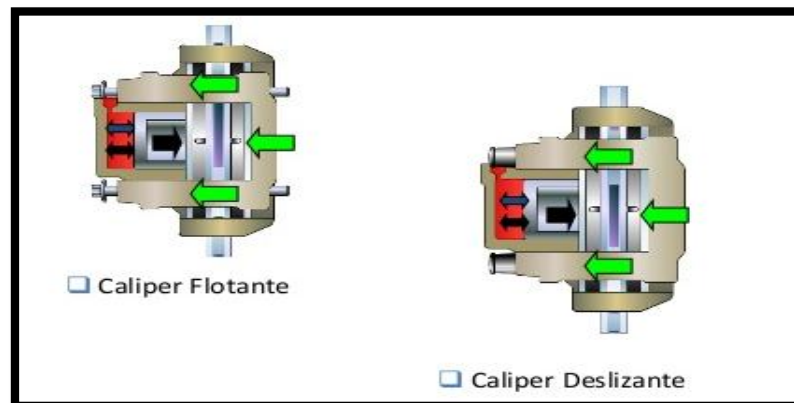


Figura 12: Caliper Flotante y Deslizante

Fuente: (<https://es.slideshare.net/ckayro/1-sistemas-de-frenos-resumen-general>, 2014)

2.1.8.3. Pastillas de fricción.

Son las encargadas de generar la fricción contra los discos. Están conformadas por su pieza de soporte a la cual se le remacha una pasta especial, conformada por materiales semimetálicos, cerámicos o carbónicos. La mayoría de pastillas disponen de una pieza de metal, encargada de dar aviso al conductor cuando la pasta está por acabarse, y en vehículos más actuales un sensor sustituye este elemento (pieza de metal). Siempre encontraremos dos pastillas en cada mordaza (caliper). “el límite de desgaste del forro de freno (discos y frenos de tambor) es de 01mm” (Warren, Maddox, & John, 1991, pág. 03)

2.1.8.4. Cómo funcionan las pastillas.

El funcionamiento de las pastillas se produce de dos maneras como estudiaremos a continuación: (MAF, 2009) Afirma:

“Freno suelto.- las pastillas pueden rozar suavemente contra el rotor, el cual gira con la rueda. La superficie de las pastillas y la del rotor se mantienen limpias, gracias a que entran en contacto; esto, además, mejora la acción de los frenos. Como si fuera un resorte. El sello del pistón se flexiona para separar a este del rotor. En este caso, la presión hidráulica es nula.” (Pág. 33)

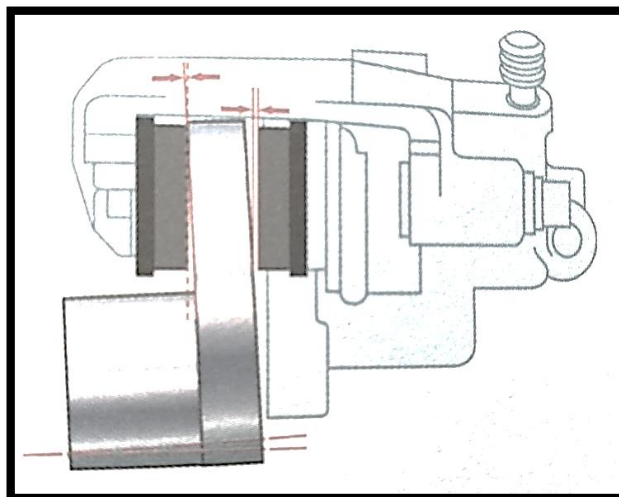


Figura 13 Freno suelto
Fuente: (MAF, 2009, pág. 33)

Frenos aplicados. (MAF, 2009) Afirma. La presión hidráulica hace que el pistón y la pinza corrediza opriman a las pastillas contra el rotor, hasta detenerlo. La gran superficie del pistón, multiplica la presión aplicada. (Pág. 33).

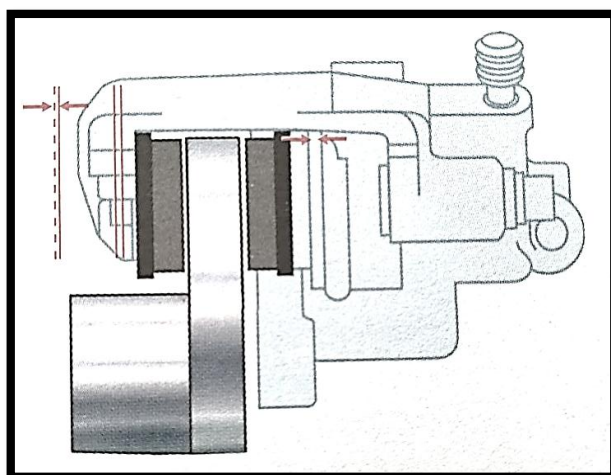


Figura 14 Freno aplicado
Fuente: (MAF, 2009, pág. 33)

2.1.9. Rectificación de tambores y discos de frenos

La rectificación de un tambor se la realiza especialmente para eliminar ralladuras producto de la fricción con las zapatas o por algún problema de desgaste específico (ver figura 16), los tambores que hayan tenido deformidades y cristalizaciones severas, debido algún golpe o recalentamiento deben ser remplazados.

2.1.9.1. Fallas comunes en los tambores.

Puntos duros.

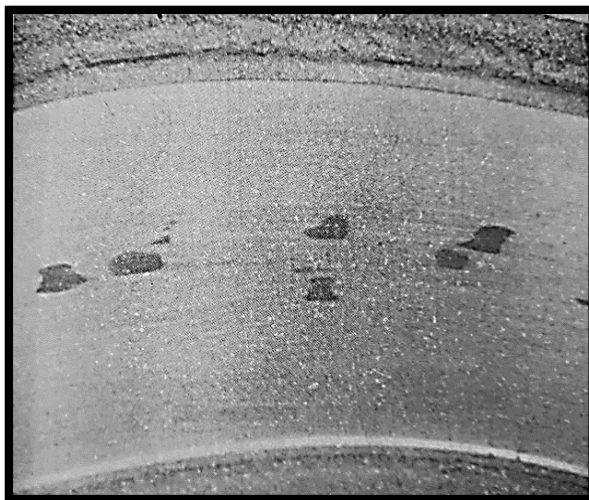


Figura 15 Puntos duros en un tambor

Fuente: (Halderman, 1996, pág. 177)

Son manchas que se presentan en el tambor, donde hacen fricción las zapatas y también son muy comunes en los discos de freno donde hacen fricción las pastillas. Estas manchas son originadas por el recalentamiento del hierro colado. Cuando se tiene este tipo de manchas es recomendable sustituir el tambor ya que las manchas no son superficiales están a una profundidad considerable y no se las puede eliminar con una rectificación ni cepillado.

Deformidades.

La mayoría de deformidades se da por el uso de forro de zapatas de mala calidad y por sobrecalentamientos, producto del uso excesivo de los frenos, en la mayoría de casos de deformidades podemos encontrar: el rayado, con forma de barril, con boca acampanada, ahusado, no redondo y excéntrico, (ver figura 16).

La membrana de las zapatas (ver figura 9), deben ser cambiadas cada 60000 km de recorrido o cada dos cambios de las balatas (forros de zapata), se recomienda este tipo de cambios, ya que con el continuo uso de las zapatas las membranas o más conocidos como perfiles tienden a deformarse, provocando deformidades en el tambor.

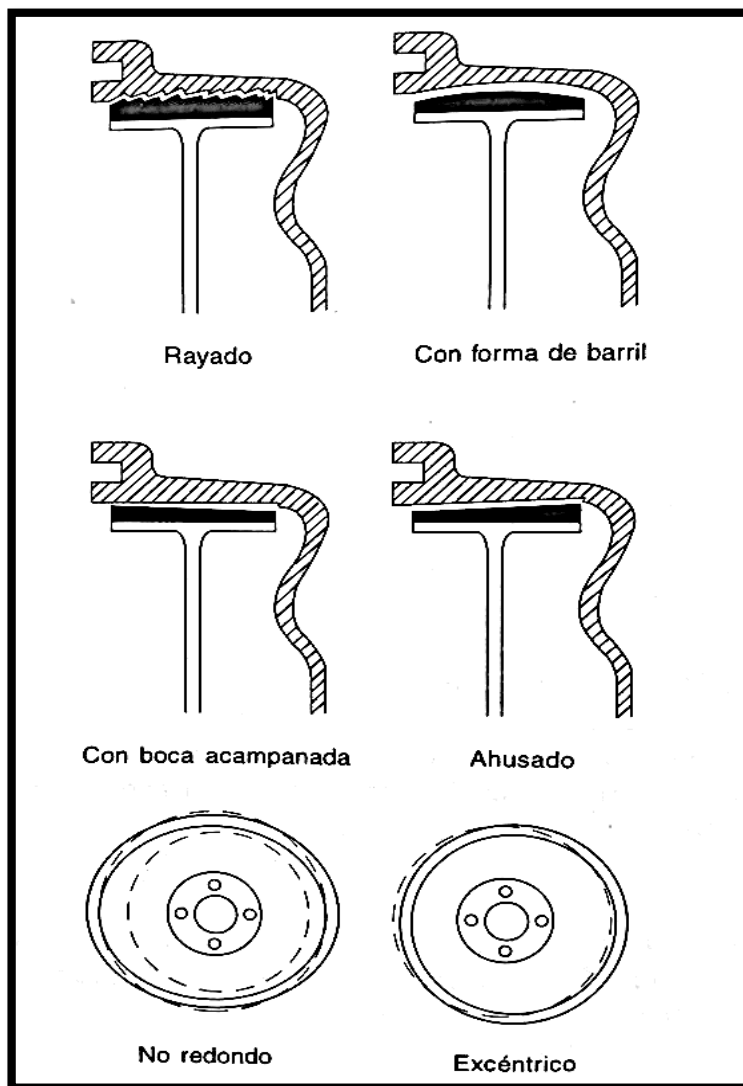


Figura 16 Problemas comunes en los tambores

Fuente: (Halderman, 1996, pág. 178)

2.1.9.2. Como medir y determinar si al tambor requiere ser rectificad.

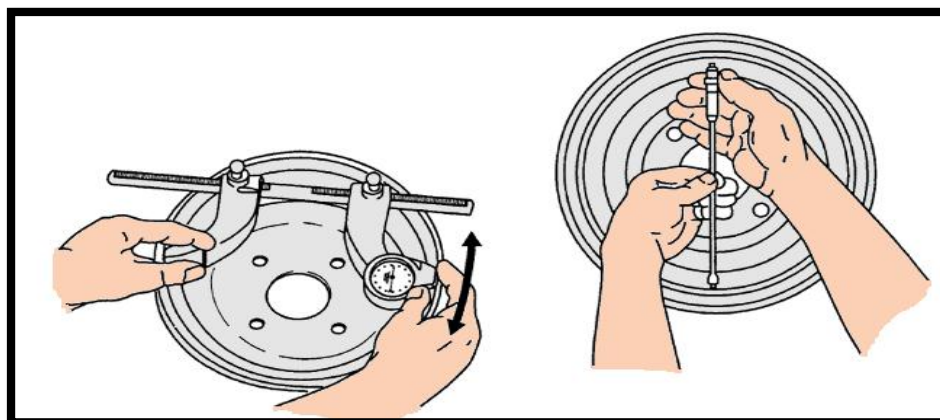


Figura 17 Formas de medición de los tambores de frenos

Fuente: (<http://www.e-auto.com.mx/enev/index.php/85-boletines-tecnicos/6399-frenos-diagnostico-2>, 2017)

La medición de un tambor, para determinar si necesita ser rectificadose se la realiza con un micrómetro o una herramienta de medición especial (ver figura 17), primeramente realizando la respectiva limpieza del elemento a medir y en un lugar donde el operario disponga de las comodidades respectivas como; claridad, superficies planas, etc.

En la rectificación de tambores (Halderman, 1996) Afirma:

Los tambores de frenos se suelen rectificar un máximo de 1.5 mm (0.060 pulg) de sobremedida (por ejemplo, un tambor de 241.3 mm (9.500 pulg) nuevo se podría devastar o rectificar hasta un diámetro interno máximo de 242. 8 mm (9.560 pulg)), a menos que en el tambor se haya estampado otra cosa. La mayoría de los expertos en frenos recomiendan que ambos tambores en el mismo eje estén no más allá de 0.25 mm (0.010 pulg) uno de otro. El diámetro interno máximo especificado de (DI) significa el diámetro interno máximo por desgaste. Deje siempre al menos 0.4 mm (0.015 pulg) después de rectificar (recepillar), como margen para desgaste. Muchos fabricantes recomiendan dejar 0.8 mm (0.030 pulg) para desgaste. Pág. 177.

Otra forma para determinar el límite de desbastado en un tambor, es fijándose en el bisel que se encuentra en el borde exterior de casi todos los tambores de frenos (ver figura 18), cuando el bisel ha desaparecido o se encuentra por debajo de este (borde exterior), es un indicador de que La vida útil del tambor ha culminado

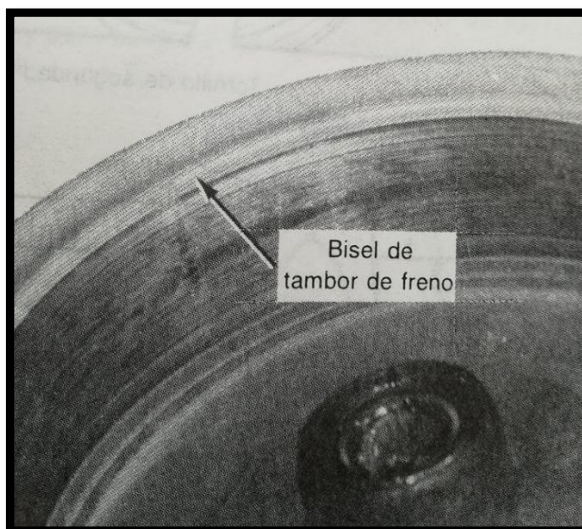


Figura 18 Bisel del borde exterior
Fuente: (Halderman, 1996, pág. 177)

2.1.9.3. Fallas comunes en los discos de frenos

Surcos

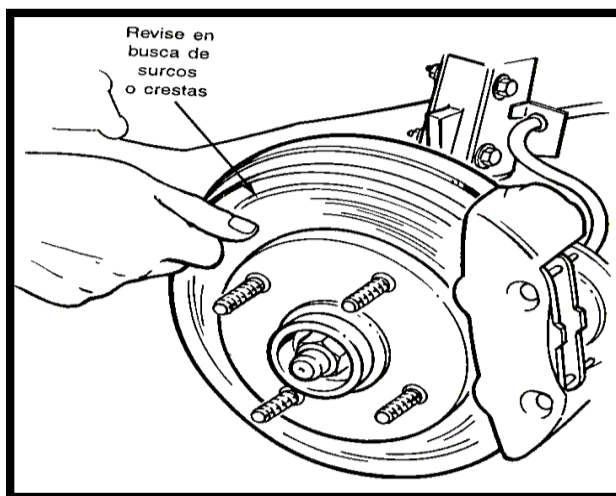


Figura 19 Surcos en el disco de frenos
 Fuente: (Halderman, 1996, pág. 186)

Más conocidos como ralladuras, Estas fallas se producen en la superficie de fricción, y cuando llegan a una profundidad de 1.5 mm es necesario, rectificar el disco, estos desniveles en el disco se producen principalmente por la utilización de pastillas de mala calidad y también cuando las pastillas de freno ya llegan a su límite de uso y no son remplazadas.

Variación de espesor.

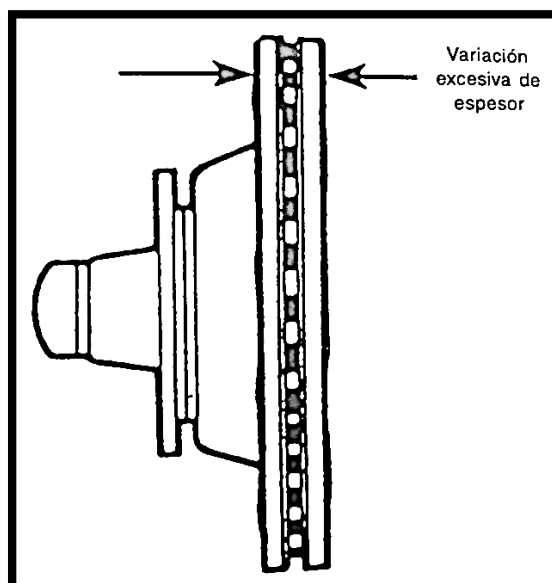


Figura 20 Variación de espesos de un disco de frenos
 Fuente: (Halderman, 1996, pág. 185)

La variación de espesor de disco frecuentemente se produce por un sobrecalentamiento, “consiste en el conjunto de espesores presentes en el disco a lo largo de sus 360°. Este fenómeno puede causar vibraciones y ruido indeseado al ser accionado el sistema de frenos e incluso sin llegar a serlo, debido a las protuberancias y cavidades presentes en el disco que provocan que las pastillas ejerzan mayor o menor presión en los diferentes sectores del mismo.” (Fernández, pág. 1)

Descentramiento lateral

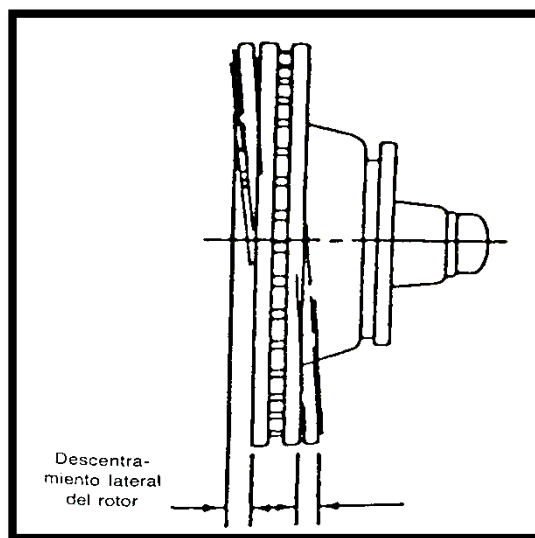


Figura 21 Variación de espesores de un disco de frenos

Fuente: (Halderman, 1996, pág. 185)

Otro de los inconvenientes que podemos encontrar en un disco de frenos es el descentramiento lateral mismo que está determinado por las siguientes medidas “Un rotor de frenos de disco debe tener como máximo de 0.05 a 0.13 mm (0.002 a 0.005 pulg) de descentramiento lateral total, según las especificaciones del fabricante. (Halderman, 1996, pág. 183)

2.1.9.4. Como medir y determinar si el disco requiere ser rectificado

La medición en un rotor (disco de frenos) es menos compleja que en un tambor de frenos, se puede utilizar un micrómetro especial para medir rotores o pie de rey (calibrador) digital. Para poder determinar si el disco requiere ser rectificado, se procede a tomar las medidas en las ralladuras más profundas

y más sobresalientes, para luego determinar la diferencia entre ellas y rectificar si es necesario. Con el valor obtenido en las ralladuras más profundas determinaremos también si el disco aún se puede rectificar.

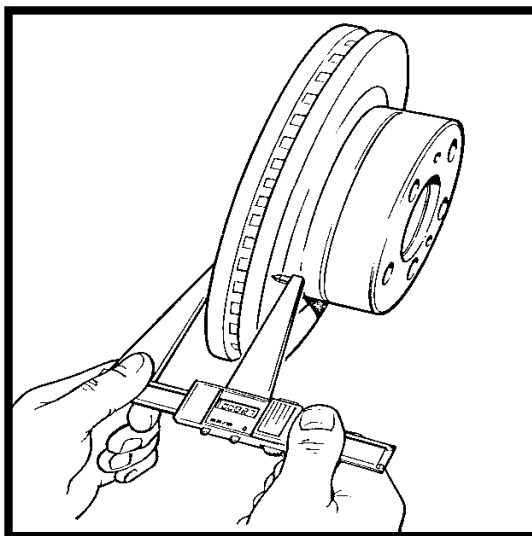


Figura 22 Forma de medir un disco
Fuente: (Halderman, 1996, pág. 186)

En la rectificación de Rotores (Halderman, 1996) afirma. “Casi todos los rotores tienen un espesor mínimo moldeado o estampado en el rotor. Este espesor es un espesor mínimo para desgaste. Debe quedar al menos 0.4 mm (0.015 pulg) después de rectificar, como margen para desgaste. (Algunos fabricantes de vehículos, p. ej., General Motors, especifican dejar 0.8 mm (0.030 pulg) para desgaste.) Siempre que se rectifique un rotor, se debe quitar la misma cantidad de material de cada lado”. (pág. 184)

2.1.9.5. Frenos de estacionamiento.

Conocido también como freno de emergencia, consta de una palanca que se encuentra en medio de los asientos entre el piloto y copiloto o también frente al conductor en la parte derecha, la palanca está conectada por medio de cables y en algunos casos varillas hasta los elementos frenantes en las ruedas posteriores.

Eficiencia del freno de estacionamiento. “El freno de estacionamiento debe mantener a un vehículo estacionario con carga completa sobre una pendiente de 30 por ciento para un vehículo equipado con transmisión manual, o en una pendiente de 20 por ciento si está equipado con transmisión

automática. La fuerza manual requerida no puede ser mayor de 80 lb (18 N), o mayor de 100 lb (22 N) si es fuerza del pie” (Halderman, 1996, pág. 161).

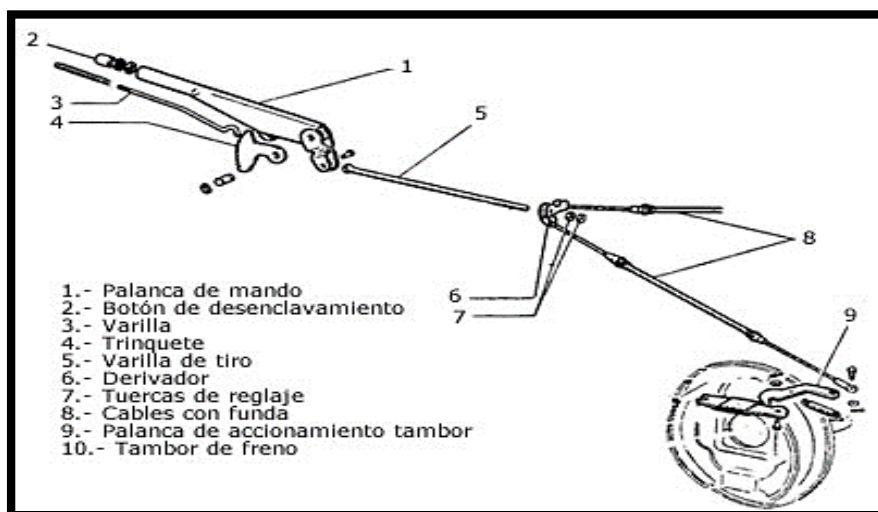


Figura 23 Esquema del sistema de freno de estacionamiento.

Fuente: (<http://www.aficionadosalamecanica.net/frenos-4.htm>, 2014)

Tabla 2

Cuadro de especificaciones técnicas del sistema de frenos

ELEMENTO	VALOR ESTÁNDAR	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	TORQUE (FT-LBS)
Espesor estándar del disco	18 mm	16.97	–	–
Descentramiento lateral del disco	–	–	0.13mm	–
Diámetro estándar del tambor	254mm	–	255mm	–
Límite de desgaste del forro de las pastillas y zapatas	–	–	Hasta que quede 1mm de espesor	–
Perno de montaje de la mordaza	–	–	–	22 a 25
Perno de soporte da la mordaza	–	–	–	62 a 66
tuercas de montaje del cilindro maestro	–	–	–	12 a 14
Tuercas de montaje del servo freno	–	–	–	18 a 21
En las ruedas (Aros de acero)	–	–	–	60 a 85
En las ruedas (Aros de aluminio)	–	–	–	80 a 94

Fuente: (Warren, Maddox, & John, 1991, pág. 199)

2.2. Sistema de suspensión

“El sistema de suspensión de un automóvil tiene la misión de hacer más cómoda la marcha del mismo para los pasajeros y contribuir en todo momento

a la mayor estabilidad del vehículo. Para cumplir estos objetivos debe tener dos cualidades importantes: elasticidad, que evita que las desigualdades del terreno se transmitan al vehículo en forma de golpes secos, y amortiguación, que impide un balanceo excesivo.” (Alonso J. M., 2000, pág. 93)

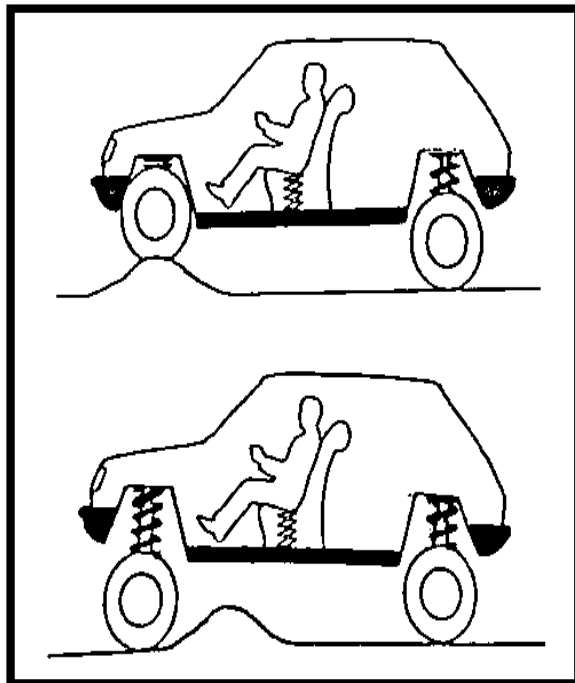


Figura 24 Funcionamiento de la suspensión.
Fuente: (Alonso J. M., 2000)

“El diseño de un sistema de suspensión se realiza de manera que ésta sea lo suficientemente eficaz como para atenuar, e incluso impedir, cualquier movimiento de la carrocería con relación al suelo, de manera que el vehículo se mantenga durante la marcha en la posición más horizontal posible, tanto en línea recta como en curvas, aceleraciones y frenadas, cualquiera que sea el estado de la carretera, la fuerza centrífuga actuante o las condiciones meteorológicas (viento) con las que se circule.” (Alonso J. M., 2000, pág. 94)

2.2.1. Componentes

Los elementos principales que conforman un sistema de suspensión de un vehículo, ya sea de las ruedas delanteras como traseras, son los siguientes:

- Ballestas
- Amortiguadores
- Muelles helicoidales de suspensión

- Barra de torsión
- Barra estabilizadora
- Brazos oscilantes
- Topes de suspensión

2.2.1.1. **Ballesta.**

Mayormente usadas en vehículos de carga liviana y pesada, están conformada por un conjunto de hojas curvas de gran resistencia a la rotura, están fabricadas en acero siendo una de sus principales características la elasticidad. Las hojas son el medio por donde se transmite todo el peso de vehículo y su carga, hacia las ruedas, esta conformadas por diferentes tipos de láminas como son; la hoja maestra, misma que está unida al chasis por medio de unos bulones, a continuación de la hoja maestra está ubicada la segunda hoja, misma que en su mayoría termina en forma redondeada en sus extremos, a continuación se colocan el resto de hojas las cuales no tienen ningún tipo de deformidad y su longitud cada vez es más pequeña.

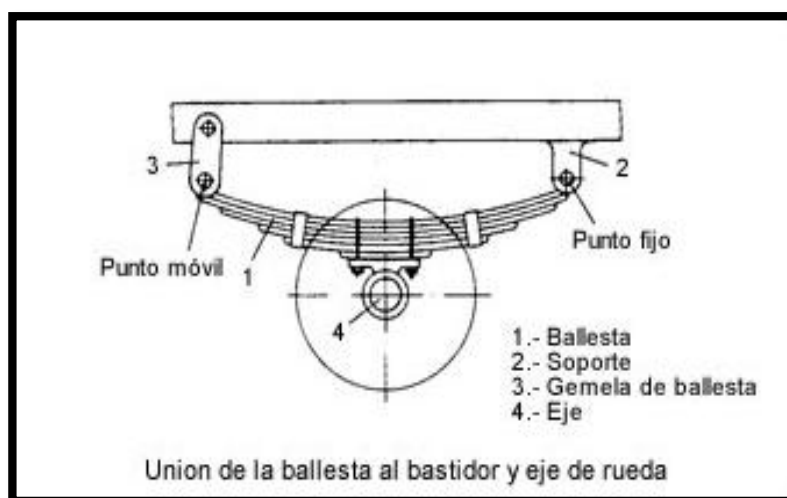


Figura 25 Esquema del conjunto de ballestas

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/suspension2.htm>,2014)

2.2.1.2. **Amortiguadores.**

“Estos elementos son los encargados de absorber las vibraciones de los elementos elásticos (muelles, ballestas, barras de torsión), convirtiendo en calor la energía generada por las oscilaciones. Cuando la rueda encuentra un obstáculo o bache, el muelle se comprime o se estira, recogiendo la energía mecánica producida por el choque, energía que devuelve a

continuación, por efecto de su elasticidad, rebotando sobre la carrocería. Este rebote en forma de vibración es el que tiene que frenar el amortiguador, recogiendo, en primer lugar, el efecto de compresión y luego el de reacción del muelle, actuando de freno en ambos sentidos; por esta razón reciben el nombre de los amortiguadores de doble efecto.” (Meganeboy D., 2014, Aficionados a la Mecanica, <http://www.aficionadosalamecanica.net/suspension2.htm>;) (Recuperado el 05/02/2018)

Principio de funcionamiento de un amortiguador.

En el principio de funcionamiento de un amortiguador (Castro, 1994) afirma que:

Supongamos un cilindro (1) lleno de líquido. Dentro de este cilindro se puede desplazar un émbolo (2) ajustado a sus paredes e impulsado por un vástago (3). Este émbolo dividirá el compartimiento en dos partes o caras señaladas con los números 4 y 6. Por otro lado, el émbolo podrá desplazarse dentro del cilindro, pues el líquido que salga de un compartimiento o cara, debido a que éste se hace cada vez más pequeño, pasara por el conducto de comunicación (5) al compartimiento inferior, que se ira haciendo mayor a medida que el émbolo asciende.

Sin embargo, y a pesar de esta posibilidad de traslado del líquido de una a otra cara, la realidad es que este desplazamiento no podrá ser muy rápido, pues el conducto ofrece una resistencia al paso del líquido, resistencia que será tanto mayor cuanto mayor sea la velocidad con la que tiende a pasar, cuanto mayor sea la viscosidad del mismo y cuanto menor sea el diámetro del conducto.

Si unimos el cilindro a un anclaje en el bastidor y el vástago (8) del émbolo al eje rígido que soporta la rueda, tanto el bastidor como la rueda tendrán oportunidad de alejarse o separarse entre sí, pero sus movimientos serán siempre controlados por el tiempo que tarde en desplazarse el líquido de una a otra cámara del amortiguador. Este freno será tanto mayor cuanto más brusco sea el golpe recibido, con lo

que se logra, precisamente, el efecto de amortiguación deseado. (pág. 324)

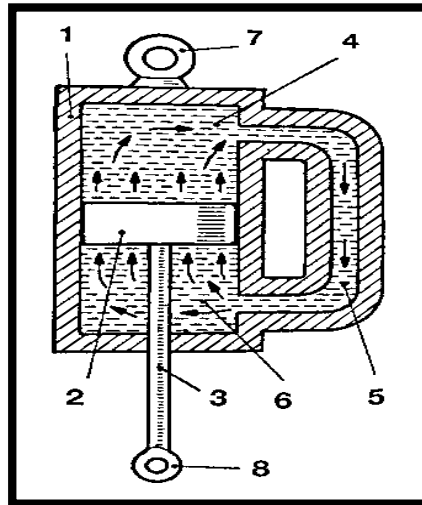


Figura 26 funcionamiento de un amortiguador.

Fuente: (Castro, 1994, pág. 324)

Tipos de amortiguadores.

En nuestro medio, es muy común el uso de dos tipos de amortiguadores como son:

Amortiguadores hidráulicos.- son los más usados en nuestro medio y para cumplir con su objetivo en su funcionamiento usan únicamente un fluido (aceite), figura 33.

Amortiguador a gas.-

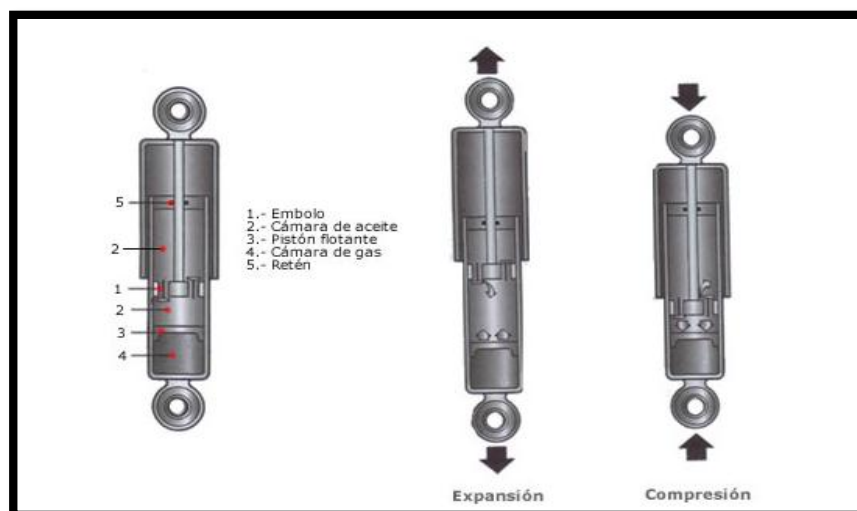


Figura 27 Funcionamiento de los amortiguadores a gas

Fuente: (<http://www.aficionadosalamecanica.net/suspension2.htm>, 2014)

Este tipo de amortiguador trabaja de la misma manera que un amortiguador hidráulico, con la diferencia de que estos tienen incorporado en uno de sus extremos una bolsa o cámara de nitrógeno a alta presión (25 bar). La finalidad de la cámara de aire es tener un mayor confort en el sistema de suspensión.

2.2.1.3. Muelles helicoidales de suspensión

Estos elementos al igual que las ballestas están constituidos de acero con propiedades elásticas, el diámetro de la varilla que conforma el enrollamiento, varía de acuerdo a la carga que vaya a soportar y se usan en la mayoría de vehículos de turismo.

“La flexibilidad de los muelles está en función del número de espiras, del diámetro del resorte, del paso entre espiras, del espesor o diámetro del hilo, y de las características del material. Se puede conseguir muelles con una flexibilidad progresiva, utilizando diferentes diámetros de enrollado por medio de muelles helicoidales cónicos (figura inferior), por medio de muelles con paso entre espiras variable o disponiendo de muelles adicionales.” (Meganeboy D., 2014, Aficionados a la Mecanica, <http://www.aficionadosalamecanica.net/suspension2.htm>:.) (Recuperado el 05/02/2018).

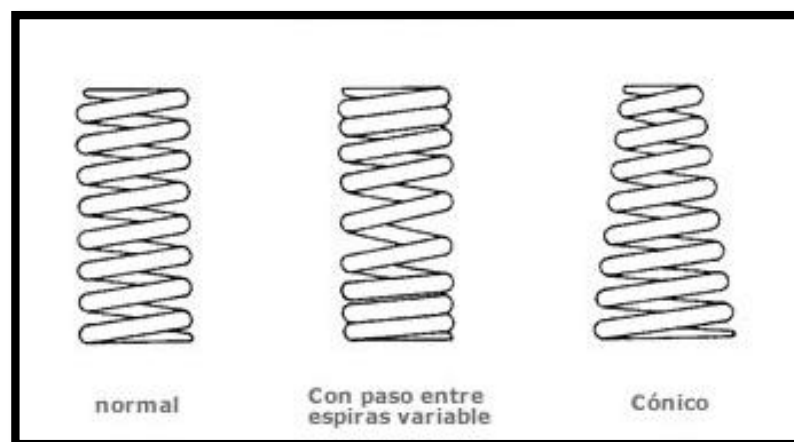


Figura 28 Tipos de Muelles

Fuente: (<http://www.aficionadosalamecanica.net/suspension2.htm>, 2014)

2.2.1.4. Barra de torsión.

Es una barra que cumple la función de resorte longitudinal, en un extremo está unida hacia un brazo, mismo que está conectado con el eje libre de

ruedas, y en el otro extremo se sujeta fijamente al chasis. Esta barra la encontramos mayormente en vehículos con suspensión independiente, su función específica es ayudar a mantener estable la geometría del vehículo y contribuir con el sistema de suspensión, haciéndolo más confortable y placentero.

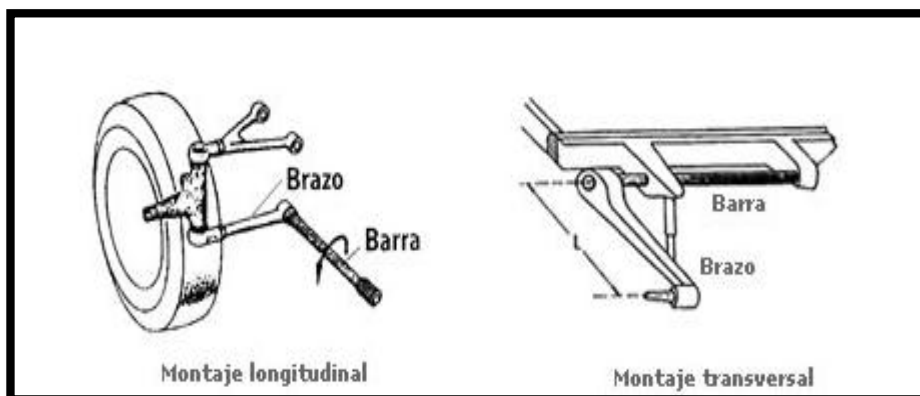


Figura 29 Barra de torsión

Fuente: (<http://www.aficionadosalamecanica.net/suspension2.htm>, 2014)

2.2.1.5. Barra estabilizadora.

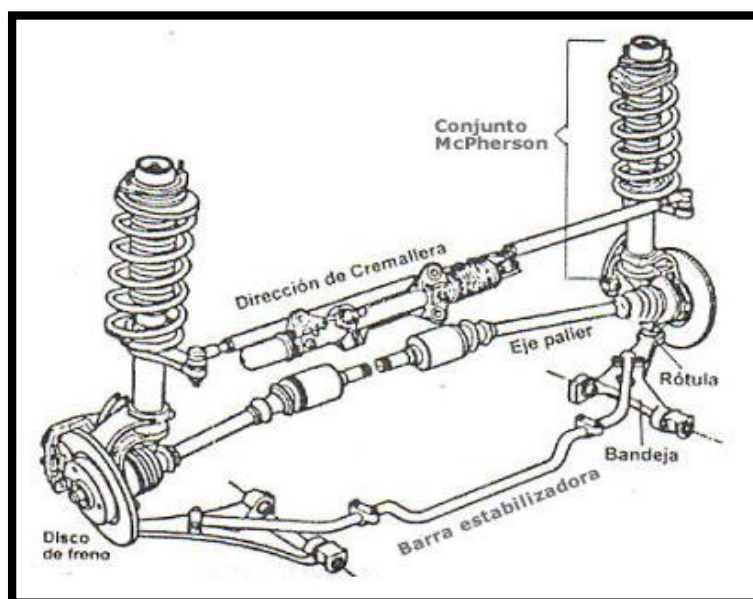


Figura 30 Esquema de ubicación de la barra de torsión

Fuente: (<http://www.suspensiones.mx/productos.php>, 2015)

En la descripción de las barras estabilizadoras (Alonso, 2000) afirma:

Cuando un vehículo toma una curva, la acción de la fuerza centrífuga hace que el peso se sobrecargue sobre las ruedas exteriores, produciendo la inclinación de la carrocería hacia ese lado. Para limitar esta inclinación en beneficio de la estabilidad del vehículo, se emplean

las barras estabilizadoras, que se colocan tanto en la parte delantera como en la trasera, enlazando los sistemas de suspensión de ambas ruedas del mismo eje. (pág. 117)

2.2.1.6. Brazos oscilantes.

Estos elementos llamados brazos oscilantes (A) y (B) los encontramos en los sistemas de suspensión independiente, mismos que están sujetos (articulados) al chasis en unos ejes de giro (C) y (D), en su otro extremo se encuentran unidos a la mangueta (mosco) por medio de rotulas (F) y (G), sobre el brazo oscilante interior (B) y el chasis se encuentra el muelle (H) y amortiguador (I) encargados de la amortiguación del vehículo.

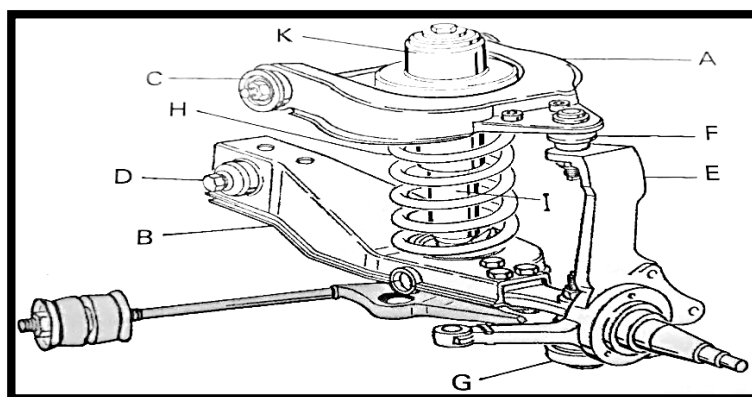


Figura 31 Esquema de ubicación de los brazos oscilantes
Fuente: (Alonso J. M., 2000, pág. 102)

2.2.1.7. Topes de suspensión.

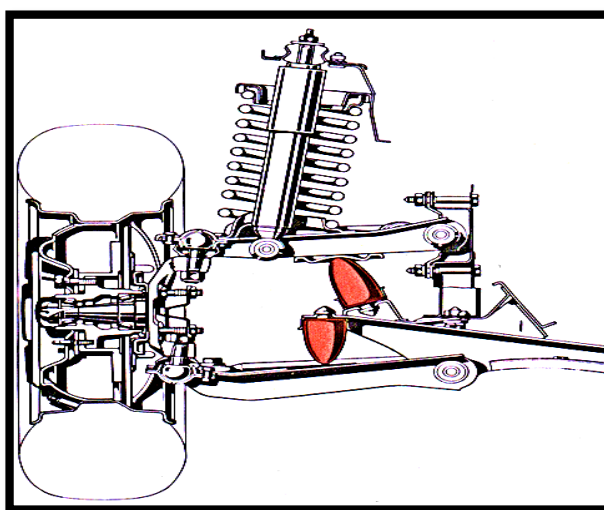


Figura 32 Topes de la suspensión
Fuente: (<https://diccionario.motorgiga.com/diccionario/tacos-de-tope-definicion-significado/gmx-niv15-con195674.htm>, 2015)

Su fabricación es de caucho, la función que estos elementos cumplen es; no permitir el contacto entre piezas metálicas, cuando la suspensión llega a tope (ver figura 32). Estos contactos metálicos se pueden producirse entre los propios elementos de la amortiguación o elementos de la amortiguación y la carrocería.

Tabla 3
Fallas más comunes en el sistema de suspensión

<i>DIAGNOSTICO</i>	<i>CAUSA</i>	<i>SOLUCIÓN</i>
Suspensión blanda	Por qué las ballestas, muelles y barras de torsión, etc., han perdido flexibilidad o amortiguadores en mal estado	Sustituir elementos
Suspensión dura	Agarrotamiento parcial de una ballesta, amortiguador, eje de articulación de suspensión, etc.	Desmontar el mecanismo defectuoso y proceder a su limpieza y reparación
Suspensión ruidosa	Rotura de alguna hoja de ballesta, muelle o barra de torsión, casquillo en mal estado de cualquier articulación elástica del sistema	Localizar el ruido y cambiar cualquier pieza defectuosa, siempre que se observe cualquier casquillo defectuoso deberá cambiarse
Vibración de la suspensión	Holguras en los ejes de los brazos oscilantes o deformaciones de los mismos y amortiguadores defectuosos	Desmontar para su comprobación, o bien utilizar una maquina especial que los prueba montados en el vehículo

Fuente: (Alonso J. M., 2000)

Tabla 4
Especificaciones técnicas del sistema de suspensión

ELEMENTO	TORQUE (FT-LBS)
Tuerca del manubrio de dirección (parte inferior)	75
Pernos de ajuste de Brazos oscilantes	75 a 80
Pernos inferiores del brazo de articulación	50
Perno de soporte de la barra estabilizadora	20
Perno de unión entre la barra estabilizadora y el brazo inferior	11
Perno delantero de sujeción de la ballesta	112
Perno trasero de sujeción de la ballesta	72

Fuente: (Warren, Maddox, & John, 1991, pág. 213)

2.3. Sistema de dirección

En el sistema de dirección (Alonso J. M., 2000) afirma:

El conjunto de mecanismos que integran el sistema de dirección de un automóvil tiene la misión de orientar sus ruedas delanteras para hacer

seguir la trayectoria deseada por el conductor. A estas ruedas se las llama directrices y son gobernadas por un volante situado en la parte izquierda del salpicadero del vehículo.

El Sistema de dirección debe reunir las cualidades de ser preciso, de fácil manejo y no transmitir al conductor las Irregularidades de la carretera en forma de Vibraciones. Para que el conductor no tenga que ejercer un excesivo esfuerzo en el volante para conseguir la orientación de las ruedas, se utiliza generalmente un mecanismo desmultiplicador en la transmisión del movimiento desde el volante a las ruedas. En otras ocasiones se ayuda al sistema de dirección con un dispositivo de asistencia. (pág. 177)

2.3.1. Partes principales del sistema de dirección.

En figura 33 se muestra que; “El movimiento de giro del volante (1) es transformado en la caja de dirección (6) en otro de vaivén de la palanca (5) que, mediante la biela de empuje (7) lo transmite a la palanca de reenvío (4), que por medio de la biela (8) y los brazos de acoplamiento (2) y (3) se transmite a su vez a los brazos de mando (9), que producirán la orientación de las ruedas.” (Alonso J. M., 2000, pág. 177)

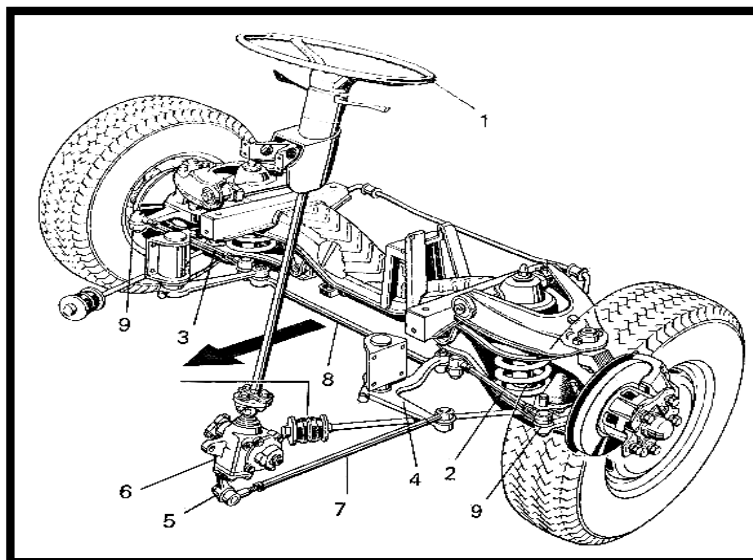


Figura 33 Componentes del sistema de dirección
Fuente: (Alonso J. M., 2000, pág. 177)

2.3.1.1. Volante de dirección.

Es un manubrio que controlar la dirección del vehículo y se encuentra en la parte frontal del conductor. Uno de los puntos que debemos tomar en cuenta al momento de montar un sistema de dirección, es la centralidad del volante y que el número de vueltas sea el mismo para ambos lados, esto se logra con un correcto armado del brazo y biela de mando; el mismo de debe ser en un ángulo recto de 90° como se muestra en la figura 39

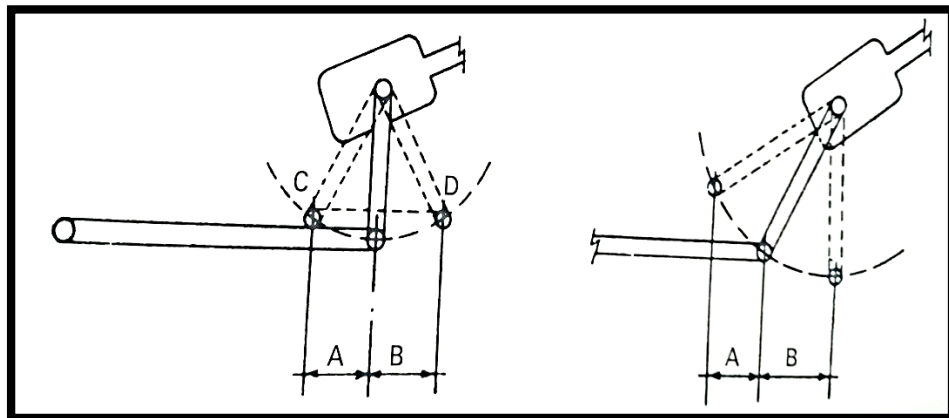


Figura 34 Componentes del sistema de dirección

Fuente: (Alonso J. M., 2000, pág. 177)

2.3.1.2. Columna de dirección.

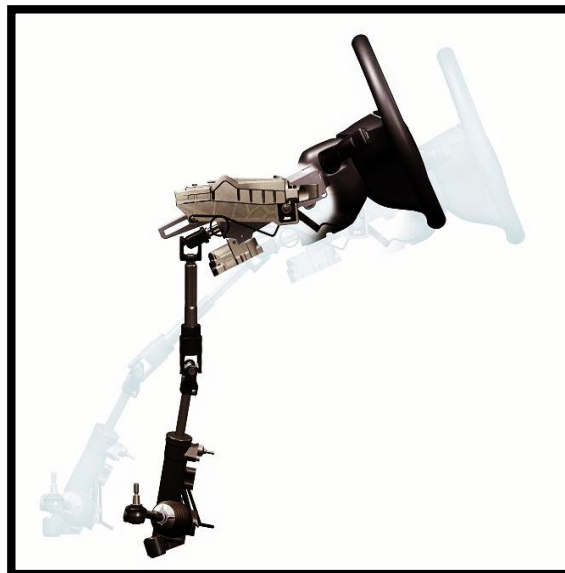


Figura 35 Columna de dirección colapsable

Fuente: (<http://marintodosobremecanica.blogspot.com/2014/10/columna-de-direccion-colapsable.html>, 2014)

Es el eje principal encargado de transmitir la rotación desde el volante de dirección hacia la caja de la dirección. En la actualidad todos los vehículos son fabricados con columnas de dirección que favorecen la seguridad activa del vehículo en caso de alguna colisión, precautelando siempre la integridad del conductor (fig. 35)

2.3.1.3. Caja de dirección.

En su interior está equipada con un tornillo, mismo que entre su roscado se encuentran unas esferas que facilitan el movimiento (ver figura 36), su lubricación se la realiza con aceite “Dexron II ATF” (Warren, Maddox, & John, 1991, pág. 27). Todos estos elementos que se encuentran en su interior están encargados de reducir el esfuerzo aplicado por el conductor al momento de girar el volante, teniendo así una conducción más confortable.

Es también el mecanismo encargado de transformar el giro del volante de un lado a otro, y está diseñado para realizar una reducción del giro recibido según el diseño del fabricante.



Figura 36 Funcionamiento interno de la caja de dirección

Fuente: (http://www.publiteconline.it/assemblaggio/index.php?option=com_k2&view=item&id=695:un-talento-per-le-soluzioni-a-vite&Itemid=401, 2013)

Partes principales de la caja de dirección

Entre las partes principales que componen el sistema de dirección tenemos:

- Tuerca del engranaje

- Tornillo de ajuste
- Columna de dirección
- Gusano de dirección
- Brazo de mando
- Eje pitman

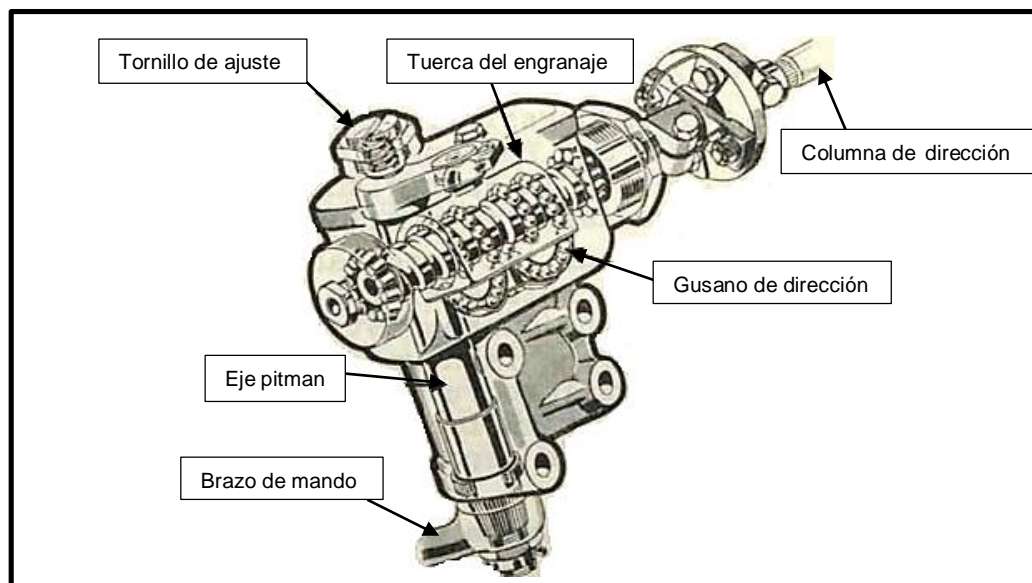


Figura 37 Partes de la caja de dirección

Fuente: (<http://mecanicaautomotores.blogspot.com/2013/01/direccion-mecanica-por-bolas.html>, 2013)

Para la regulación del juego del volante, se la realiza por medio del tornillo que se encuentra en la parte superior de la caja de dirección (ver figura 37), girando en sentido a las manecillas del reloj si se quiere disminuir el juego y en sentido contrario a las manecillas del reloj si se quiere aumentarlo.

Diagnóstico de averías del sistema de dirección. (Alonso J. M., 2000)

Afirma:

El diagnóstico de averías se efectúa con las correspondientes pruebas del vehículo en carretera. No obstante, antes de ello deberán comprobarse los neumáticos, pues es sabido que ejercen una gran influencia sobre el sistema de dirección y muchas causas de anomalías son debidas a ellos; por esta razón deberá comprobarse que sean de las medidas y tipo adecuado, y estén inflados a la presión que corresponda. Un defecto de inflado produce alteración de las cotas de la dirección, con los inconvenientes que ello representa. Para comprobarlo basta hacer pasar el vehículo por encima de una hoja de papel fino, colocada en piso horizontal y liso. Si la rueda está inflada a

su presión debida y las cotas de la dirección son correctas, la hoja de papel no se moverá; en caso contrario, el papel saldrá hacia un lado cuando pase la rueda por encima, y además se arrugara, lo que indica un frotamiento del neumático con el suelo, que es debido a la alteración de las cotas de la dirección, o presión de inflado defectuosa. (pág. 225)

Tabla 5
Fallas más comunes del sistema de dirección

DIAGNOSTICO	CAUSA	SOLUCIÓN
Vibraciones en las ruedas anteriores	<ul style="list-style-type: none"> a) Ruedas desequilibradas b) Huelgo en los cojinetes del cubo de rueda. c) Huelgo excesivo en las palancas, articulaciones, rótulas, etc., del tren delantero. d) Holgura excesiva en el mecanismo desmultiplicador. e) Tonillos de sujeción de la caja de dirección flojos. f) Mala regulación de las cotas de reglaje de la dirección. 	<ul style="list-style-type: none"> a) Realizar el equilibrado correspondiente b) Lo que se deberá comprobarse levantándolas del suelo e intentando moverlas tirando y empujando de puntos diametralmente opuestos. c) Cambio de elementos d) lo que se comprobara haciendo girar el volante en uno y otro sentido, Un movimiento del volante de más de 10° sin que se produzca orientación de las ruedas supone una holgura excesiva. Se corrige efectuando el correspondiente reglaje del mecanismo e) Lo que se corrige dándoles el correspondiente par de apriete. f) En cuyo caso es necesario proceder a la Operación de alineado de trenes
Rumorosidad al accionar el volante de la dirección,	<ul style="list-style-type: none"> a) Falta de engrase de la caja de la dirección b) Falta de engrase en cojinetes del pivote o en rótulas c) Cojinetes, rótulas, o brazos de suspensión parcialmente agarrotados por falta de engrase, d) Articulaciones elásticas en mal estado e) Ballestas o muelles de suspensión rotos 	<ul style="list-style-type: none"> a) Completar el nivel de aceite b) Engrasar o sustitución de las rótulas. c) Desmontar y limpiar antes de proceder al nuevo engrase d) Lo que puede comprobarse intentando desplazarlas de su posición para ver si existen holguras o se producen ruidos. e) En cuyo caso es necesario sustituirlos.
Dureza de la dirección, que se pone de manifiesto en marcha lenta o maniobras	<ul style="list-style-type: none"> a) Falta de engrase en la caja de la dirección. b) Mala regulación del acoplamiento entre el sinfín y el sector, o el piñón y la cremallera c) Deformaciones de los brazos de suspensión debidas a golpes d) Incorrecta alineación de la dirección (avance excesivo) e) Ballestas o muelles rotos o cedidos 	<ul style="list-style-type: none"> a) Aportar la cantidad de aceite necesaria b) Se corrige efectuando el correspondiente reglaje c) En cuyo caso es necesario cambiar las piezas defectuosas d) Puede corregirse mediante la operación de alineado e) Se hace necesaria la sustitución, en el caso de barras de torsión, deberá efectuarse el reglaje de alturas

Continua



Holgura en el volante de la dirección,	<ul style="list-style-type: none"> a) Rótulas desgastadas o flojas b) Fijaciones de la caja de la dirección defectuosas c) Conjunto desmultiplicador desgastado 	<ul style="list-style-type: none"> a) Lo que deberá ser constatado intentando forzarlas de su posición b) Apretarlas convenientemente c) En cuyo caso se hará necesaria la sustitución.
Chillido de los neumáticos en las curvas	<ul style="list-style-type: none"> a) Defecto en alguna de las cotas de la dirección b) Deformaciones en los brazos de suspensión que provocan anomalías en las cotas de la dirección 	<ul style="list-style-type: none"> a) Deberá comprobarse mediante la operación de alineado b) Los brazos defectuosos deben ser sustituidos
El vehículo no sigue la trayectoria recta	<ul style="list-style-type: none"> a) Falta de avance o inclinación de la rueda b) Holgura en los cojinetes de las ruedas anteriores c) Palancas de accionamiento o caja de dirección flojas en sus uniones 	<ul style="list-style-type: none"> a) Deberá comprobarse y corregir en caso necesario en el alineador de dirección b) Lo que debe ser constatado de la manera ya señalada c) Lo que deberá ser comprobado en la forma consabida
Al soltar el volante de la dirección, el vehículo se va hacia un lado de la carretera	<ul style="list-style-type: none"> a) Mala regulación de la convergencia b) Avance o inclinación de ruedas desiguales en las ruedas delanteras c) Amortiguador en mal estado d) Ballestas, muelles o barras de torsión floja o rota e) Brazos de suspensión deformados por golpes f) Presión de inflado desigual en las ruedas de un mismo eje 	<ul style="list-style-type: none"> a) Lo que deberá comprobarse en el alineador de dirección b) En cuyo caso es necesaria la operación de alineado c) Implica la sustitución del mismo d) En cuyo caso quedan modificadas las cotas de la dirección y es necesario el cambio de la pieza defectuosa e) Implica el cambio de los mismos f) Que se corrige dando la correspondiente presión

Fuente: (Alonso J. M., 2000, pág. 226)

2.3.2. Cotas de reglaje de un automóvil.

2.3.2.1. *Angulo de avance*

El estudio de (Alonso J. M., 2000) afirma:

Se denomina así la inclinación dada al pivote para conseguir que su prolongación corte el suelo un poco por delante del centro de la superficie de contacto del neumático con el mismo (ver figura 38). De ello resulta una acción de remolque de las ruedas delanteras, que da fijeza a la dirección, como ocurre en las ruedas de algunos muebles, que se conservan orientadas en el sentido de marcha en línea recta,

porque su eje de giro esté adelantado con respecto a la superficie de contacto de la rueda con el suelo. En este caso, toda tentativa de desviación de la rueda en marcha rectilínea se anula por el par de fuerzas creado por el enderezamiento generado por el empuje (S) y la resistencia (R) de la rueda al avance. (pág. 211)

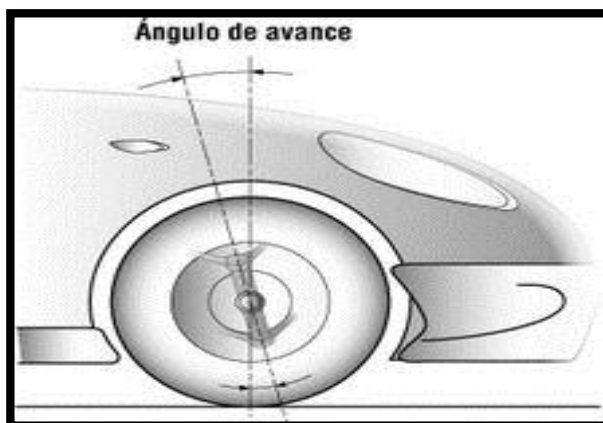


Figura 38 Ángulo de avance

Fuente: (<https://www.neumaticoslíder.es/consejos-neumaticos/alineacion-de-neumaticos-geometria-paralelismo>, 2015)

2.3.2.2. Ángulo de inclinación de las ruedas.

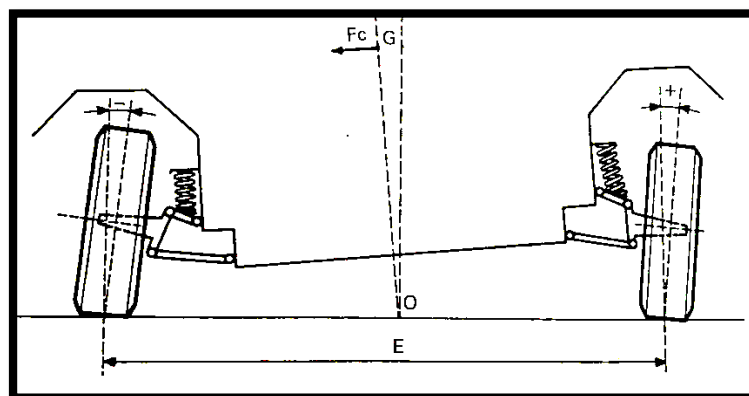


Figura 39 Variación del ángulo de inclinación

Fuente: <https://www.neumaticoslíder.es/consejos-neumaticos/alineacion-de-neumaticos-geometria-paralelismo>, 2015

Con respecto al ángulo de inclinación de las ruedas (Alonso J. M., 2000) afirma:

Los valores de la caída y la salida, conjuntamente, hacen que la rueda adquiera una posición inclinada respecto al suelo (más abierta de arriba). Evidentemente, el ángulo de inclinación de la rueda, también llamado ángulo incluido, depende de los valores de los ángulos de

caída y salida, determinándose éstos por el constructor del vehículo de manera que el ángulo de inclinación de la rueda sea el más adecuado para conseguir una posición correcta del neumático con el suelo

El ángulo de inclinación de las ruedas solo se puede realizar en vehículos con suspensión independiente, el valor de mencionado angulo se aproxima a cero cuando el vehículo se encuentra en movimiento y con carga moderada. Este efecto resulta muy beneficiosos en curvas (ver figura 39).

2.3.2.3. *Convergencia y divergencia.*

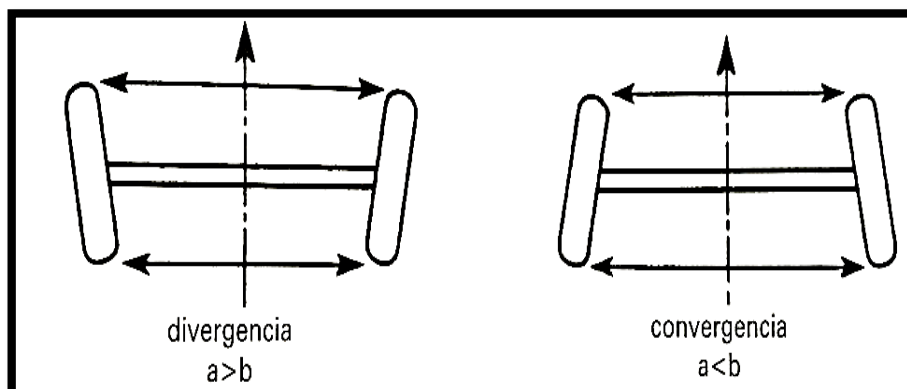


Figura 40 Convergencia y divergencia

Fuente: (Alonso J. M., 2000)

“Se llama así a la diferencia de la distancia medida entre la parte delantera y trasera de las ruedas de un mismo eje, en dos puntos diametrales opuestos de la llanta, a la altura del centro de la rueda. Las convergencias de las ruedas las establece el fabricante del vehículo en un valor tal que viajando en las condiciones medias de uso quede en un valor próximo a cero bajo los efectos dinámicos que se produzcan”. (Alonso J. M., 2000, pág. 213)

El estudio de (Alonso J. M., 2000) afirma:

Para la circulación en línea recta, los efectos de empuje del motor y de la resistencia al avance opuesta por el vehículo se manifiestan de diversas formas, tendiendo a variar la convergencia. En un vehículo de propulsión trasera (ver figura 41) el empuje (S_t) de las ruedas traseras se transmite a las delanteras a través del eje pivote, por lo que, el empuje (S_p) de cada rueda, junto con la resistencia (R_s) opuesta por ellas al avance, produce un par que tiende a abrir la rueda de su parte delantera; mientras que en los vehículos de tracción delantera el esfuerzo de rotación transmitido a la rueda produce un empuje (S_p) (ver

figura 42), que en oposición al resistente (R_m) aplicado en el eje del pivote, tiende a cerrar la rueda de su parte delantera. (pág. 214)

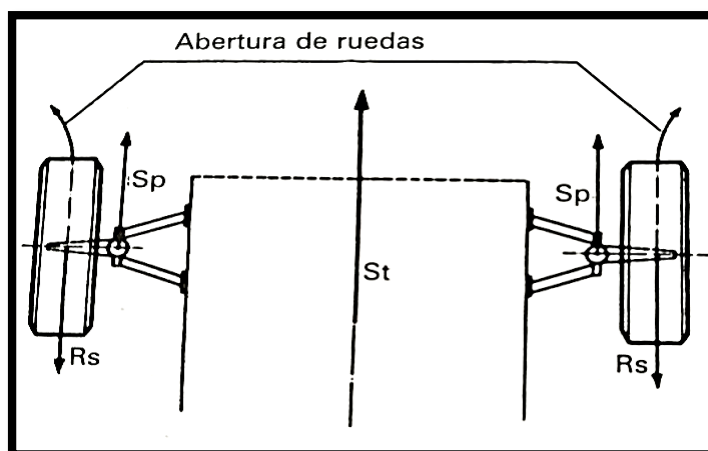


Figura 41 Convergencia en propulsión trasera
Fuente: (Alonso J. M., 2000)

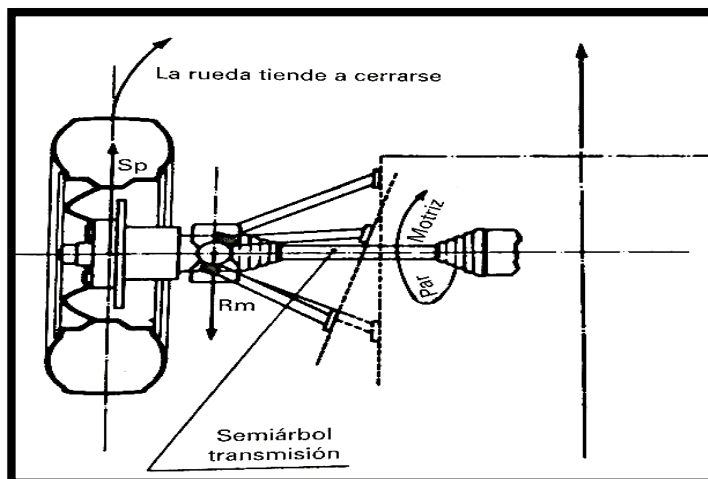


Figura 42 Convergencia en tracción delantera
Fuente: (Alonso J. M., 2000)

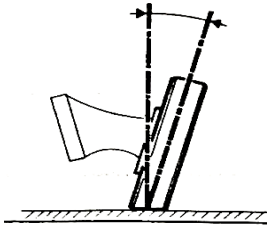
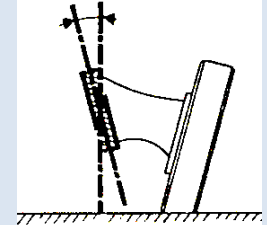
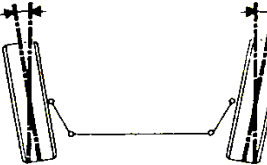
Tabla 6

Valores específicos de las cotas de medición

Angulo	Valores	Posición del tren delantero	Reglaje
AVANCE	Dirección mecánica		
	2°	H5 - H2 = 10mm	Reglaje por tirante 1 vuelta = 15"
	1°30"	H5 - H2 = 35mm	
	1°	H5 - H2 = 60mm	
	0°30"	H5 - H2 = 85mm	
	0°	H5 - H2 = 110mm	
	Diferencia derecha izquierda maxi. = 1°		

Continua



<p>CAÍDA</p> 	<p>$0^\circ \pm 30''$ Diferencia derecha izquierda maxi. = 1° tras haber ajustado el ángulo de avance</p>	EN VACÍO	NO REGLABLE
<p>PIVOTE</p> 	<p>$12^\circ 30'' \pm 30''$ Diferencia derecha izquierda maxi. = 1° tras haber ajustado el ángulo de avance</p>	EN VACÍO	NO REGLABLE
<p>PARALELISMO</p> 	<p>Para dos ruedas Divergencia: $0^\circ 30'' \pm 10''$ (3mm \pm 1)</p>	EN VACÍO	Reglable por rotación de los manguitos de bieleta de dirección 1 vuelta = $30''$ (3mm)

Fuente: (Alonso J. M., 2000, pág. 240)

Capítulo III

3.1. Análisis Inicial

Debido al abandono y falta de mantenimiento en el que se encontraba vehículo, sufrió varias averías e incluso inhabilitando varios elementos como: amortiguadores, palanca y cables de freno de estacionamiento, retenedores del cilindro maestro y cilindro receptor, pernos y cauchos del sistema de suspensión, casquillos de cojinetes de las ballestas, retenedores de la caja de dirección, sustitución del líquido de frenos; cabe mencionar que algunos componentes del vehículo requieren solo el mantenimiento respectivo como: rectificación de los discos de frenos, mantenimiento de las pastillas y zapatas, limpieza y engrase de rodamientos, limpieza de componentes contaminados por agentes químicos y polvo, eliminación de corrosión en partes metálicas y alineación respectiva.

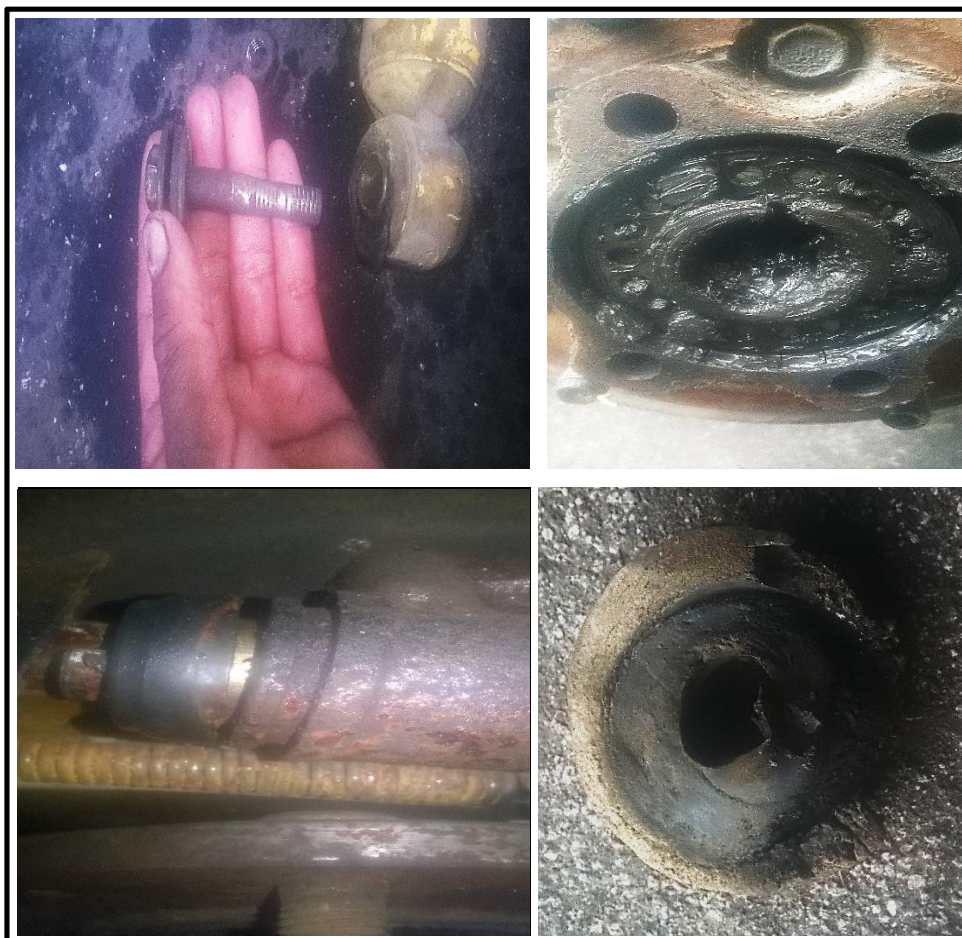


Figura 43 Elementos averiados

Fuente: (autor de la tesis, 2018)

3.2. Rehabilitación del sistema de frenos

Con la ayuda de un elevador se realizó una rehabilitación adecuada para un correcto desempeño del vehículo, cabe mencionar que para el mantenimiento de este sistema no se utilizó disolventes a base de petróleo, únicamente se usó limpiador de freno como lo recomienda el fabricante. Antes de empezar con el desarmado, retiramos la tapa del depósito del cilindro maestro y sacamos aproximadamente la mitad del fluido en un recipiente, teniendo cuidado de no derramar fluido sobre ninguna de las superficies pintadas, ya que esto daña la pintura.

3.2.1 Frenos de discos

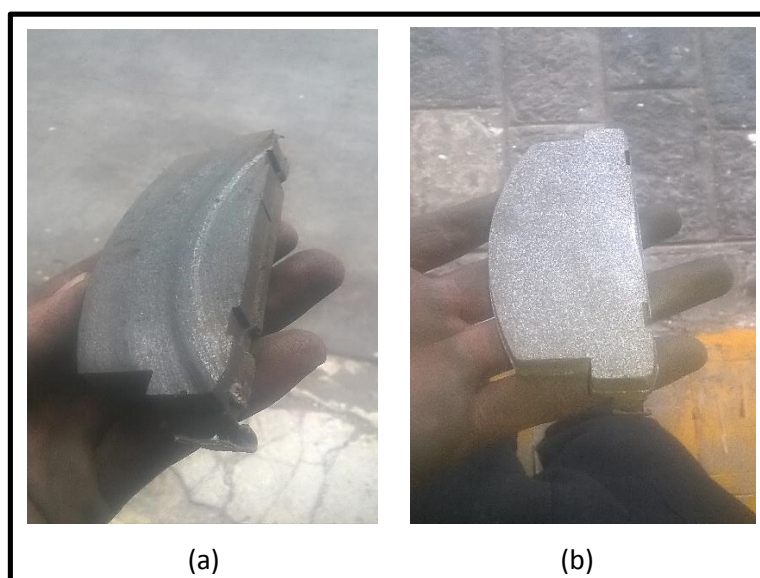


Figura 44 Mantenimiento de las pastillas

Fuente: (autor de la tesis, 2018)

Este tipo de frenos solo se encuentran en la parte delantera del vehículo y son accionados hidráulicamente. Para la extracción de las pastillas se quitó el perno inferior de la mordaza y se la giró hacia arriba, y se pudo extraer las pastillas sin inconvenientes, mismas que cumplían con el espesor determinado por el fabricante (se encontraban con más de 1mm de espesor), pero estaban con deformidades (ver figura 44 a) las cuales se corrigió mediante el mecanizado correspondiente (lijado de la pastilla en forma de 8) (fig. 3.1 b).



Figura 45 Medición de las patillas

Fuente: (autor de la tesis, 2018)

Para el desmontaje de la mordaza, se quitó el perno que se encontraba en la parte superior de la misma y también se desconectó la cañería del líquido hidráulico, el cual se lo recepto en un recipiente. Se realizó el mantenimiento de la mordaza ya que se encontraba con suciedad y corrosión.



Figura 46 Mantenimiento de la mordaza

Fuente: (autor de la tesis, 2018)

Una vez desarmada la mordaza, se procedió al retiro del disco de freno y mantenimiento de los rodamiento de los neumáticos, encontrando corrosión en las partes metálicas y gran cantidad de grasa deteriorada (ver figura 47 a y b), la misma que fue removida y sustituida por una grasa nueva, también se separó la corrosión mediante el lijado de las piezas afectadas (ver figura 47 c)

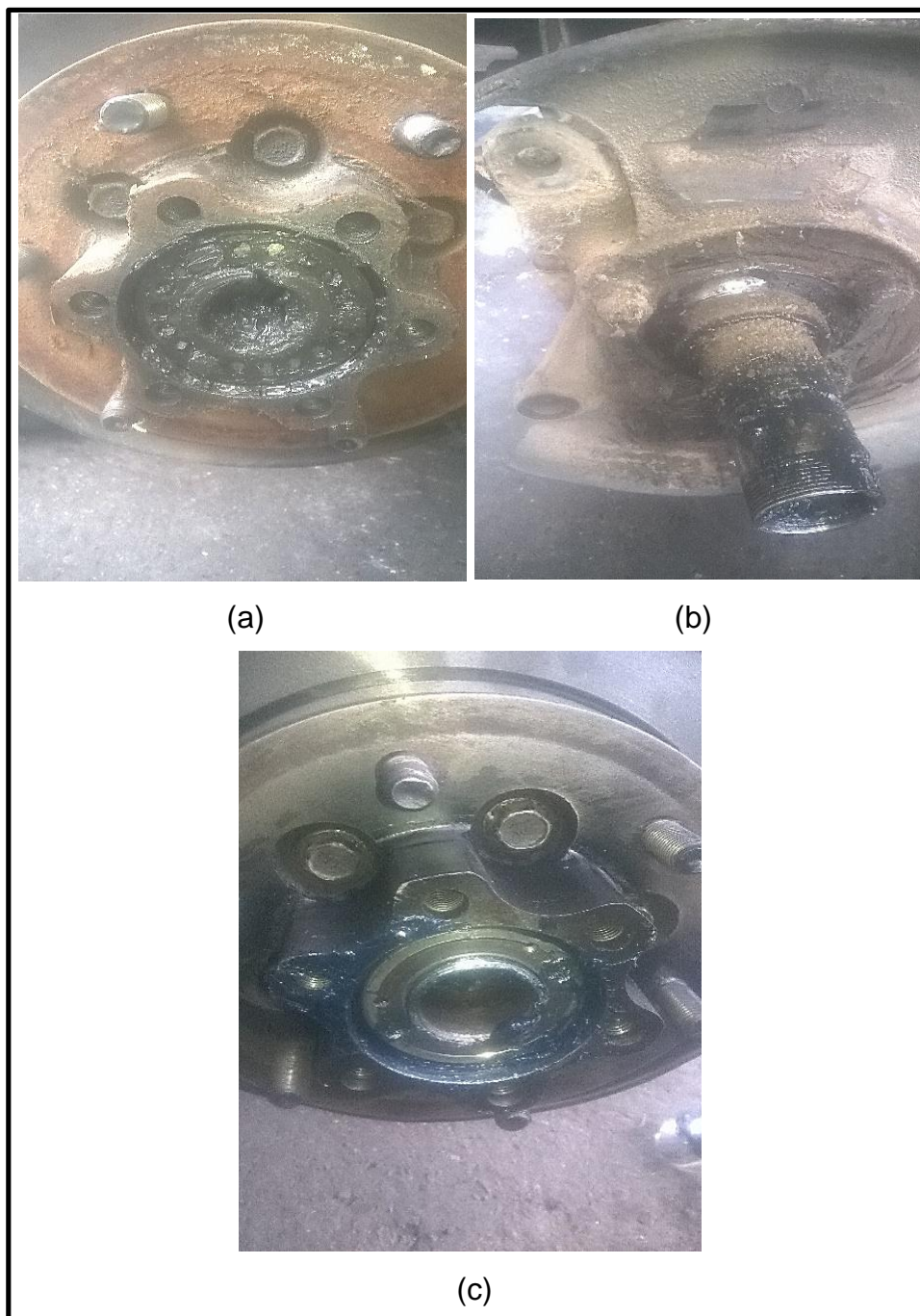


Figura 47 Mantenimiento de los rodamientos de los neumáticos
Fuente: (Autor de la tesis, 2018)

En los discos de frenos se realizó el rectificado correspondiente ya que se encontraban con ralladuras en la superficie de rozamiento y el espesor del disco no sobrepasaba las medidas especificadas por el fabricante (16.97mm), teniendo un espesor inicial de 17.5 mm y quedando con un espesor de 17.00 luego del proceso de rectificado respectivo, cabe mencionar que los discos ya no podrán ser rectificadas debido a que están próximos a las medidas máximas especificadas de uso, requerirán ser sustituidos.

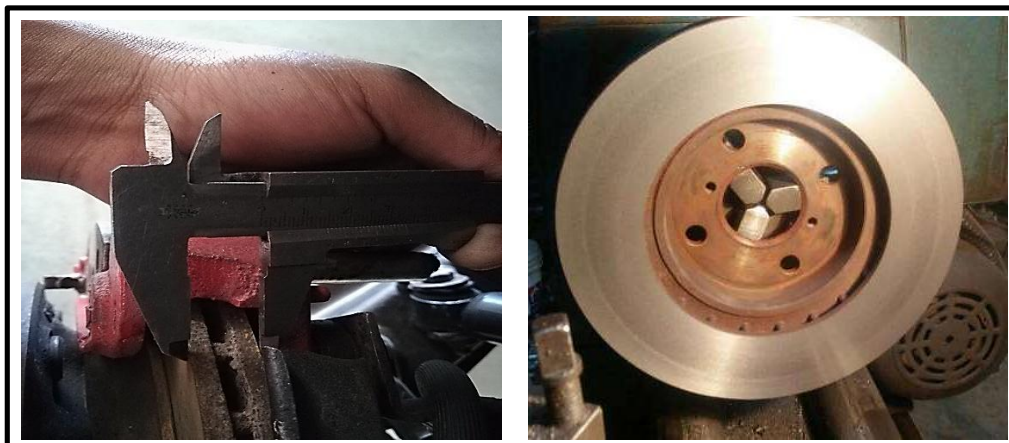


Figura 48 Disco de freno rectificado

Fuente: (Autor de la tesis 2018)

3.2.2. Frenos de tambor

Para el desmontaje de los frenos de tambor primeramente retiramos los tornillos que sujetan al tambor con el plato porta frenos (ver figura 49 a), y damos ligeros golpes con un martillo de goma en la parte externa del tambor donde no afecte la zona de fricción. El tambor se encontraba en condiciones operables, sin ninguna deformidad de las que se ha estudiado anteriormente (ver figura 16), además cumple con las medidas de funcionamiento determinadas por el fabricante (max. 255mm de diámetro).

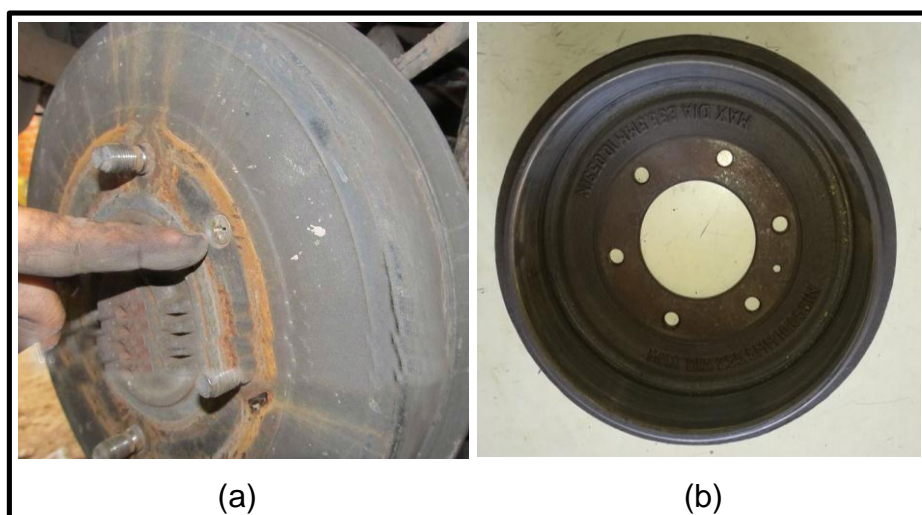


Figura 49 Frenos de tambor

Fuente: (Autor de la tesis, 2018)

Una vez retirado el tambor procedemos al desarmado interno, sacando primeramente los muelles de sujeción y los de retorno (ver figura 50),

seguidamente se procedió al retiro de las zapatas, mismas que tras su inspección (ver figura 51) si cumplían con el espesor determinado por el fabricante (espesor del forro mayor a 1mm), quedando el espesor actual en 4.6mm.

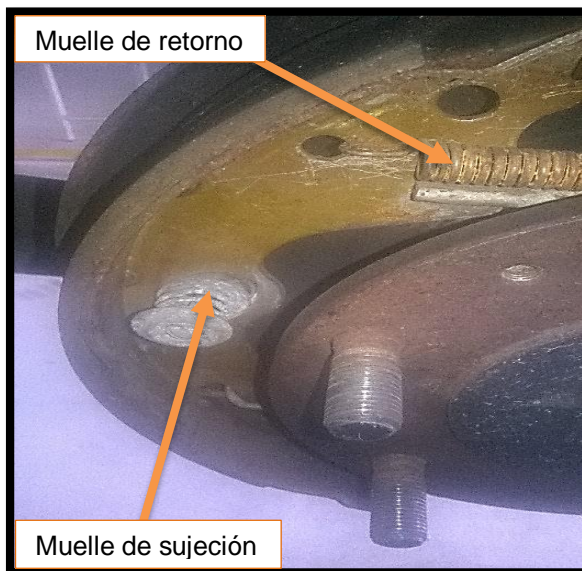


Figura 50 Muelles de sujeción y de retorno
Fuente: (autor de la tesis, 2018)



Figura 51 Medición del forro de rozamiento de las zapatas
Fuente: (autor de la tesis, 2018)

En el desarmado interno del freno izquierdo, nos pudimos percatar que no se encontraba la palanca de activación del freno de mano, misma que fue elaborada tomando como referencia la palanca del freno derecho (ver figura 52) ya que en nuestro medio no se dispone de ese tipo de repuesto.

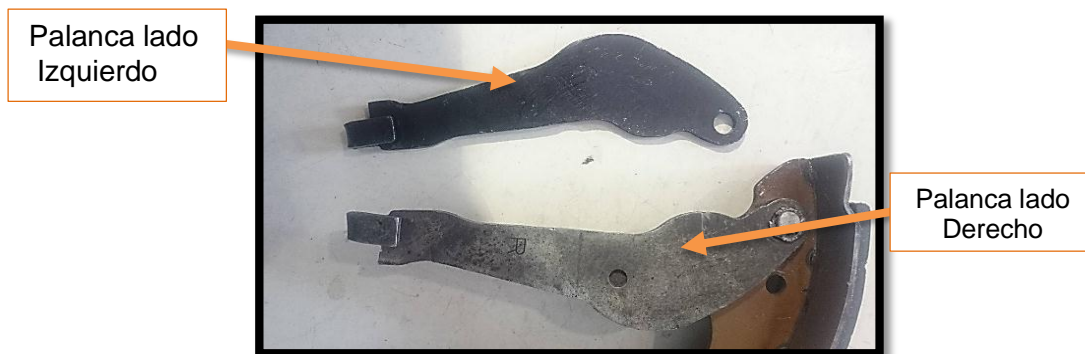


Figura 52 Palancas de freno de mano del tambor
Fuente: (Autor de la tesis, 2018)

También se procedió al desarmado del cilindro receptor o bombín, mismo que luego de una limpieza e inspección respectiva, pudimos determinar que sus retenedores se encontraban en mal estado (ver figura 53 a), procediendo de inmediato al cambio de dichos elementos, también se procedió a retirar la corrosión externa del cilindro (ver figura 43)

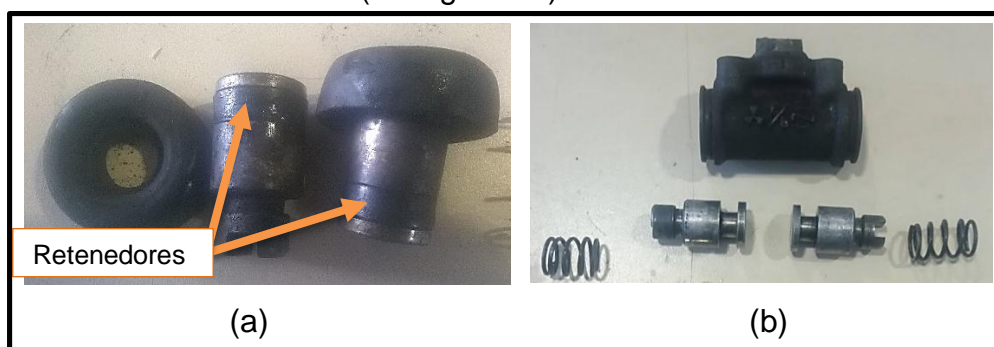


Figura 53 Retenedores del cilindro receptor o bombín
Fuente: (Autor de la tesis, 2018)

Luego de realizar una limpieza minuciosa a todos los elementos internos del freno de tambor y al plato porta frenos (ver figura 54), se procedió con el armado del mismo (ver figura 55), realizando la respectiva calibración para una correcta operatividad de los frenos posteriores.

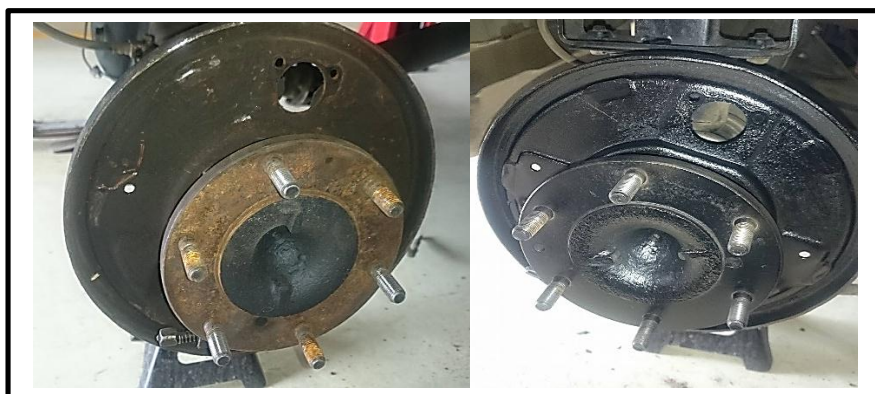


Figura 54 Plato porta frenos
Fuente: (autor de la tesis, 2018)



Figura 55 Armado del freno de tambor

Fuente: (Autor de la tesis, 2018)

3.2.3. Cilindro maestro

Se desmontó el cilindro maestro conjuntamente con el depósito del líquido de frenos ya que se encuentra sobre el mismo, se encontró partes de óxido y en el pistón los retenedores se encontraban deteriorados mismos que fueron sustituidos, cabe recalcar que su limpieza se la realizó con agua y se procedió a secar todas las piezas antes de su armado.

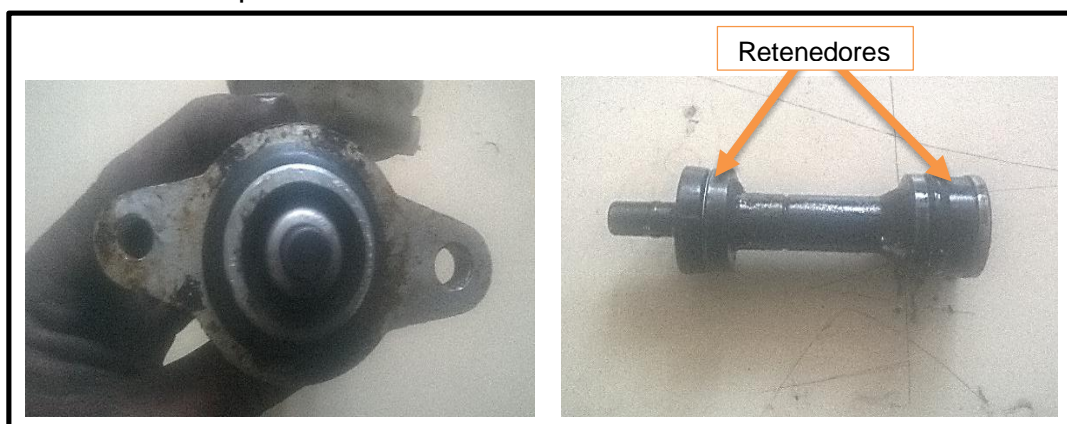


Figura 56 Cilindro maestro

Fuente: (Autor de la tesis, 2018)

3.3. Rehabilitación del sistema de suspensión

Para un correcto mantenimiento e inspección del funcionamiento de los componentes se procedió el desmontaje del sistema de suspensión (ver figura 57 a) encontrando principalmente pernos y casquillos de cojinetes de ballestas totalmente deteriorados (ver figura 57 b, c), por lo cual se procedió a su sustitución (ver figura 57 d).

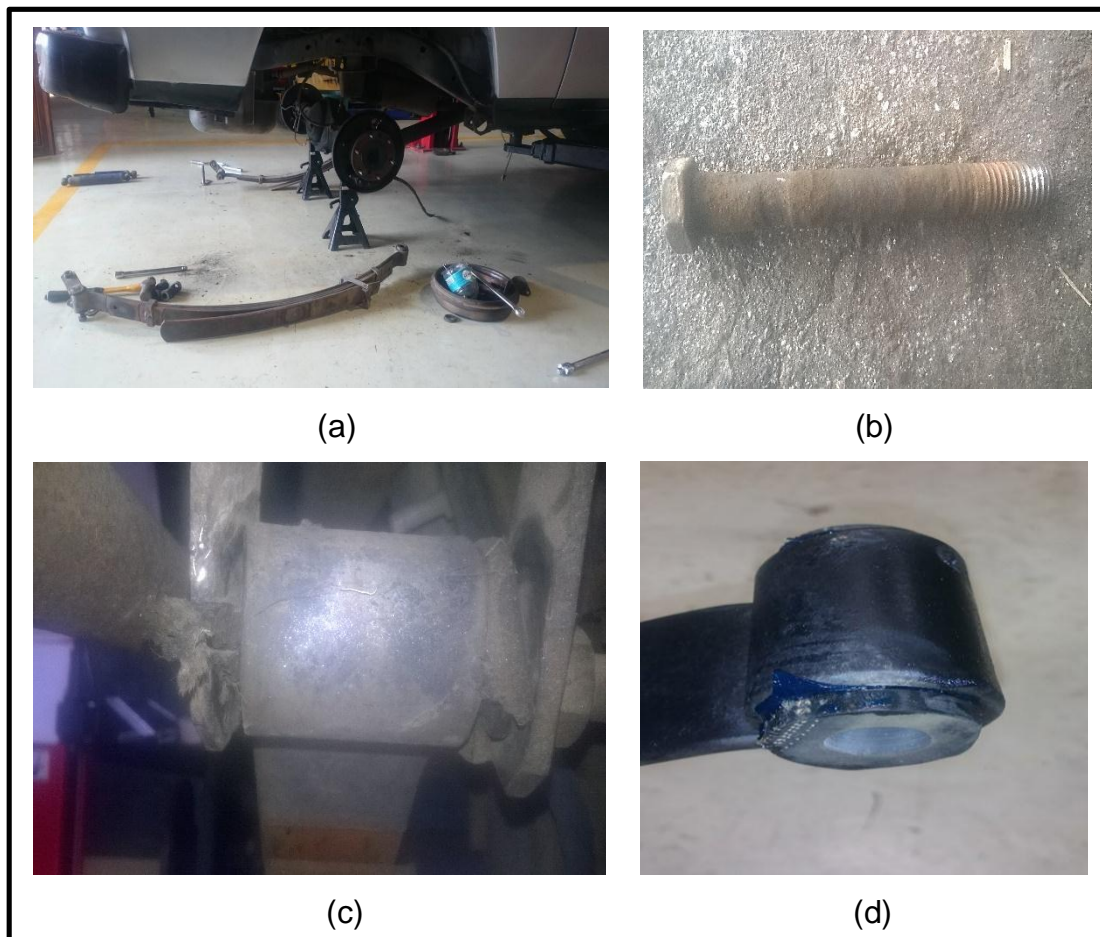


Figura 57 Sustitución de los casquillos de cojinetes de ballestas

Fuente: (autor de la tesis, 2018)

Debido a su avanzado deterioro, también se procedió con el cambio de los cauchos y perno que se encontraban en la barra estabilizadora y el brazo oscilante, también se procedió con el mantenimiento de la barra estabilizadora eliminando toda la corrosión y posterior pintado.

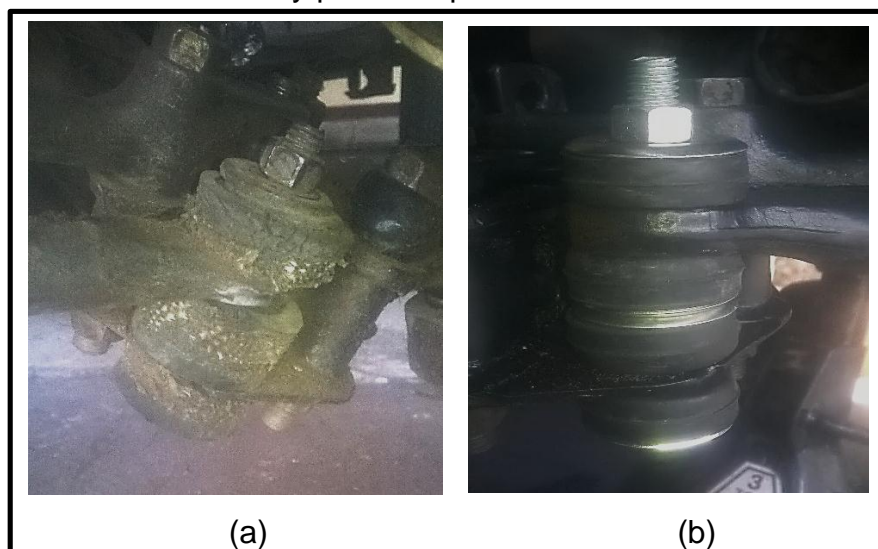


Figura 58 Sustitución de cauchos en la barra estabilizadora

Fuente: (autor de la tesis, 2018)

Los amortiguadores también fueron sustituidos conjuntamente con sus tornillos de sujeción, debido a que se encontraban en mal estado (ver figura 59 a) y no cumplían con su función específica, que es de dar un confort adecuado a los ocupantes, su sustitución se la realizó por amortiguadores de las mismas características (ver figura 59 b).

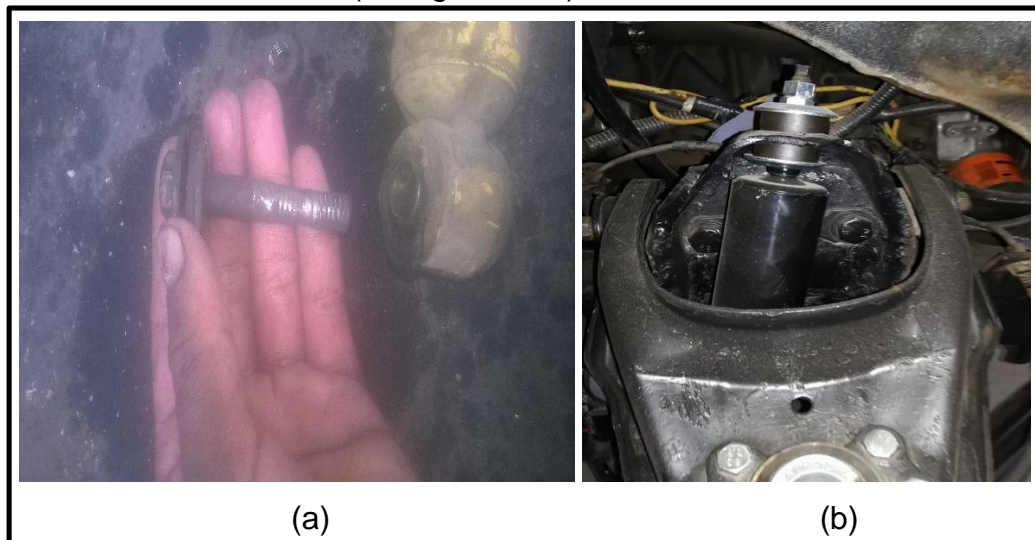


Figura 59 Sustitución de los amortiguadores
Fuente: (autor de la tesis, 2018)

3.4. Rehabilitación del sistema de dirección



Figura 60 Desmontaje de la caja de dirección
Fuente: (autor de la tesis, 2018)

Para su rehabilitación, se procedió a desmontar primeramente la caja de dirección, asegurando el volante y tomando las respectivas referencias con la columna de dirección para su posterior montaje (ver figura 60), e inspeccionándola posteriormente, comprobamos que había fuga de líquido hidráulico producto de retenedores en mal estado (ver figura 61 a). Para el desarmado del brazo de mando, se tomó como referencia para su posterior

armado, el desnivel que existe en el eje que conecta la caja de dirección y el elemento hacer desarmado (ver figura 61 b).

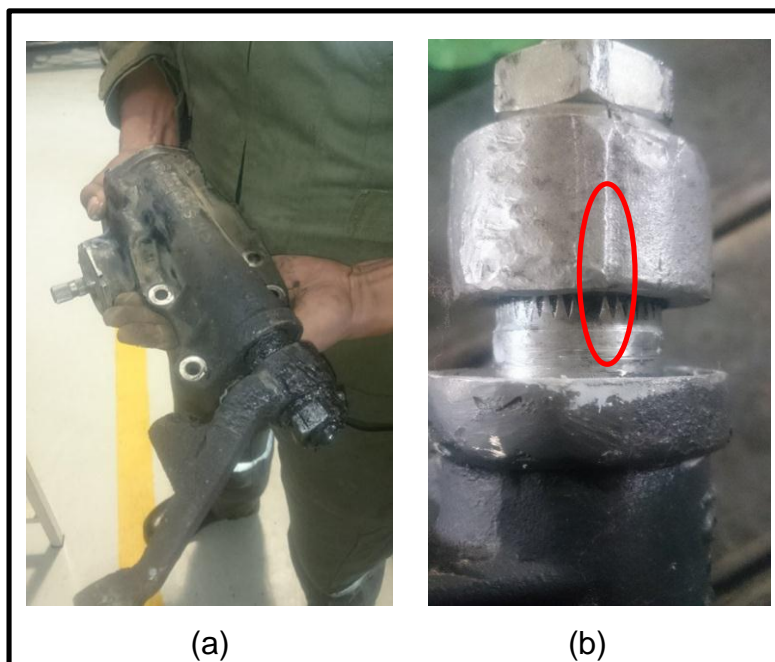


Figura 61 Desmontaje del brazo de mando.

Fuente: (autor de la tesis, 2018)

Fue necesario el desmontaje del brazo de mando para poder sacar el retenedor que se encontraba en mal estado (ver figura 62 a) sin mayores dificultades, y poder sustituirlo por un nuevo (ver figura 62 b).

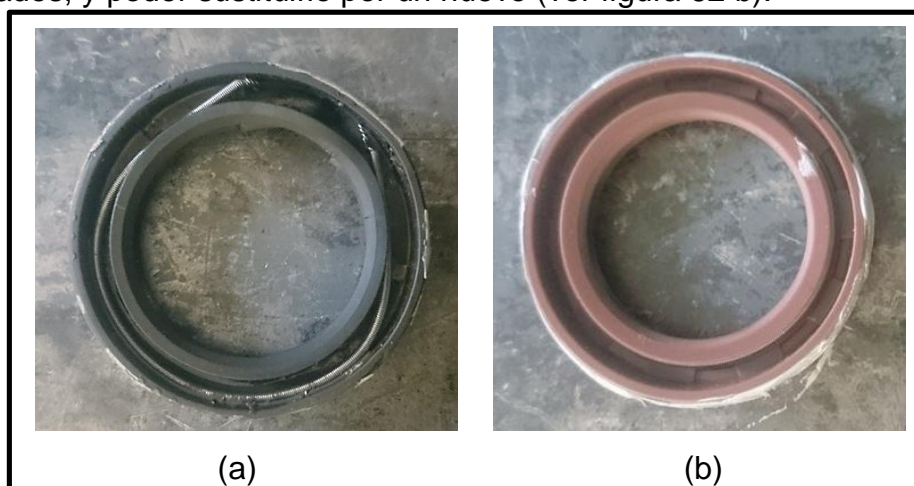


Figura 62 Retenedor de la caja de dirección

Fuente: (autor de la tesis, 2018)

Luego de haber hecho la sustitución respectiva del retenedor, se procedió al armado de la caja de dirección, y su montaje respectivo (ver figura 63) guiándonos con las señales mencionadas anteriormente. Luego de haber realizado el montaje de la caja de dirección se procedió a la regulación del juego del volante (ver figura 64), con una llave se aflojo la tuerca y con la

ayuda de un desarmador plano se ajustó el tornillo, girándolo todo en sentido de las manecillas del reloj ya que su juego era excesivo.

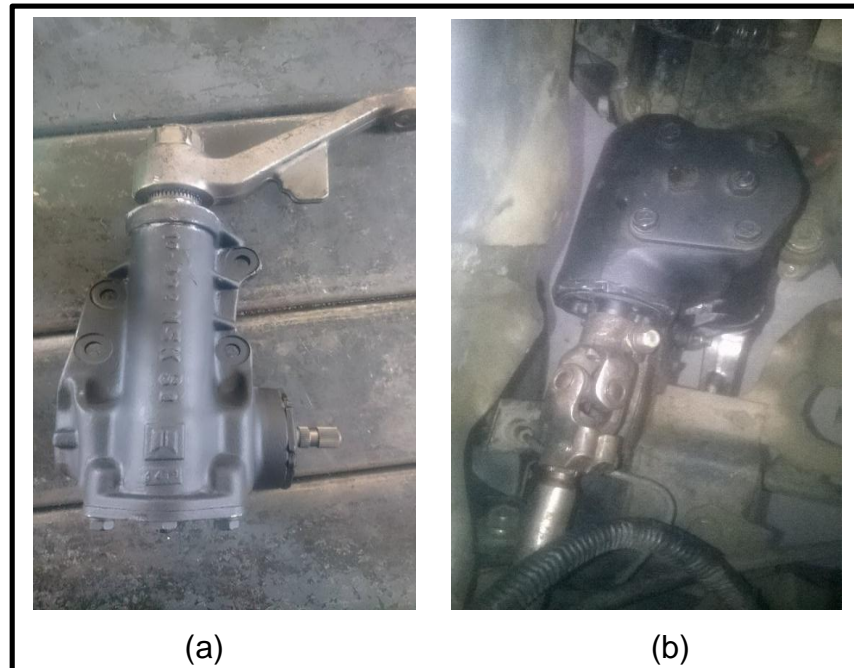


Figura 63 Armado y montaje de la caja de dirección
Fuente: *(autor de la tesis, 2018)*



Figura 64 regulación del juego de la dirección
Fuente: *(autor de la tesis, 2018)*

3.5. Sangrado del sistema de freno

Finalizado con el mantenimiento del sistema de frenos se procedió al sangrado respectivo, colocando primeramente el líquido de frenos en el

depósito (ver figura 65 a) y asegurándonos de que los cuatro tornillos de purgas estén serrados, procedimos a presurizar el sistema presionando el pedal de tres a cuatro veces y con el pedal presionado en la cuarta ocasión abrimos un tornillo de purga para que salgan las burbujas de aire(ver figura 65 b) y seguidamente serramos nuevamente el tornillo, repetimos el mismo procedimiento hasta que no salgan burbujas de aire. Estos pasos los realizamos en cada una de las purgas de las cuatro ruedas. El líquido de frenos utilizado para este vehículo, fue un DOT 3, recomendado por el fabricante (ver figura 65 c), la cantidad suministrada en el sistema fue de 0.55 litros.



Figura 65 Sangrado del sistema de frenos
 Fuente: (autor de la tesis, 2018)

3.6. Freno de mano

Para el correcto funcionamiento del sistema de frenos de estacionamiento, se realizó la reposición del cable con funda (ver figura 66), que se encuentra

ubicado en la parte izquierda del vehículo, mismo que no disponía anteriormente. Una vez completado los componentes del sistema de frenos se procedió a su regulación por medio de la tuerca de reglaje que se encuentra en la parte inferior del vehículo (ver figura 67)



Figura 66 cable del freno de mano
Fuente: (autor de la tesis, 2018)



Figura 67 tuerca de reglaje
Fuente: (autor de la tesis, 2018)

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Los principales causantes del deterioro de los componentes de los sistemas de dirección, suspensión y frenos, fueron producto de la corrosión que se produce por la exposición a los agentes climatológicos y la falta de mantenimiento.
- Al realizar el despiece de los sistemas de dirección, suspensión y frenos, luego de una inspección minuciosa, se reparó y sustituyó los componentes afectados, como accionamientos de freno, bujes de suspensión, entre otros; de tal manera que la seguridad activa del vehículo aumentó de un 5% a un 95%.
- Se elaboró un manual de mantenimiento preventivo con diferentes tablas de especificaciones técnicas de los sistemas rehabilitados de suspensión, dirección y freno del Chevrolet Trooper 1985, para estipular las consideraciones necesarias que debe poseer el vehículo para mantenerse en excelentes condiciones.

4.2. Recomendaciones

- Realizar mantenimientos totales, cada 6 meses de los sistemas rehabilitados.
- No mantener el vehículo inhabilitado por largos periodos de tiempo.
- No rectificar los discos de frenos, se deberá sustituirlos en vista que ya cumplen su vida útil.

- Antes de darle mantenimiento a este vehículo se deberá consultar las tablas de especificaciones técnicas propuestas en este manual.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SEGURIDAD ACTIVA.- elementos encargados de mantener el control del vehículo.

SISTEMAS.- Conjunto ordenado de normas o elementos que regulan el funcionamiento de un grupo o colectividad.

AVERÍAS. - Daño, rotura o fallo en un mecanismo que impide o perjudica el funcionamiento.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.- datos concretos o función de un determinado elemento

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, J. (2000). *Circuitos Eléctricos Auxiliares*. Madrid: Spain Paraninfo, S.A.
- Alonso, J. M. (2000). *Electromecánica de vehículos. Circuitos de Fluidos Suspensión y Dirección* (Vol. 2 Edición). Magallanes, Madrid: THOMSON PARANINFO S.A.
- Alonso, J. M. (2000). *Tecnologías Avanzadas del Automóvil*. Madrid, España: ParaninfoThomson Learning.
- Alonso, J. M. (2001). *Electromecánica del Vehículo. Sistema de Transmisión y Frenado*. Magallanes, Madrid, España: Thomson Paraninfo.
- Alonso, M. (1998). *Técnica del AUTOMOVIL EQUIPO ELECTRICO*. Madrid: Paraninfo.
- Castro, M. d. (1994). *Enciclopedia del Camion, Frenos Suspensión*. Barcelona, ESPAÑA: CEAC. S.A.
- Crouse, W. H. (1991). *EQUIPO ELECTRICO Y ELECTRONICO DEL AUTOMOVIL*. Barcelona: Alfaomega.
- Fernández, K. M. (s.f.). variacion de espesor y par re. *ipplus idiada* , 5.
- Ferrer, S. (2006). *Circuitos Eléctricos del Automóvil*. Madrid: Thomas Editores Spain Paraninfo, S.A.
- Halderman, J. D. (1996). *Manual de Reparación de Sistemas de Frenos*. Naucalpan de Juárez, México: PRENTICE-HALL HISPANOAMERICANA S.A.
- Hebert, R. (1994). *AUTO-RADIO Instalación Mantenimiento Reparación*. Madrid: Editorial Paraninfo.
- MAF, M. A. (2009). *Reparación del Sistema de Frenos convencionales y ABS*. Ecatepec, M: México Digital Comunicación.
- Meganeboy, D. (2014). *Aficionados a la Mecánica*. Obtenido de Aficionados a la Mecánica: <http://www.aficionadosalamecanica.net/suspension2.htm>
- Parera, A. M. (1993). *Frenos ABS en los Automóviles*. Esplugas de Llobregat, España: Marcombo.
- SALVADOR, S. &. (OCTUBRE de 2005). TESIS SIMULADOR DE FRENOS HIDRÁULICO CON ABS. *SIMULADOR DE FRENOS HIDRÁULICO CON ABS*. LATACUNGA, COTOPAXI, ECUADOR: UFA.
- Warren, L., Maddox, R., & John, H. (1991). *Manual de Reparacion del Trooper 1984-1991*. California : Haynes Publishing Group.

ANEXOS



Figura 68 neumáticos de deteriorados

Fuente: (Autor de la tesis, 2018)



Figura 69 reposición de neumáticos

Fuente: (Autor de la tesis, 2018)



Figura 70 Mantenimiento del cilindro receptor
Fuente: (Autor de la tesis, 2018)

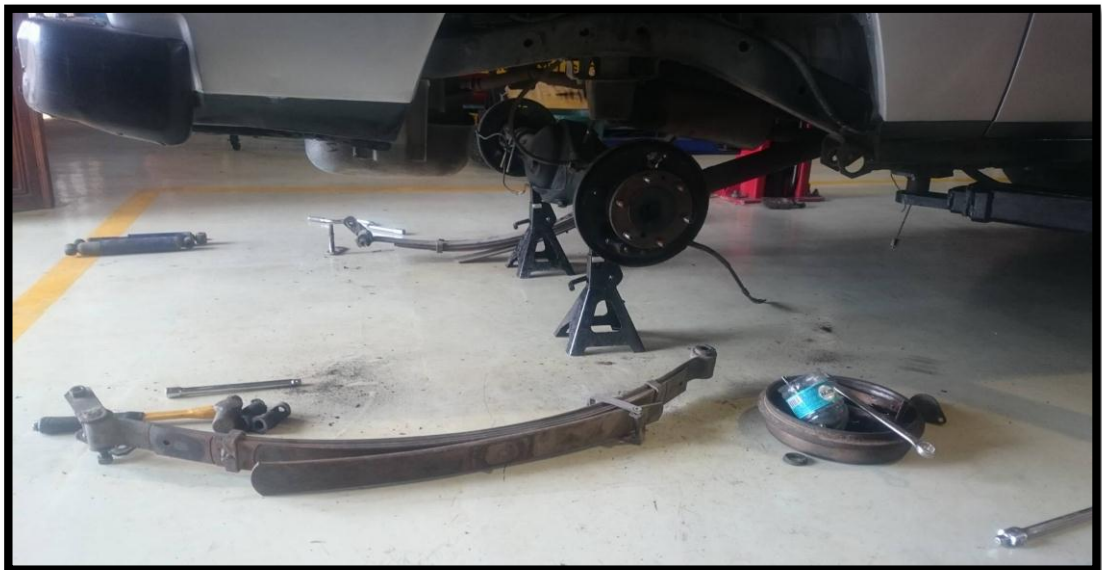
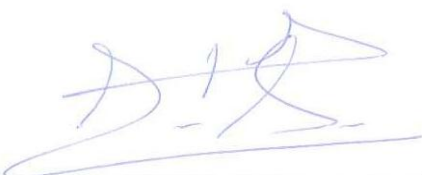


Figura 71 Mantenimiento completo de la suspensión
Fuente: (Autor de la tesis, 2018)


HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE
RESPONSABILIZA EL AUTOR**



**ZAAVEDRA ORTIZ ALEX GEOVANNY
CBOS. DE E.**

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN



ING. ARELLANO R. LUIS M.

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA
AUTOMOTRIZ**



ING. JONATHAN VELÉZ

Latacunga, mayo del 2018

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

NOMBRE: Zaavedra Ortiz Alex Geovanny

NACIONALIDAD: Ecuatoriana

FECHA DE NACIMIENTO: 03 de abril de 1987

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 2200017966

TELÉFONOS: 0994671188

CORREO ELECTRÓNICO: alexgeovanny03@hotmail.com

DIRECCIÓN: San Carlos-La Joya De Los Sachas- Orellana-Ecuador



ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIA: Escuela Fiscal Mixta “Coronel Emilio Suarez” (Orellana 1993-1999)

SECUNDARIA: Colegio Nacional Técnico “12 de Febrero” (Orellana 1999-2005)

SUPERIOR: Universidad de las Fuerzas Armadas (2012-2018)

TÍTULOS OBTENIDOS

- Bachiller Técnico Industrial especialidad Mecánica Industrial
- Tecnólogo en Ciencias Militares UFA-ESPE
- Conductor Profesional Tipo “C”

EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRÁCTICAS PRE PROFESIONALES

- Practicas Pre profesionales: Taller de enderezada y pintura “Talleres Niagara” “mantenimiento”
- Prácticas Pre profesionales: kía Motors “Mantenimiento Vehicular”

CURSOS Y SEMINARIOS

- Formación Militar en la Escuela de Formación de Soldados del Ejército Ecuatoriano ESFORSE.
- Suficiencia en el Idioma Inglés (UFA-ESPEL)
- Seminario de “PRIMERAS JORNADAS TECNOLÓGICAS INTERNACIONALES EN ELECTROMECAÁNICA” (UFA-ESPEL)