



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ENERGÍA Y MECÁNICA**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**MONOGRAFÍA: PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
TECNÓLOGO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**TEMA: CONSTRUCCIÓN DE UNA PRENSA HIDRÁULICA PARA  
MUELLES DE SUSPENSIÓN Y UN OPRESOR DE MUELLES  
PORTABLE PARA LA IMPLEMENTACIÓN EN LOS LABORATORIOS  
DE LA CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ DE LA UNIDAD DE  
GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS ESPE**

**AUTOR: TABANGO VERDESOTO, BRYAN STEVEN**

**DIRECTOR: ING. NARANJO SANTIANA, RONNY JAIRO**

**LATACUNGA**

**2019**



## DEPARTAMENTO DE ENERGIA Y MECÁNICA

### CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRÍZ

### CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, “**CONSTRUCCIÓN DE UNA PRENSA HIDRÁULICA PARA MUELLES DE SUSPENSIÓN Y UN OPRESOR DE MUELLES PORTABLE PARA LA IMPLEMENTACIÓN EN LOS LABORATORIOS DE LA CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS ESPE**” fue realizado por el señor **TABANGO VERDESOTO, BRYAN STEVEN**, el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me perito acreditar y autorizar para que los sustente públicamente

**Latacunga, 24 de enero del 2020**

Firma:

.....  
ING. NARANJO SANTIANA, RONNY JAIRO

C. C.: 0502243041



## DEPARTAMENTO DE ENERGIA Y MECÁNICA

### CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRÍZ

### AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **TABANGO VERDESOTO, BRYAN STEVEN**, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **CONSTRUCCIÓN DE UNA PRENSA HIDRÁULICA PARA MUELLES DE SUSPENSIÓN Y UN OPRESOR DE MUELLES PORTABLE PARA LA IMPLEMENTACIÓN EN LOS LABORATORIOS DE LA CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS ESPE** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas. Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

**Latacunga, 24 de enero del 2020**

Firma:

TABANGO VERDESOTO, BRYAN STEVEN

C.C.:1753156239



## DEPARTAMENTO DE ENERGIA Y MECÁNICA

### CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRÍZ

### AUTORIZACIÓN

Yo, **TABANGO VERDESOTO BRYAN STEVEN** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: “**CONSTRUCCIÓN DE UNA PRENSA HIDRÁULICA PARA MUELLES DE SUSPENSIÓN Y UN OPRESOR DE MUELLES PORTABLE PARA LA IMPLEMENTACIÓN EN LOS LABORATORIOS DE LA CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS ESPE**” en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 24 de enero del 2020

Firma:

TABANGO VERDESOTO, BRYAN STEVEN

C.C.:1753156239

## DEDICATORIA

La presente monografía está dedicada a:

Mis padres Oswaldo y Rosa quienes con su amor, esfuerzo y dedicación han logrado guiar mi camino en mi formación académica, inculcándome valores para llegar a ser un buen ser humano.

Mi familia Nilda, Silvia, Rommel y Marcelo quienes con su cariño, consejos y apoyo fueron un impulso para continuar con mis estudios universitarios.

Mi querida abuelita Rosa, gracias al amor y cuidado que recibí cuando fui pequeño me llevaron a tener una infancia feliz, y desde el cielo me sigue bendecido todos los días de mi vida.

Mi novia Pamela quien con su amor, apoyo y paciencia acompañaron las jornadas de estudios y desvelos, para lograr salir adelante y culminar mi formación académica.

## AGRADECIMIENTO

Son muchas las personas que han contribuido al proceso y con conclusión de esta monografía.

Quiero agradecer a la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L. A la carrera de Mecánica Automotriz por permitirme ser parte del grupo estudiantil. A Ronny Jairo Naranjo Santiana, mi director de monografía, quien con su apoyo y consejos me permitieron culminar esta monografía.

A mis padres Oswaldo y Rosa que me han inculcado valores éticos y morales durante mi vida, que con responsabilidad y dedicación cualquier cosa se puede lograr.

A Dios por guiar mi camino y darme sabiduría para lograr culminar mis estudios.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>CARÁTULA</b>	
<b>CERTIFICACIÓN</b> .....	<b>i</b>
<b>AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD</b> .....	<b>ii</b>
<b>AUTORIZACIÓN</b> .....	<b>iii</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b> .....	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>x</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xii</b>
<b>ABSTRAC</b> .....	<b>xiii</b>

### **CAPÍTULO I**

#### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.3 Justificación.....	2
1.4 Objetivos.....	3
1.4.1 Objetivo general .....	3
1.4.2 Objetivos específicos.....	3
1.5 Alcance.....	4

### **CAPÍTULO II**

#### **MARCO TEÓRICO**

2.1 Sistema de suspensión .....	5
2.2 Componentes principales del sistema de suspensión .....	6
2.2.1 Muelles .....	6
2.2.2 Amortiguadores .....	6
2.2.3 Estabilizador.....	7

2.2.4 Brazos.....	7
2.3 Tipos de Sistemas de Suspensión.....	7
2.3.1 Suspensión de eje rígido.....	8
2.3.2 Suspensión Independiente.....	8
2.3.3 Suspensión de Barra de torsión.....	9
2.3.4 Suspensión de Muelle Helicoidal.....	10
2.3.5 Suspensión Tipo Ballesta.....	11
2.3.6 Suspensión tipo tirante Mac Pherson.....	12
2.4 Muelles.....	13
2.4.1 Síntomas de fatiga de los muelles.....	13
2.5 Máquinas y herramientas para el montaje y desmontaje de muelles.....	14
2.5.1 Compresor Universal para muelles de uso manual.....	14
2.5.2 Prensa de Muelles mecánica de tornillo.....	15
2.5.3 Prensa de Muelles hidráulico.....	16
2.6 Conceptos generales.....	17
2.6.1 Definición de hidráulica.....	17
2.6.2 Definición de pascal.....	17
2.6.3 Definición de presión.....	17
2.7 Sistema hidráulico.....	18
2.7.1 Componentes Hidráulicos.....	18
2.7.2 Depósito o receptor.....	18
2.7.3 Bomba Hidráulica.....	19
2.7.4 Factores para seleccionar una bomba.....	20
2.7.5 Líneas (cañerías, tubería, o manguera flexible).....	20
2.7.6 Válvulas.....	21
2.7.7 Cilindro Hidráulico.....	21
a) Cilindro hidráulico doble efecto.....	22



**CAPÍTULO III****DESARROLLO DEL TEMA**

3.1	Introducción.....	23
3.2	Construcción de la prensa hidráulica en el software Solidworks .....	23
3.2.1	Construcción de la mesa base .....	23
3.2.2	Construcción de la columna .....	24
3.2.3	Construcción de soportes móviles.....	24
3.2.4	Construcción de uñas.....	26
3.2.5	Construcción de pasadores.....	26
3.2.6	Construcción del depósito. ....	27
3.2.7	Construcción de rodillos. ....	27
3.3	Construcción de la prensa hidráulica .....	28
3.4	Construcción de la estructura de la prensa hidráulica .....	28
3.4.1	Construcción de la mesa metálica.....	28
3.4.2	Construcción de la columna central de la prensa.....	30
3.4.3	Construcción de soportes móviles.....	31
3.4.4	Ensamblaje de Uñas y soportes móviles.....	31
3.4.5	Construcción del depósito. ....	32
3.4.6	Ensamblaje de la prensa hidráulica para muelles .....	34
3.5	Cilindro hidráulico.....	34
3.5.1	Cilindro doble efecto.....	35
3.5.2	Desmontaje del cilindro .....	35
3.5.6	Montaje del cilindro .....	35
3.6	Bomba hidráulica.....	37
3.7	Motor eléctrico .....	38
3.8	Válvula 4/3 tipo palanca .....	38
3.9	Opresor de Muelles Portable.....	39
3.10	Pintura y ensamblaje final.....	40

**CAPÍTULO IV****PRUEBAS PRÁCTICAS DE FUNCIONAMIENTO**

4.1	Prueba de compresión “a” .....	41
4.2	Prueba de compresión “b” .....	42
4.3	Prueba de compresión “c” .....	43
4.4	Prueba de compresión “d” .....	44

**CAPÍTULO V****CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1	Conclusiones .....	45
5.2	Recomendaciones .....	46

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....47****ANEXOS.....49**

**ANEXO “A”:** Manual de operación de la prensa para muelles de suspensión.

**ANEXO “B”:** Plano de la prensa, vista frontal, superior y lateral, lámina 1 de 5.

**ANEXO “C”:** Plano de la prensa vista frontal acotada, lámina 2 de 5.

**ANEXO “D”:** Plano de la prensa vista lateral acotada, lámina 3 de 5.

**ANEXO “E”:** Plano de la prensa vista superior, posterior y lateral, lámina 4 de 5.

**ANEXO “F”:** Plano 3D de la prensa lámina 5 de 5.

**ANEXO “G”:** Circuito hidráulico.

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Sistema de suspensión.....	5
<b>Figura 2.</b>	Componentes del sistema de suspensión .....	7
<b>Figura 3.</b>	Suspensión de eje rígido .....	8
<b>Figura 4.</b>	Suspensión Independiente .....	9
<b>Figura 5.</b>	Suspensión de Barra de torsión.....	10
<b>Figura 6.</b>	Suspensión de Muelle Helicoidal.....	11
<b>Figura 7.</b>	Suspensión Tipo Ballesta .....	12
<b>Figura 8.</b>	Suspensión tipo tirante Mac Pherson .....	13
<b>Figura 9.</b>	Compresor para muelles de uso manual .....	15
<b>Figura 10.</b>	Prensa de tornillo.....	15
<b>Figura 11.</b>	Prensa de Muelles hidráulico.....	16
<b>Figura 12.</b>	Depósito o receptor .....	19
<b>Figura 13.</b>	Cilindro hidráulico doble efecto.....	22
<b>Figura 14.</b>	Construcción de la mesa base .....	23
<b>Figura 15.</b>	Columna .....	24
<b>Figura 16.</b>	Soporte móvil inferior.....	25
<b>Figura 17.</b>	Soporte móvil superior.....	25
<b>Figura 18.</b>	Uña.....	26
<b>Figura 19.</b>	Pasador .....	26
<b>Figura 20.</b>	Construcción del depósito .....	27
<b>Figura 21.</b>	Rodillo.....	27
<b>Figura 22.</b>	Construcción de la base .....	29
<b>Figura 23.</b>	Ensamble de la mesa base .....	29
<b>Figura 24.</b>	Columna central.....	30
<b>Figura 25.</b>	Base y Columna .....	30
<b>Figura 26.</b>	Soporte móvil.....	31
<b>Figura 27.</b>	Uñas colocadas.....	32
<b>Figura 28.</b>	Depósito de fluido.....	33

<b>Figura 29.</b> Ensamblaje del depósito.....	33
<b>Figura 30.</b> Ensamblaje de la prensa .....	34
<b>Figura 31.</b> Desmontaje del cilindro .....	35
<b>Figura 32.</b> Montaje del cilindro.....	36
<b>Figura 33.</b> Montaje cilindro hidráulico .....	37
<b>Figura 34.</b> Bomba hidráulica .....	37
<b>Figura 35.</b> Motor eléctrico .....	38
<b>Figura 36.</b> Válvula 4/3 tipo palanca.....	39
<b>Figura 37.</b> Opresor de muelles portable.....	39
<b>Figura 38.</b> Prensa para muelles de suspensión.....	40
<b>Figura 39.</b> Muelle de Chevrolet Sail.....	41
<b>Figura 40.</b> Muelle de Volkswagen gol.....	42
<b>Figura 41.</b> Muelle de Chevrolet Optra.....	43
<b>Figura 42.</b> Muelle comprimido de Chevrolet Corsa.....	44

## RESUMEN

La presente monografía tiene como objetivo construir una prensa hidráulica que permita realizar el proceso de montaje y desmontaje de muelles y amortiguadores de diferentes tipos de suspensión mediante el uso de elementos mecánicos, hidráulicos y eléctricos. Para lograr cumplir este objetivo se ha investigado sobre las herramientas existentes en el medio automotriz para realizar el cambio de muelles o amortiguadores. Luego de haber analizado la información adquirida se empezó con la construcción de los elementos de la prensa en el software Solidworks, se decidió realizar en este software porque es amigable con el usuario brindando facilidad de diseño en tres dimensiones. Para la construcción de la prensa de muelles se utilizó diferentes materiales metálicos reciclados, y elementos seminuevos con el fin de mantener los costos de fabricación en un rango modelado. La prensa posee un circuito hidráulico que esta conformado por los siguientes elementos: deposito, bomba hidráulica, cilindro hidráulico doble efecto, cañerías hidráulicas, estos elementos forman un circuito el cual permite comprimir el muelle y extraer el amortiguador; posee una estructura metálica en forma de una prensa hidráulica de pie. La construcción de la prensa también tiene como finalidad brindar seguridad al operador en el proceso de compresión del muelle.

### **PALABRAS CLAVE:**

- **PRENSA HIDRÁULICA - ELEMENTOS MECÁNICOS**
- **PRENSA HIDRÁULICA - ELEMENTOS ELÉCTRICOS**
- **SISTEMA DE SUSPENSIÓN**

## **ABSTRAC**

The aim of this monograph is to build a hydraulic press that allows the assembly and disassembly process of springs and shock absorbers of different types of suspension through the use of mechanical, hydraulic and electrical elements. In order to achieve this objective, research has been carried out on the existing tools in the automotive sector for changing springs or shock absorbers. After analyzing the information acquired, we began to build the press elements in the solidworks software. We decided to use this software because it is user-friendly and offers easy three-dimensional design. For the construction of the spring press, different recycled metal materials were used, as well as semi-new elements in order to keep the manufacturing costs in a modeled range. The press has a hydraulic circuit that is made up of the following elements: tank, hydraulic pump, double-acting hydraulic cylinder, hydraulic pipes, these elements form a circuit which allows the compression of the spring and the extraction of the shock absorber; it has a metal structure in the form of a standing hydraulic press. The construction of the press also aims at providing safety to the operator in the process of compressing the spring.

### **KEYWORDS:**

- **HYDRAULIC PRESS - MECHANICAL ELEMENTS**
- **HYDRAULIC PRESS - ELECTRICAL ELEMENTS**
- **- SUSPENSION SYSTEM**

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1 Antecedentes

Desde que el ingeniero Earl S. McPherson creó el sistema de suspensión, el cual lleva su mismo nombre, la mayoría de marcas de automóviles han adoptado este sistema para sus modelos posteriores, dándolo a conocer por todo el mundo.

Desde la creación de este sistema, también se ha tratado de buscar la manera más adecuada para su debido mantenimiento, y, por ende, se han creado diferentes herramientas y mecanismo para facilitar estas operaciones. Muchas de estas prensas no son construidas en el país y llegan con precios muy elevados y de muy baja calidad, haciendo que sean de difícil acceso para los talleres de mecánica automotriz convencionales (Melendez Pazos, 2012).

Teniendo en cuenta lo anterior, tenemos la posibilidad de construir una prensa para muelles y un opresor portable para el adecuado mantenimiento de la suspensión McPherson, el objetivo de diseño es mejorar la productividad de trabajo del operario, además de brindarle seguridad a la hora de operarla (Carrera Espín & Cepeda Paredes, 2014).

## **1.2 Planteamiento del problema**

En diferentes centros automotrices, emplea mucho tiempo en realizar la operación de compresión y descompresión de los muelles automotrices, tomando en cuenta el método que se utiliza, sin ninguna protección personal y normas de seguridad, ya que en la actualidad se está realizando de una manera empírica.

La evolución de los sistemas de suspensión con tecnologías incorporadas o desarrolladas, hacen que se utilice nuevas técnicas y herramientas cada vez más modernas en el entendimiento del funcionamiento de sus diferentes componentes.

La enseñanza teórica tanto como la práctica debe ir de la mano, mediante la utilización de textos, gráficas, casos reales y fundamentalmente equipos didácticos que den datos reales sobre el funcionamiento de los sistemas de suspensión.

Este proyecto se enfoca en la implementación de una prensa hidráulica para el proceso de desmontaje de los muelles durante el mantenimiento de un vehículo, brindando seguridad y comodidad al operador durante la separación del muelle y el amortiguador.

## **1.3 Justificación**

El proyecto consiste en la construcción e implementación de una prensa para muelles de suspensión, que ayuda en el proceso de montaje y desmontaje de amortiguadores, con el principio del funcionamiento de una prensa hidráulica, diseñado en una estructura fija donde se coloca el cilindro hidráulico de doble efecto para la compresión del muelle.



El propósito es reducir el tiempo empleado en la operación del montaje y desmontaje de los amortiguadores automotrices, el taller de la carrera no cuenta con esta herramienta. El trabajo de compresión del muelle será realizado por un cilindro hidráulico

La disponibilidad de espacio para la instalación de la prensa debe permitir un libre acceso y comodidad para el operario, el diseño de una estructura para la colocación de los muelles de forma segura y estable, el diseño hidráulico que va a poner en funcionamiento la prensa con sus respectivos componentes son: bomba hidráulica, motor eléctrico, mangueras de alta presión, pistones hidráulicos, y el depósito para el almacenamiento del fluido hidráulico con su respectivo filtro.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

- Construir una prensa hidráulica para muelles de suspensión y un opresor de muelles portable para la implementación en laboratorios de Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías ESPE.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Investigación sobre los sistemas de suspensión, amortiguadores y muelles.
- Construcción de la estructura y ensamblaje del circuito hidráulico para la prensa.
- Realizar pruebas prácticas y correcciones que sean necesarias para el funcionamiento correcto de la prensa.

## **1.5 Alcance**

La finalidad del proyecto es una prensa de muelles de suspensión para el montaje o desmontaje de amortiguadores, con el principio del funcionamiento de una prensa hidráulica, diseñado en una estructura fija donde se coloca el cilindro hidráulico de doble efecto para la compresión del muelle.

La implementación del sistema hidráulico y selección del cilindro a utilizarse para la máxima carga que se va aplicar, definir el tipo de mangueras de alta presión, el control en la apertura y cierre de la válvula.

El diseño y construcción de la prensa será elaborada con estándares de diseños en el Software Solidworks, con enfoque a centros que reciben automóviles con problemas en la suspensión, en este proyecto se aplicarán los conocimientos adquiridos a través de la formación académica en la Unidad de Gestión de Tecnologías ESPE.

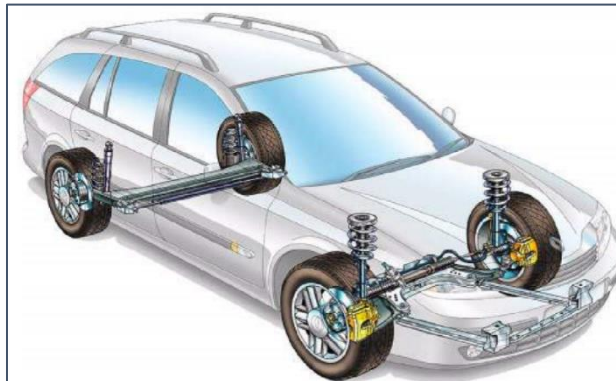
## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Sistema de suspensión

La suspensión es el conjunto de componentes mecánicos que unen la parte suspendida del vehículo con la superficie rodante, el objetivo del sistema de suspensión es mantener el contacto de las ruedas con el terreno de esta manera se consigue un mayor control y seguridad del vehículo ya que la suspensión mejora la estabilidad del vehículo mejorando la adherencia y la respuesta de la dirección (Toyota Motors Corporation , 2003).

En la figura 1, se muestra el sistema de suspensión de un vehículo.



**Figura 1.** Sistema de suspensión

Fuente: (Toyota Motors Corporation , 2003)

El sistema de suspensión actúa entre el chasis o la carrocería del vehículo con las ruedas y desempeña las siguientes funciones:

- **En marcha**

Actúa con los neumáticos para absorber y amortiguar distintas vibraciones recibidas por el vehículo a causa de las irregularidades de la superficie de la carretera con el fin de proteger a los pasajeros y mejorar la estabilidad en la conducción (Arias Paz , 2004).

- **Transmite la fuerza automotriz y la fuerza de frenado**

El sistema de suspensión transmite la fuerza automotriz y la fuerza de frenado estas son generadas por la fricción entre la superficie de la carretera y las ruedas, al chasis y a la carrocería (Arias Paz , 2004).

## **2.2 Componentes principales del sistema de suspensión**

### **2.2.1 Muelles**

Los muelles se encargan de neutralizar los impactos de la superficie de la carretera (Alberdi Urbieta, 2003).

### **2.2.2 Amortiguadores**

Los amortiguadores actúan limitando la libre oscilación de los muelles para mejorar la comodidad en la conducción (Arias Paz , 2004).

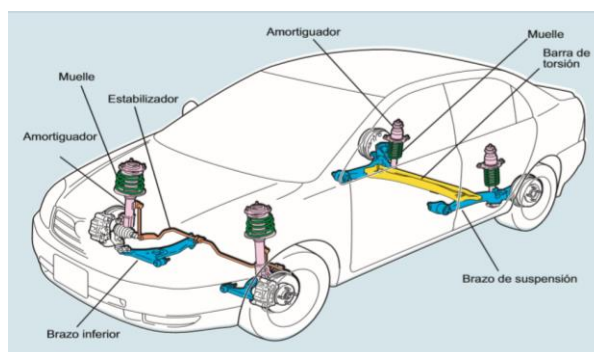
### 2.2.3 Estabilizador

Estabilizador o barra de balanceo también se le conoce como barra anti balanceo, esta se encarga de evitar el balanceo lateral del vehículo (Alberdi Urbieta, 2003).

### 2.2.4 Brazos

Es la que actúa para mantener en el sitio correcto los componentes ya mencionados y para controlar los movimientos de las ruedas (Arias Paz , 2004).

En la figura 2, muestra los componetes del sistema se suspensión de un vehiculo.



**Figura 2.** Componentes del sistema de suspensión

Fuente: (Arias Paz , 2004)

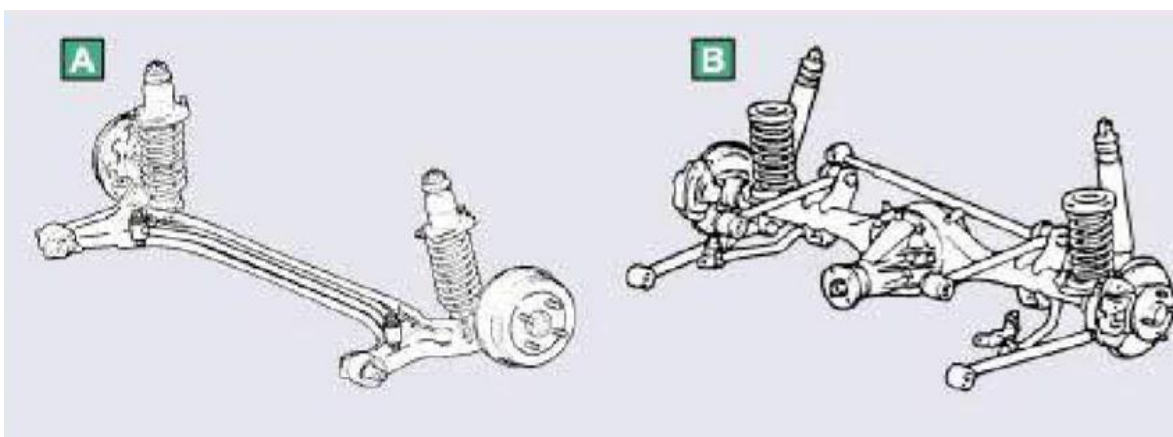
## 2.3 Tipos de Sistemas de Suspensión

El sistema de suspensión puede clasificarse en función de su estructura en dos sistemas los cuales son:

### 2.3.1 Suspensión de eje rígido

En este tipo de suspensión ambas ruedas se encuentran unidas por un mismo eje, el cual se monta en la carrocería mediante muelles debido a que las ruedas y el eje se mueven verticalmente a la vez los movimientos de las ruedas influyen a las demás ruedas, este tipo de suspensión consta con una construcción sólida y sencilla (Montes de Oca Huerta, 2016).

En la figura 3, muestra el sistema de suspensión de eje rígido.



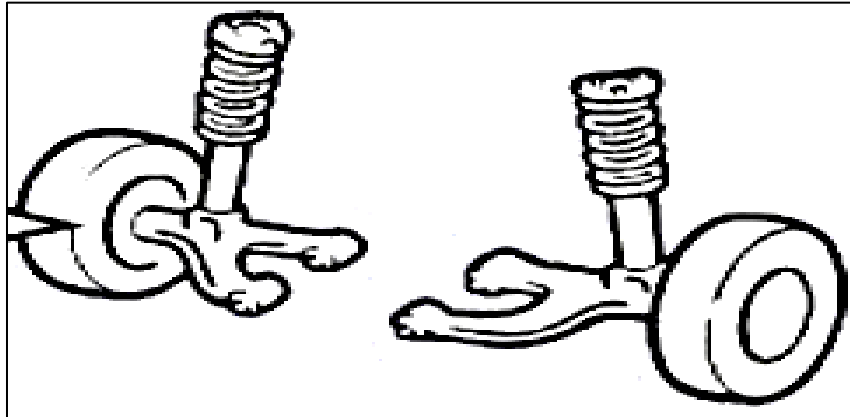
**Figura 3.** Suspensión de eje rígido

Fuente: (Montes de Oca Huerta, 2016)

### 2.3.2 Suspensión Independiente

En la carrocería del vehículo cada rueda esta soportada por un brazo independiente (Toyota Motors Corporation , 2003).

En la figura 4, muestra el sistema de suspensión independiente.



**Figura 4.** Suspensión Independiente

Fuente: (Toyota Motors Corporation , 2003)

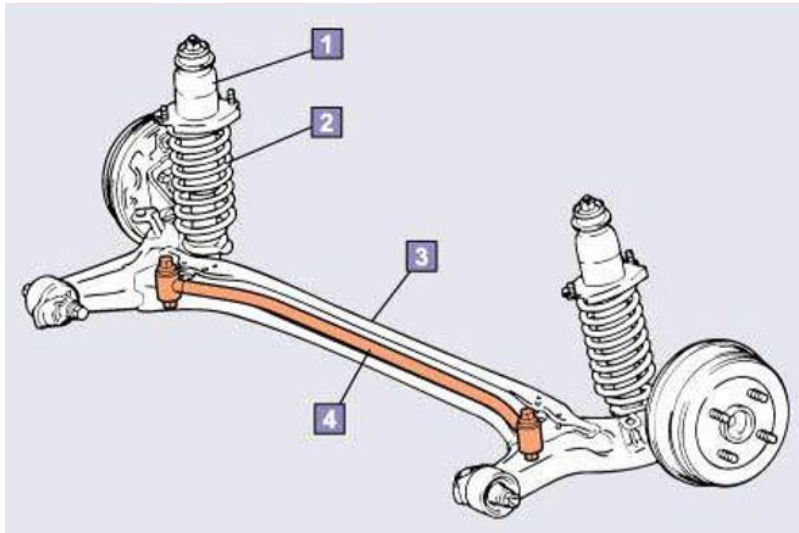
### 2.3.3 Suspensión de Barra de torsión

Este tipo de suspensión consiste en ejes de salida situados a la izquierda y derecha conectados a la barra transversal, los muelles solo soportan la fuerza vertical, tiene una estructura sencilla pero que proporciona conducción. (Montes de Oca Huerta, 2016)

Esta suspensión está formada por:

- Amortiguador.
- Muelle helicoidal.
- Barra Transversal.
- Eje de salida.
- Barra estabilizadora.

En la figura 5, muestra el sistema de suspensión de barra de torsión.



**Figura 5.** Suspensión de Barra de torsión

Fuente: (Montes de Oca Huerta, 2016)

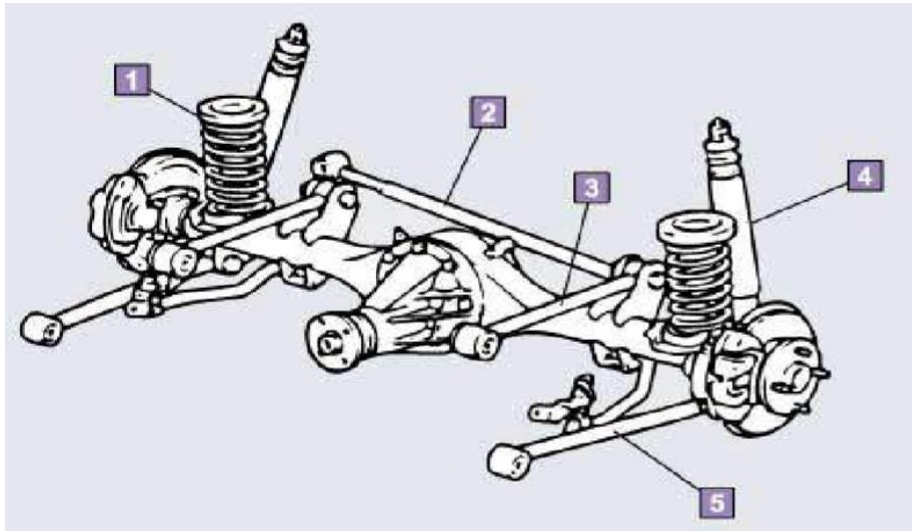
### 2.3.4 Suspensión de Muelle Helicoidal

En esta suspensión los ejes de control superior e inferior se montan en cada extremo del eje a la carrocería del vehículo. La estructura de esta suspensión es ligeramente más complicada proporcionando una mejor conducción (Toyota Motor Corporation, 2002).

- Muelle helicoidal.
- Varilla de control lateral.
- Eje de control superior.
- Amortiguador.
- Eje de control inferior.



En la figura 6, muestra el sistema de suspensión de Muelle Helicoidal con sus respectivos componentes.



**Figura 6.** Suspensión de Muelle Helicoidal

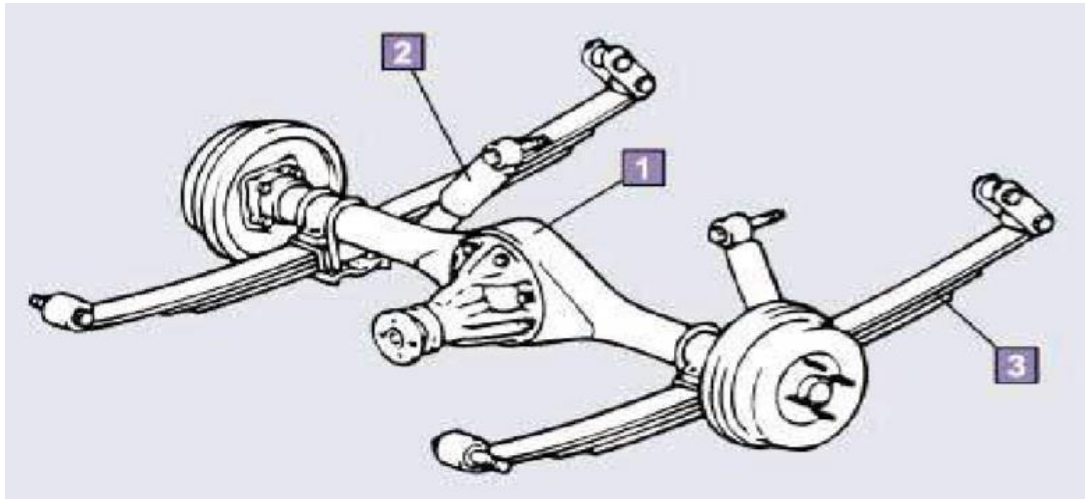
Fuente: (Toyota Motor Corporation, 2002)

### 2.3.5 Suspensión Tipo Ballesta

En este tipo de suspensión cada extremo del eje que une a las ruedas están conectados por una ballesta. La fuerza que actúa en el eje se transmite a la carrocería gracias a los resortes, esta suspensión está constituida por las siguientes partes: (Arias Paz , 2004).

- Alojamiento del eje trasero
- Amortiguador
- Ballesta

En la figura 7, muestra el sistema de suspensión tipo Ballesta con sus respectivos componentes.



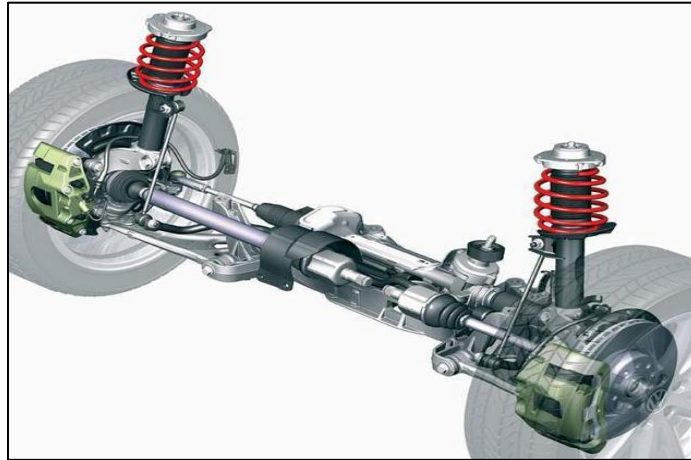
**Figura 7.** Suspensión Tipo Ballesta

Fuente: (Arias Paz , 2004)

### **2.3.6 Suspensión tipo tirante Mac Pherson**

Este tipo de suspensión lleva un brazo único que cumple la función de un tirante de sujeción, este sistema es sencillo y sus partes móviles son ligeras lo que contribuye a que las ruedas superen las irregularidades del terreno. (Alberdi Urbieta, 2003)

En la figura 8, muestra el sistema de suspensión tipo tirante Mac Pherson.



**Figura 8.** Suspensión tipo tirante Mac Pherson

Fuente: (Alberdi Urbieto, 2003)

## 2.4 Muelles

Este tipo de elementos mecánicos se utilizan sustituyendo a las ballestas, tienen la ventaja de conseguir una elasticidad blanda debido al recorrido del muelle ocupando poco espacio y peso. Los muelles soportan el peso del vehículo manteniendo la altura del mismo y absorben los impactos en la vía, permiten mantener los neumáticos adheridos al asfalto brindando una mejor adherencia y mucha estabilidad (Santiana Caviedes , 2014).

### 2.4.1 Síntomas de fatiga de los muelles

- a) Vehículo pierde altura o inclinación, hacia adelante, hacia atrás, o en forma lateral.
- b) Cuando acelera, la parte delantera se eleva o se frena la parte delantera se inclina.

- c) Demasiado desgaste en los amortiguadores, rótulas, extremos de dirección y bujes, provocando excesivas oscilaciones en la carrocería o emitiendo ruidos.
- d) Las espiras del resorte muestran señales de que se están golpeando entre sí.
- e) Aparición de óxido en la superficie del resorte.
- f) Variación en la distancia entre el borde de guardafangos y el centro de la rueda, impidiendo que la carrocería no pueda recuperar su posición original (Santiana Caviedes , 2014).

## **2.5 Máquinas y herramientas para el montaje y desmontaje de muelles**

Entre las diversas herramientas diseñadas para el uso en talleres automotrices se encuentra las siguientes:

### **2.5.1 Compresor Universal para muelles de uso manual**

Esta herramienta para comprimir muelles está constituido por dos tornillos sin fin, independientes cada uno con dos ganchos que se adaptan al muelle del amortiguador y una tuerca que permite ajustar ejerciendo fuerza física con una llave para comprimir el resorte (Máquinas y Herramientas, 2019).

En la figura 9, muestra un compresor para muelles de uso manual.



**Figura 9.** Compresor para muelles de uso manual

Fuente: (Máquinas y Herramientas, 2019)

### 2.5.2 Prensa de Muelles mecánica de tornillo

La prensa mecánica de tornillo está compuesta por diferentes elementos mecánicos como: tubo, tornillo, tuerca, palanca y plato. Al accionar la palanca de manera giratoria la tuerca empieza su recorrido en el sin fin ayudando a comprimir el espiral (Astudillo Lala, 2006).

En la figura 10, muestra la prensa de tornillo mecánica para muelles.



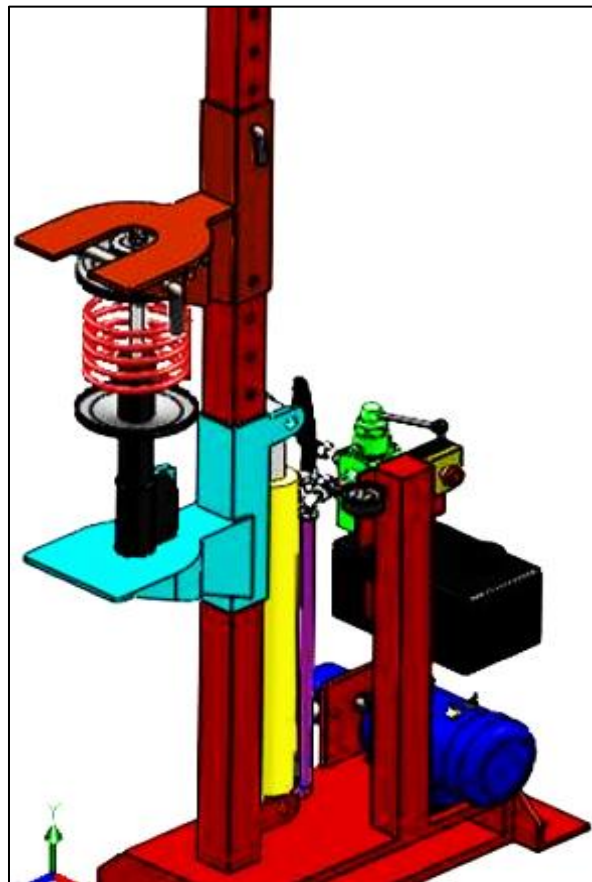
**Figura 10.** Prensa de tornillo

Fuente: (Astudillo Lala, 2006)

### 2.5.3 Prensa de Muelles hidráulico

Estas prensas trabajan gracias a la acción hidráulica, poseen una bomba o botella de compresión la cual puede ser accionada manualmente o por una bomba hidráulica (Alay Romero & Mise Herrera, 2009).

En la figura 11, muestra una prensa de muelles hidráulica.



**Figura 11.** Prensa de Muelles hidráulico

Fuente: (Alay Romero & Mise Herrera, 2009)

## **2.6 Conceptos generales.**

### **2.6.1 Definición de hidráulica.**

La hidráulica es la ciencia que estudia la transformación de energía mediante un fluido estos pueden ser agua, aceite. A estos fluidos se le ejerce una fuerza o presión para generar y transmitir movimientos y potencia mecánica (Quirion, 2015).

#### **a) Fluidos**

Son sustancias capaces de fluir y se adaptan a cualquier tipo de recipiente que lo contiene, estos pueden dividirse en líquidos y gases (Quirion, 2015).

### **2.6.2 Definición de pascal**

El principio de pascal o ley de pascal, es la presión aplicada en un punto de un fluido en reposo, esta presión actúa uniformemente en todas las direcciones del fluido (Pañi Pizarro & Pesantez Llamuca, 2014).

### **2.6.3 Definición de presión**

La presión es una fuerza por unidad de área o superficie que se mide directamente por su equilibrio con otra fuerza conocida (Pocón Rodríguez, 2009).

- Presión atmosférica.

- Presión manometría.
- Presión absoluta.

## **2.7 Sistema hidráulico**

La hidráulica es la ciencia que comprende la transmisión y regulación de fuerzas y movimientos por medio de los líquidos (Carrera Espín & Cepeda Paredes, 2014).

### **2.7.1 Componentes Hidráulicos**

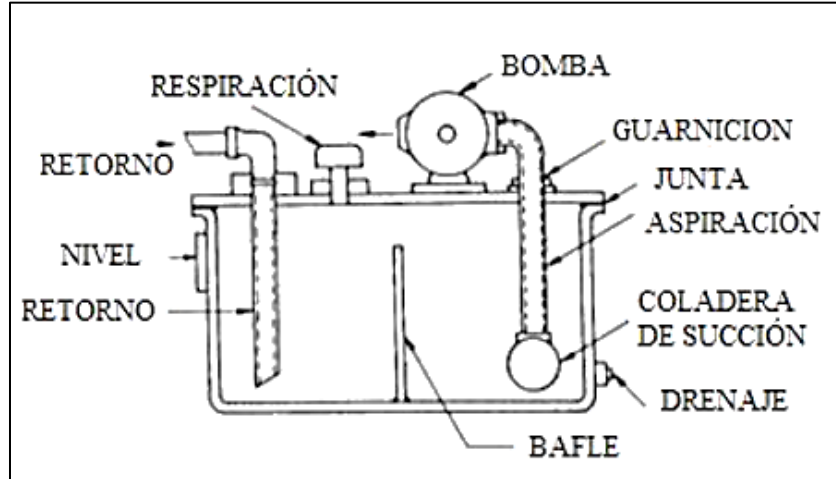
Se requiere de componentes interconectados para transmitir y controlar la potencia a través de los líquidos a presión, existen 5 componentes básicos usados en un sistema hidráulico (Santiana Caviedes , 2014).

### **2.7.2 Depósito o receptor**

La función de un depósito o receptor es contener y almacenar el fluido de un sistema hidráulico, además un tanque también sirve para enfriar el fluido hidráulico (Alay Romero & Mise Herrera, 2009).

En la figura 12, muestra el depósito o receptor para almacenar el fluido hidráulico.





**Figura 12.** Depósito o receptor

Fuente: (Alay Romero & Mise Herrera, 2009)

### 2.7.3 Bomba Hidráulica

La bomba hidráulica genera la potencia hidráulica en el circuito la cual se transmite a través del fluido, el propósito de las bombas es crear caudal con el fin de originar flujo, la bomba toma aceite de un depósito de almacenamiento y lo envía como un flujo al circuito hidráulico (Shugulí Paredes , 2006).

a) Tipos de bombas utilizados en los sistemas hidráulico:

- De engranajes.
- De pistones.
- De paletas.

#### **2.7.4 Factores para seleccionar una bomba**

Para seleccionar una bomba hidráulica hay que tener los siguientes factores:

- Capacidad.
- Presión.
- Velocidad de impulsión.
- Eficiencia.
- Características del fluido.
- Costos de instalación y mantenimiento.
- Tamaño y Peso.

#### **2.7.5 Líneas (cañerías, tubería, o manguera flexible)**

Las tuberías, mangueras y racores son los elementos encargados de interconectar los componentes del sistema por los cuales va a circular los fluidos mientras que los racores son los sistemas de unión de tuberías o manguera flexible (Barreto Gordón & Villegas Suárez, 2013).

### **2.7.6 Válvulas**

Una válvula es un dispositivo mecánico que consiste de un cuerpo y una pieza móvil, que conecta y desconecta conductos dentro del cuerpo. Las válvulas se utilizan para regular las condiciones de flujo de aceite entre estas presión, caudal y dirección. Los sistemas hidráulicos utilizan válvulas para accionar los cilindros, motores y controlar la presión del sistema (Carrera Espín & Cepeda Paredes, 2014).

Según su función las válvulas se dividen en:

- Válvulas Distribuidoras.
- Válvulas de Bloqueo.
- Válvulas de Presión.
- Válvulas de Caudal.
- Válvulas de Cierre.

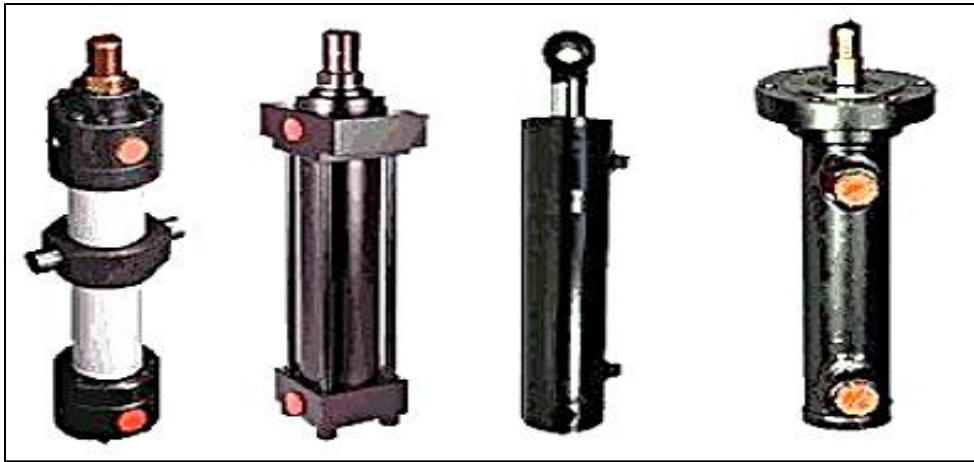
### **2.7.7 Cilindro Hidráulico**

Los cilindros hidráulicos convierten la presión y movimiento del fluido hidráulico en fuerza, el flujo del fluido dentro de un cilindro hace mover el pistón y la presión del fluido proporciona a este la fuerza. El movimiento y la fuerza del pistón se combinan y esto produce trabajo (Manobanda & Paredes , 2002).

### a) Cilindro hidráulico doble efecto

Este tipo de cilindro puede ser de empuje o tracción, mediante el direccionamiento del fluido se realiza la salida o retorno del vástago. (Pocón Rodríguez, 2009)

En la figura 13, muestra el cilindro hidráulico boble efecto.



**Figura 13.** Cilindro hidráulico doble efecto

Fuente: (Pocón Rodríguez, 2009)

## CAPÍTULO III

### DESARROLLO DEL TEMA

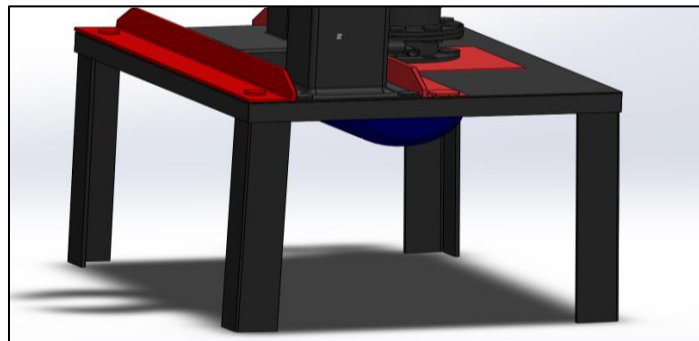
#### 3.1 Introducción

Para la construcción de la prensa hidráulica se realizó el modelado de la prensa, utilizando el software Solidworks, el cual va a permitir construir y simular virtualmente el funcionamiento de la prensa.

#### 3.2 Construcción de la prensa hidráulica en el software Solidworks

##### 3.2.1 Construcción de la mesa base

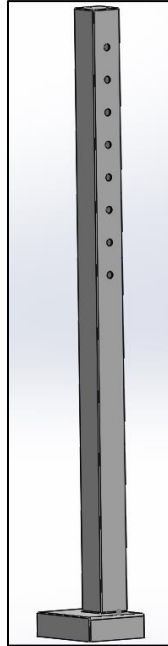
En la figura 14 se ilustra la construcción de la mesa base para el soporte de la prensa para muelles.



**Figura 14.** Construcción de la mesa base

### 3.2.2 Construcción de la columna

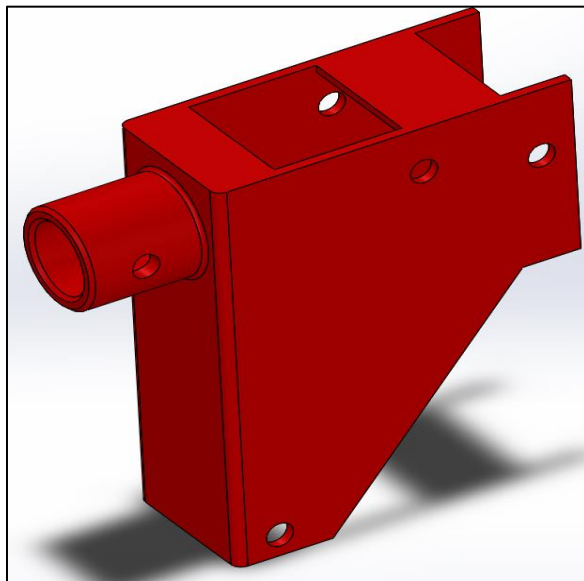
En la figura 15 se ilustra la construcción de la Columna, la cual va a cumplir la función de base para los soportes móviles.



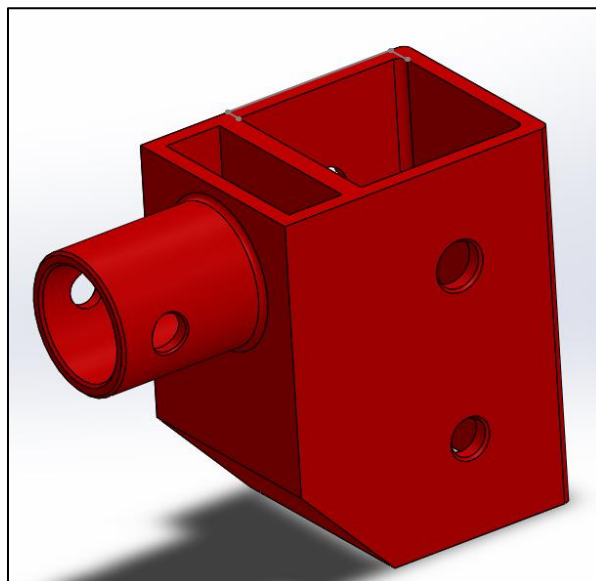
**Figura 15.** Columna

### 3.2.3 Construcción de soportes móviles

En la figura 16 y 17 se ilustra la construcción de los soportes móviles.



**Figura 16.** Soporte móvil inferior



**Figura 17.** Soporte móvil superior

### 3.2.4 Construcción de uñas

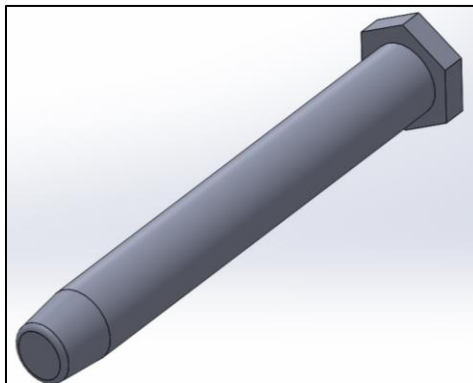
En la figura 18 se ilustra la construcción de las uñas, las cuales van a ser el soporte para el muelle, el par son de similares medidas.



**Figura 18.** Uña.

### 3.2.5 Construcción de pasadores

En la figura 19 se ilustra la construcción de los pasadores, que serán utilizados para sujetar y fijar los soportes móviles.

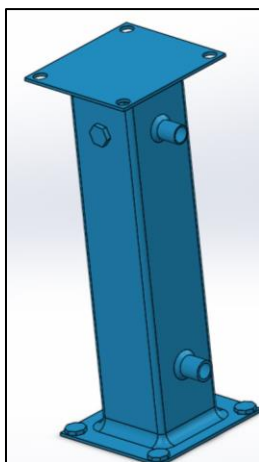


**Figura 19.** Pasador



### 3.2.6 Construcción del depósito.

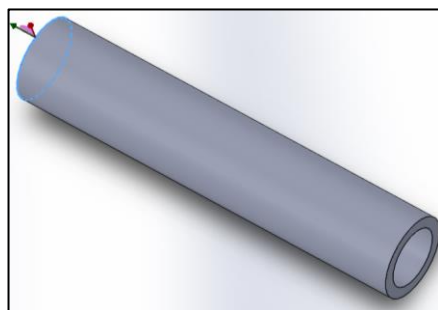
En la figura 20 se ilustra la construcción del depósito, el cual almacenará el fluido para el funcionamiento del circuito hidráulico.



**Figura 20.** Construcción del depósito

### 3.2.7 Construcción de rodillos.

En la figura 21 se ilustra la construcción de los rodillos, que permitirán el desplazamiento de uno de los soportes móviles sujeto al cilindro hidráulico.



**Figura 21.** Rodillo

### **3.3 Construcción de la prensa hidráulica**

Se construyó una prensa hidráulica para desmontar y montar muelles de distintos tipos de sistemas de suspensión con finalidad de mejorar la seguridad y tiempo de operación que con lleva este proceso.

### **3.4 Construcción de la estructura de la prensa hidráulica**

Para la construcción de la estructura se utilizará acero ASTM A36 y acero micro aleado el cual va a soportar los elementos de la prensa hidráulica, se utilizó el acero micro aleado ya que provee mejores propiedades mecánicas y mejor resistencia a la corrosión.

#### **3.4.1 Construcción de la mesa metálica**

Para la construcción de la mesa metálica se utilizó ángulo de acero ASTM A36, el cual permitirá formar la base cuadrada y sus respectivos apoyos.

Se construyó la base de la mesa utilizando ángulos, posteriormente se realizó la respectiva suelda utilizando electrodos como se ilustra en la figura 22.



**Figura 22.** Construcción de la base

- Una vez construida la base se continuo con el ensamblaje de la mesa, para esto se utilizó una lámina de hierro y se realizo una modificación en los 4 pies de apoyo para brindar una mayor estabilidad a la mesa.



**Figura 23.** Ensamble de la mesa base

### 3.4.2 Construcción de la columna central de la prensa

Para la construcción de la base se utilizó un tubo cuadro ASTM A36, en el cual se realizaron perforaciones para poder regular la altura de las uñas.

- Se realizó la perforación en el tubo con el fin de crear niveles para regular el tamaño de los muelles.



**Figura 24.** Columna central

- Ensamblar la base de la prensa a la mesa ya construida anteriormente.



**Figura 25.** Base y Columna

### 3.4.3 Construcción de soportes móviles.

Para la construcción de las piezas móviles se utilizó acero ASTM A36, y una placa de acero, estas piezas móviles son regulables lo cual va a permitir ajustar al tamaño ideal del muelle.



**Figura 26.** Soporte móvil.

### 3.4.4 Ensamblaje de Uñas y soportes móviles

Las uñas se colocan en los soportes móviles, para la seguridad en estas piezas se colocaron unos pasadores, las uñas son donadas de otra maquina que se encontraba descartada.

En la figura 27, muestra el ensamblaje de las uñas y los soportes móviles de la prensa.



**Figura 27.** Uñas colocadas.

### **3.4.5 Construcción del depósito.**

El depósito se construyó con tubo de acero cuadro, en este depósito se va colocar fluido y por esta razón se realizaron dos perforaciones, las cuales van a ser utilizadas como retorno y salida.

Para el depósito se necesitó construir la tapa que va a ser la base y la tapa superior esto se realizó con una placa de metal y se hizo perforaciones para sujetar en la mesa.

En la figura 28, muestra la construcción del depósito el cual va almacenar el líquido hidráulico.



**Figura 28.** Depósito de fluido

Una vez echo el depósito y la base se realizó la respectiva suelda para ensamblar las piezas, como se muestra en la figura 29.



**Figura 29.** Ensamblaje del depósito

### 3.4.6 Ensamblaje de la prensa hidráulica para muelles

En la figura 31 se muestra el ensamblaje de la prensa para muelles. Con todos los componentes estructurales y parte del sistema hidráulico.



**Figura 30.** Ensamblaje de la prensa

### 3.5 Cilindro hidráulico.

Por el trabajo que va a cumplir la prensa de muelles se va a utilizar un cilindro hidráulico de doble efecto, los cilindros hidráulicos son unos actuadores mecánicos que aprovechan la energía de un circuito o instalación hidráulica de forma mecánica.



### 3.5.1 Cilindro doble efecto

Para verificar que el cilindro hidráulico se encuentre en buen estado se realizó la limpieza interna y externa del mismo, a continuación, se describe paso a paso de como limpiar al cilindro.

### 3.5.2 Desmontaje del cilindro

Para el desmontaje del cilindro se utilizó llaves mixtas, martillo de goma; en la figura 31 se visualiza el vástago del cilindro hidráulico doble efecto, el cual se encuentra en perfectas condiciones.



**Figura 31.** Desmontaje del cilindro

### 3.5.6 Montaje del cilindro

Una vez hecha la limpieza interna del cilindro, se realizó una inspección visual del estado del cilindro interno como externo, finalmente el cilindro se encuentra en perfectas condiciones para ser utilizado y ensamblado en la prensa.



**Figura 32.** Montaje del cilindro

En la figura 33 se ilustra el cilindro hidráulico colocado en la prensa, para este ensamblaje se realizó una placa base para posteriormente colocar pernos permitiendo fijar el cilindro de manera vertical.



**Figura 33.** Montaje cilindro hidráulico

### 3.6 Bomba hidráulica

El tipo de bomba que se utilizó es una bomba hidráulica de lóbulos que genera un caudal de 1.5 gal/min de 600 psi.



**Figura 34.** Bomba hidráulica

### 3.7 Motor eléctrico

Para el funcionamiento de la prensa se utilizó un motor eléctrico de las siguientes características:

- a. Alimentación 110v - 220v
- b. 1750 RPM
- c. 1.5 HP

En la figura 35, muestra el motor eléctrico de 110V.



**Figura 35.** Motor eléctrico

### 3.8 Válvula 4/3 tipo palanca

Para el este circuito hidráulico se utilizó una válvula 4 vías/3 posiciones tipo palanca, que nos ayuda para direccionar el fluido hacia el cilindro hidráulico; en la figura 36 se visualiza la valvula 4/3.



**Figura 36.** Válvula 4/3 tipo palanca

### 3.9 Opresor de Muelles Portable

El opresor de muelles portable consiste en dos pernos centrales de acero templado independientes cada uno de ellos con dos mordazas de acero forjado, estan construidas en conjunto para granatizar una buena resistencia y seguridad al comprimir los muelles de vehiculos ligeros.

En la figura 37 se puede observar el opresor de muelles.



**Figura 37.** Opresor de muelles portable.

### 3.10 Pintura y ensamblaje final

La pintura se realizó en dos capas, una de fondo protector y adherente, y luego una capa con colores rojo y negro.

En la figura 39 se aparecía la prensa terminada, con todos los componentes, los elementos de sujeción que se utilizaron son pernos de diámetro 3/8 y longitud de 1 pulgada y 1 pulgada ¼.



**Figura 38.** Prensa para muelles de suspensión

## CAPÍTULO IV

### PRUEBAS PRÁCTICAS DE FUNCIONAMIENTO

#### 4.1 Prueba de compresión “a”

En la figura 39 se muestra la compresión del muelle y extracción de un amortiguador.

- Muelle de vehículo: Chevrolet Sail.
- Resultado: Compresión exitosa.



**Figura 39.** Muelle de Chevrolet Sail.

#### 4.2 Prueba de compresión “b”

En la figura 40 se muestra la compresión del muelle hasta su punto máximo.

- Muelle de vehículo: Volkswagen gol (muelle posterior)
- Resultado: Compresión exitosa.



**Figura 40.** Muelle de Volkswagen gol.



### 4.3 Prueba de compresión “c”

En la figura 41 se muestra la compresión del muelle posterior de un automóvil.

- Muelle de vehículo: Chevrolet Optra.
- Resultado: Compresión exitosa.



**Figura 41.** Muelle de Chevrolet Optra

#### 4.4 Prueba de compresión “d”

En la figura 42 se muestra la compresión de un muelle helicoidal.

- Muelle de vehículo: Chevrolet Corsa (muelle posterior).
- Resultado: Compresión exitosa.



**Figura 42.** Muelle comprimido de Chevrolet Corsa.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- Se ha logrado construir una prensa de Muelles de suspensión y un opresor de muelles portable que realiza el trabajo a satisfacción con eficiencia y seguridad.
- La estructura metálica de la prensa está elaborada con materiales considerados chatarra, optimizando los costos de construcción y obteniendo resultados similares al uso de materiales nuevos.
- Las pruebas realizadas con cuatro muelles de diferentes dimensiones y vehículos han demostrado la efectividad de la prensa en su trabajo, confirmando estar preparada para el trabajo.
- El circuito hidráulico implementado en la prensa, cumple con las exigencias de compresión del muelle, beneficiando el tiempo requerido para sustituir un amortiguador o muelle de un vehículo.

## 5.2 Recomendaciones

Se presentan las siguientes recomendaciones para poder operar de manera correcta y con seguridad la prensa para muelles de suspensión:

- Leer obligatoriamente el manual ( Anexo “A”) antes de utilizar la prensa para muelles.
- Utilizar siempre el equipo de protección personal (EPP) para operar la prensa.
- Revisar las líneas hidráulicas y conexión del motor eléctrico antes de energizar la prensa para muelles.
- Los pasadores y seguros deben encontrarse correctamente colocados.
- Revisar el nivel de fluido en el depósito antes de operar la máquina.
- Al colocar el muelle en las uñas que lo soportan y comprimen, verificar que estén correctamente colocados dentro del canal de las uñas, esto garantiza una mayor seguridad al momento de comprimir el muelle.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alay Romero, R. R., & Mise Herrera, D. S. (Noviembre de 2009). *Repositorio Institucional de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE*. Recuperado el 15 de Octubre de 2019, de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/2772>
- Alberdi Urbieta, J. (2003). *Amortiguadores y Suspensión*. Madrid: Escuela Superior de Ingenieros.
- Arias Paz , M. (2004). *Manual de Automóviles*. Madrid: Dosat 2000.
- Astudillo Lala, A. E. (Marzo de 2006). *BIBDIGITAL*. Recuperado el 25 de Octubre de 2019, de <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/3880>
- Barreto Gordón, V. E., & Villegas Suárez, E. S. (11 de Junio de 2013). *dspace.esPOCH.edu.ec*. Recuperado el 25 de Octubre de 2019, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3143/1/15T00557.pdf>
- Carrera Espín , C. I., & Cepeda Paredes, W. E. (Diciembre de 2014). *Repositorio Institucional de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE*. Recuperado el 25 de Octubre de 2019, de <https://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/9271>
- Manobanda, E. K., & Paredes , D. A. (Octubre de 2002). *Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana*. Recuperado el 5 de Noviembre de 2019, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3793/6/UPS-KT00037.pdf>
- Máquinas y Herramientas. (13 de Mayo de 2019). *De Máquinas y Herramientas*. Recuperado el 15 de Octubre de 2019, de <https://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-manuales/introduccion-a-compresor-universal-de-resortes-en-espiral>
- Melendez Pazos, J. R. (7 de marzo de 2012). *Repositorio Institucional de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. Recuperado el 8 de Noviembre de 2019, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3365/1/65T00122.pdf>
- Montes de Oca Huerta, A. (2016). *Repositorio Institucional UNAM*. Recuperado el 12 de Noviembre de 2019, de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/10635/Tesis.pdf?sequence=1>

- Pañi Pizarro, J. L., & Pesantez Llamuca, J. G. (19 de marzo de 2014). *Repositorio Institucional de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2019, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4043/1/65T00155.pdf>
- Pocón Rodríguez, C. M. (Octubre de 2009). *Universidad de San Carlos de Guatemala*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2019, de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0613\\_M.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0613_M.pdf)
- Quirion, P. (2015). *Fuidos de Hidráulica*. Montereal.
- Santiana Caviedes , A. M. (Julio de 2014). <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/104>. Recuperado el 3 de Diciembre de 2019, de [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5789/1/58639\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5789/1/58639_1.pdf)
- Shugulí Paredes , C. J. (1 de Junio de 2006). *bibdigital*. Recuperado el 12 de Diciembre de 2019, de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1540/1/CD-0844.pdf>
- Toyota Motor Corporation. (2002). *Mecánico Automotriz*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2019, de <https://www.mecanicoautomotriz.org/s/sistemas-suspension/page/4>
- Toyota Motors Corporation . (2003). *Mecánica Automotriz*. Recuperado el 28 de Diciembre de 2019, de <https://www.mecanicoautomotriz.org/1473-manual-amortiguadores-suspension-tipos-componentes-funcionamiento>

# ANEXOS



**UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ENERGÍA Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**CERTIFICACIÓN**

Se certifica que la presente monografía fue desarrollada por el señor **TABANGO VERDESOTO, BRYAN STEVEN.**

En la ciudad de Latacunga, 27 de enero del 2020

**Aprobado por:**

  
\_\_\_\_\_  
ING. NARANJO SANTIANA, RONNY JAIRO  
DIRECTOR DEL PROYECTO

  
  
\_\_\_\_\_  
ING. VÉLEZ SALAZAR, JONATHAN SAMUEL  
DIRECTOR DE CARRERA

  
  
\_\_\_\_\_  
ABG. PLAZA CARRILLO, SARITA JOHANA  
SECRETARIA ACADÉMICA