

# INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SUDAMERICANO



INSTITUTO TECNOLÓGICO  
**SUDAMERICANO**  
*Hacemos gente de talento!*



**MECÁNICA AUTOMOTRIZ**  
TECNOLOGÍA SUPERIOR

## TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

ELABORACIÓN DE UN MANUAL PRÁCTICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE FRENOS DE DISCO TRASERO APLICADO A UN VEHÍCULO MARCA HYUNDAI MODELO ACCENT 2003 DURANTE EL PERIODO ACADÉMICO ABRIL - OCTUBRE 2022

INFORME DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN LA TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ.

### **AUTORES**

Cevallos Díaz Luis Fernando  
Iñiguez Guerrero Rubén Darío

### **DIRECTOR**

Ing. Medina Toledo Wilson Paul

**Loja, 02 de Noviembre 2022**

**Certificación.**

Ing. Wilson Paul Medina Toledo

DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN

**CERTIFICA:**

Que ha supervisado el presente proyecto de investigación titulado: **“ELABORACIÓN DE UN MANUAL PRACTICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE FRENOS DE DISCO TRASERO APLICADO A UN VEHÍCULO MARCA HYUNDAI MODELO ACCENT 2003 DURANTE EL PERIODO ACADÉMICO ABRIL - OCTUBRE 2022”**, el mismo que cumple con lo establecido por el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano; por consiguiente, autorizo su presentación ante el tribunal respectivo.

Loja, 02 de Noviembre 2022

Firma: .....

Ing. Wilson Paul Medina Toledo

**Autoría.**

Quienes suscriben, Cevallos Díaz Luis Fernando con el cedula de identificación N° 1150494225 y Iñiguez Guerrero Rubén Darío, con el cédula de identificación N° 1104881121, autores del Trabajo de Titulación “Elaboración de un manual práctico para la implementación de un sistema de frenos de disco trasero aplicado a un vehículo marca Hyundai modelo Accent 2003 durante el periodo académico abril - octubre 2022”, declaramos y certificamos que el total contenido de esta investigación es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría, es cuanto podemos declarar.

Loja, 02 Noviembre 2022

---

Cevallos Díaz Luis Fernando

**C.I: 1150494225**

---

Iñiguez Guerrero Rubén Darío

**C.I:1104881121**

**Dedicatorias.**

Dedico este trabajo de investigación a mis padres Isabel María Guerrero Agila y Edison Franklin Iñiguez Montoya por todo lo que han realizado para obtener este logro en mí y el apoyo incondicional que me han brindado durante toda mi formación tanto académica como humana. De igual manera hago una dedicación muy especial a mis queridos Tíos, Yolanda María Guerrero Agila y Álvaro Demetrio Granda Iñiguez, quienes son como mis segundos padres durante toda mi formación académica como humana, dándome siempre sus apoyos, sus palabras de aliento y sus mejores consejos. A mis hermanos, sobrinas y demás familiares quienes siempre me supieron brindar su apoyo incondicional, mejorando siempre académicamente y como ser humano.

*Iñiguez Guerrero Rubén Darío.*

Este proyecto de investigación va dedicado a mis padres Luis Cevallos y Carmen Díaz, quienes me apoyaron y motivaron a seguir adelante, brindándome toda su ayuda en este tiempo de estudio, también dedicado a mis hermanos Anita, Silvana, Eduardo Y Darío por su apoyo, ayuda y cariño durante todo este camino y estar a mi lado todo este momento, a toda mi familia por sus consejos, y motivaciones que día a día hicieron que me formara como una mejor persona.

*Cevallos Díaz Luis Fernando*

**Agradecimiento.**

Agradezco a Dios por brindarnos salud y vida, a nuestros padres, tíos, hermanos, sobrinas y demás familiares por brindarme su apoyo durante toda nuestra vida, como en la formación académica y personal.

Agradecemos a: el Ing. Luis Granda, al Ing. Paul Medina, Ing. Fabiola Martínez y demás Ingenieros por compartirnos sus conocimientos durante todo este tiempo para la elaboración del proyecto técnico y manual.

Agradezco a todos mis compañeros del curso de Mecánica Automotriz Nocturno “A” por siempre saberme brindar su amistad, sus conocimientos y sus anécdotas personales, para mejorar como ser humano y profesionalmente.

*Cevallos Díaz Luis Fernando.  
Iñiguez Guerrero Rubén Darío.*

### **Acta de cesión de derechos**

#### **ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE FIN DE CARRERA**

Conste por el presente documento la Cesión de los Derechos de proyecto de investigación de fin de carrera, de conformidad con las siguientes cláusulas: **PRIMERA.** - Por sus propios derechos; el Ing. Wilson Paul Medina Toledo, en calidad de director del proyecto de investigación de fin de carrera; y, Luis Fernando Cevallos Díaz, y Rubén Darío Iñiguez Guerrero en calidad de autores del proyecto de investigación de fin de carrera; mayores de edad emiten la presente acta de cesión de derechos.

**SEGUNDA.** - Luis Fernando Cevallos Díaz, y Rubén Darío Iñiguez Guerrero realizaron la Investigación titulada “ELABORACIÓN DE UN MANUAL PRACTICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE FRENOS DE DISCO TRASERO APLICADO A UN VEHÍCULO MARCA HYUNDAI MODELO ACCENT 2003 DURANTE EL PERIODO ACADÉMICO ABRIL - OCTUBRE 2022”; para optar por el título de Tecnólogo en Mecánica Automotriz, en el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de Loja, bajo la dirección del Ing. Wilson Paul Medina Toledo.

**TERCERA.-** Es política del Instituto que los proyectos de investigación de fin de carrera se apliquen y materialicen en beneficio de la comunidad.

**CUARTA.-** Los comparecientes Ing. Wilson Paul Medina Toledo, en calidad de Director del proyecto de investigación de fin de carrera y Luis Fernando Cevallos Díaz y Rubén Darío Iñiguez Guerrero como autores, por medio del presente instrumento, tienen a bien ceder en forma gratuita sus derechos de proyecto de investigación de fin de carrera titulado “Elaboración de un manual práctico para la implementación de un sistema de frenos de disco trasero aplicado a un vehículo marca Hyundai modelo Accent 2003 durante el periodo académico abril - octubre 2022” a favor del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de Loja; y, conceden autorización para que el

Instituto pueda utilizar esta investigación en su beneficio y/o de la comunidad, sin reserva alguna.

**QUINTA.** - Aceptación. - Las partes declaran que aceptan expresamente todo lo estipulado en la presente cesión de derechos.

Para constancia suscriben la presente cesión de derechos, en la ciudad de Loja, en el mes de noviembre del año 2022.

---

**DIRECTOR**

Ing. Wilson Paul Medina Toledo  
C.I: 1105369035

---

**AUTOR**

Luis Fernando Cevallos Díaz  
C.I: 1150494225

---

**AUTOR**

Rubén Darío Iñiguez Guerrero  
C.I: 1104881121

**Declaración Juramentada.**

Loja, 02 de Noviembre 2022

**Nombres:** Luis Fernando**Apellidos:** Cevallos Díaz**Cédula de Identidad:** 1150494225**Carrera:** Mecánica Automotriz**Semestre de ejecución del proceso de titulación:** Abril – octubre del 2022**Tema de proyecto de investigación de fin de carrera con fines de titulación:**

**“ELABORACIÓN DE UN MANUAL PRÁCTICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE FRENOS DE DISCO TRASERO APLICADO A UN VEHÍCULO MARCA HYUNDAI MODELO ACCENT 2003 DURANTE EL PERIODO ACADÉMICO ABRIL - OCTUBRE 2022”.**

En calidad de estudiante del Instituto Tecnológico Superior Sudamericano de la ciudad de Loja; Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor del trabajo intelectual y de investigación del proyecto de fin de carrera.
2. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. El trabajo de investigación de fin de carrera presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido publicado ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados. Las imágenes, tablas, gráficas, fotografías y demás son de mi autoría; y en el caso contrario aparecen con las correspondientes citas o fuentes.



Por lo expuesto; mediante la presente asumo frente al INSTITUTO cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del trabajo de investigación de fin de carrera.

En consecuencia, me hago responsable frente al INSTITUTO y frente a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar al INSTITUTO o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causa en el trabajo de investigación de fin de carrera presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello.

Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para EL INSTITUTO en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación de fin de carrera.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente dispuesta por la LOES y sus respectivos reglamentos y del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja.

**Firma:** \_\_\_\_\_

**Luis Fernando Cevallos Díaz**

**Nro. Cédula:** 1150494225

**Declaración Juramentada.**

Loja, 02 de Noviembre 2022

**Nombres:** Rubén Darío**Apellidos:** Iñiguez Guerrero**Cédula de Identidad:** 1104881121**Carrera:** Mecánica Automotriz**Semestre de ejecución del proceso de titulación:** Abril – octubre del 2022**Tema de proyecto de investigación de fin de carrera con fines de titulación:**

**“ELABORACIÓN DE UN MANUAL PRÁCTICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE FRENOS DE DISCO TRASERO APLICADO A UN VEHÍCULO MARCA HYUNDAI MODELO ACCENT 2003 DURANTE EL PERIODO ACADÉMICO ABRIL - OCTUBRE 2022”.**

En calidad de estudiante del Instituto Tecnológico Superior Sudamericano de la ciudad de Loja; Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor del trabajo intelectual y de investigación del proyecto de fin de carrera.
2. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. El trabajo de investigación de fin de carrera presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido publicado ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados. Las imágenes, tablas, gráficas, fotografías y demás son de mi autoría; y en el caso contrario aparecen con las correspondientes citas o fuentes.

Por lo expuesto; mediante la presente asumo frente al INSTITUTO cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del trabajo de investigación de fin de carrera.

En consecuencia, me hago responsable frente al INSTITUTO y frente a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar al INSTITUTO o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causa en el trabajo de investigación de fin de carrera presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello.

Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para EL INSTITUTO en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación de fin de carrera.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente dispuesta por la LOES y sus respectivos reglamentos y del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja.

**Firma:** \_\_\_\_\_

**Rubén Darío Iñiguez Guerrero**

**Nro. Cédula: 1104881121**

## Índice

Certificación.....	I
Autoría.....	II
Dedicatorias.....	III
Agradecimiento.....	IV
Acta de cesión de derechos .....	V
Declaración Juramentada. ....	VII
Declaración Juramentada. ....	IX
Índice.....	1
1. Resumen.....	6
2. Abstract .....	7
3. Problema .....	8
4. Tema.....	10
5. Línea y Sublínea de Investigación. ....	11
6. Justificación.....	12
7. Objetivos. ....	14
8. Marco Teórico.....	15
8.1.1 Reseña histórica.....	15
8.1.2 Características geográficas de la ciudad.....	16
8.1.3 Características demográficas de la ciudad .....	17
8.1.4 Detalles referentes de la ciudad de Loja. ....	17
8.2.1 Sistema de frenos. ....	18
8.3.1 Sistema de freno de tambor.....	19
8.3.2. Tambor de freno.....	20
8.3.3 Plato del freno. ....	21
8.3.4 Freno.....	21
8.3.5 Bombines o Cilindros. ....	22
8.3.6 Zapatas.....	22
8.4.1 Componentes de un sistema de freno de disco. ....	24

8.4.3. Balatas o pastillas de freno.....	25
8.4.4 Pinzas de freno.....	25
9. Diseño metodológico. ....	26
9.1.1 Método fenomenológico.....	26
9.1.2 Método hermenéutico. ....	26
9.1.3 Método práctico proyectual.....	26
9.2.1 La encuesta. ....	27
9.2.2 La experimentación. ....	27
9.3.1 Público Objetivo.....	28
9.3.2 Tamaño de la muestra .....	28
9.4 Análisis de resultados.....	30
9.4.1 Elaboración de la encuesta .....	30
9.4.2 Tabulación de resultados.....	30
12. Propuesta practica de acción. ....	41
12.1.1 Identificación de la necesidad. ....	41
12.1.2 Investigación preliminar .....	41
12.1.3 Planteamiento de objetivo. ....	42
12.1.4 Especificaciones de desempeño .....	42
12.1.5 Desarrollo de cálculos y evaluación.....	43
12.1.6 Ideación e invención. ....	48
12.1.7 Selección de componentes del sistema.....	50
12.1.8 Modelos CAD de los elementos seleccionados. ....	53
12.1.9 Diseños CAD de las bases de sujeción del sistema de freno. ....	54
12.2 Construcción de la base .....	56
12.2.1 Instalación del sistema .....	57
12.3.1 Planos de la base de los calipers.....	58
13. Elaboración del manual.....	59
13.3.1 Introducción.....	59
14. Conclusiones. ....	65
15. Recomendaciones.....	66
16. Bibliografía. ....	67
17. Anexos. ....	69

### Índice de Figuras.

Figura 1 Mapa de la ciudad de Loja.....	15
Figura 2 Ubicación de parroquias urbanas del cantón Loja.....	16
Figura 3 Ubicación de la ciudad de Loja.....	17
Figura 4 Partes del sistema de freno.....	18
Figura 5 Freno de tambor.....	19
Figura 6 Partes del sistema de tambor.....	20
Figura 7 Tambor de freno.....	20
Figura 8 Plato de freno.....	21
Figura 9 Freno.....	21
Figura 10 Bombín de freno.....	22
Figura 11 Zapatas.....	23
Figura 12 Freno de disco perforado.....	23
Figura 13 Disco de freno.....	24
Figura 14 Balatas o pastillas de freno.....	25
Figura 15 Tiempo de variación y de desempeño de profesión.....	30
Figura 16 Tipos de servicios que se realizan en los talleres mecánicos.....	31
Figura 17 Herramientas que utilizan más en los talleres mecánicos.....	32
Figura 18 Variación y porcentajes de cambio de sistema de frenos de tambor a disco. .....	33
Figura 19 Beneficios al modificar el sistema de tambor por disco.....	34
Figura 20 Vehículos para la adaptación del sistema de frenos de disco.....	35
Figura 21 Consideración para el uso del manual práctico.....	36
Figura 22 Variación de acogida para utilizar el manual.....	37
Figura 23 Beneficios de obtención de un manual.....	38
Figura 24 <i>Variación para la adquisición de un manual</i> .....	39
Figura 25 Metodología de diseño.....	41
Figura 26 Vehículo Hyundai Accent 2003.....	43
Figura 27 Bosquejo de base de los calipers.....	48
Figura 28 Bosquejo de la pastilla de freno.....	49
Figura 29 Bosquejo de disco freno.....	49
Figura 30 Bosquejo de mordaza móvil.....	49

Figura 31 Bosquejo de mordaza fija. ....	50
Figura 32 Diseño en SolidWorks del disco de freno.....	53
Figura 33 Diseño en SolidWorks del calipers de freno.....	54
Figura 34 Diseño en SolidWorks de pastilla de freno.....	54
Figura 35 Diseño en SolidWorks de base de soporte.....	55
Figura 36 Análisis por elementos finitos de las bases.....	56
Figura 37 Análisis por elementos finitos de las bases.....	56
Figura 38 Proceso de elaboración de la base. ....	57
Figura 39 Instalación de las bases. ....	57
Figura 40 Sistema de frenos de disco instalado. ....	58
Figura 41 Planos de la base. ....	58

## Índice de Tablas

Tabla 1. Tiempo de variación y de desempeño de profesión. ....	30
Tabla 2 Tipos de servicios que se realizan en los talleres mecánicos .....	31
Tabla 3 Herramientas que utilizan más en los talleres mecánicos .....	32
Tabla 4 Variación y porcentajes de cambio de sistema de frenos de tambor a disco	33
Tabla 5. Beneficios al modificar el sistema de tambor por disco. ....	34
Tabla 6. Vehículos para la adaptación del sistema de frenos de disco. ....	35
Tabla 7. Consideración para el uso del manual práctico. ....	36
Tabla 8. Variación de acogida para utilizar el manual. ....	37
Tabla 9. Beneficios de obtención de un manual. ....	38
Tabla 10. Variación para la adquisición de un manual para cambio de freno de tambor a disco en un vehículo Hyundai Accent 2003 .....	39
Tabla 11. Especificaciones del vehículo .....	43
Tabla 12. Denominación de las formulas .....	43
Tabla 13. Fuerzas encontradas en las ruedas. ....	44
Tabla 14. Matriz de decisión para la selección de disco de freno. ....	51
Tabla 15. Concepto de solución para la mordaza de freno. ....	52
Tabla 16. Conceptos de solución para la selección del material para la base de mordaza. ....	52
Tabla 17. Matriz de decisión para la selección de material para la base de mordaza. .....	53



## **1. Resumen.**

En la actualidad no existe una guía o manual de procedimientos para la modificación del sistema de frenos posteriores de tambor a disco en talleres de mecánica automotriz en la ciudad de Loja, lo que puede provocar una incorrecta instalación, causando un fallo en el funcionamiento del sistema de frenos, pudiendo esto conllevar a un accidente de tránsito, es por ello y ante esta problemática que se plantea el proyecto de investigación denominado elaboración de un manual práctico para la implementación de un sistema de frenos de disco trasero aplicado a un vehículo marca HYUNDAI modelo ACCENT 2003 durante el periodo académico abril - octubre 2022.

Para el desarrollo de un manual práctico se aplicó métodos y técnicas de la investigación siendo el método fenomenológico empleado para el levantamiento de información primaria, a través de la aproximación a los propietarios de talleres de mecánica automotriz de la ciudad de Loja, el método hermenéutico permitió el obtener los fundamentos teóricos importantes para el desarrollo del manual de procedimiento en el cual y a través del método práctico proyectual se especifica los pasos para la modificación del sistema de frenos.

El Manual práctico expone de forma sistemática y ordenada los pasos para la correcta implementación de un sistema de freno posterior de tambor a disco permitiendo mejorar el rendimiento, eficiencia y eficacia del frenado en el vehículo, tomando en cuenta que no existan daños que repercutan en los elementos que conforman el sistema de frenado y sus partes alrededor, como son la suspensión, freno de mano, entre otros, para ello se diseñó el nuevo sistema de freno de disco mediante el uso del programa de SolidWorks.

A través del levantamiento de información contenida en un manual los usuarios podrán ejecutar actividades de consulta e investigación en temas de mecánica facilitando los procesos para modificaciones, adaptaciones e implementaciones que permita el correcto funcionamiento de los vehículos en especial la marca HYUNDAI, recomendando la difusión a quienes son propietarios de talleres mecánicos y a estudiantes de la Tecnología Superior en Mecánica Automotriz quienes serán los pioneros de fomentar el uso de un material didáctico para el auto guiado de procedimientos.

## 2. Abstract

Currently, there is no guide or manual of procedures for the modification of the rear brake system from drum to disc in automotive mechanic repair shops in the city of Loja, which could cause incorrect installation, producing a failure in the operation of the system of brakes, and would lead to a traffic accident; for this reason, and facing this problem, the research project was called elaboration of a practical manual for the implementation of a rear disc brake system applied to HYUNDAI brand vehicle, model ACCENT 2003 during the academic period April-October 2022.

Regarding the development of a practical manual, research methods and techniques were applied. The phenomenological method was used for the collection of primary information. Through the approach to the owners of automotive mechanic repair shops in the city of Loja, the hermeneutic method allowed obtaining the important theoretical foundations for the development of the manual of procedure in which, and through the practical project method, the steps for the modification of the brake system are specified.

The Practical Manual presents systematically and orderly the steps for the correct implementation of a rear drum-to-disc brake system allowing for improvement in the performance, efficiency, and effectiveness of braking in the vehicle, taking into account that there are no damages that affect the elements that make up the braking system and its surrounding parts, such as the suspension, handbrake, among others, for which the new disc brake system was designed using the SolidWorks program.

Through the collection of information comprised in a manual, users will be able to carry out consultation and research activities on mechanical issues, facilitating the processes for modifications, adaptations, and implementations that allow the correct operation of vehicles, especially the HYUNDAI brand, recommending dissemination to who are owners of mechanical repair shops and garages, and students of the Superior Technology in Automotive Mechanics who will be the pioneers in promoting the use of teaching material for self-guided procedures.

### 3. Problema

La industria automotriz ha evolucionado año con año para darnos un mejor rendimiento en cada uno de los sistemas que tiene el automóvil. Los frenos no son la excepción, en la actualidad se utilizan con mayor frecuencia dos tipos de frenos principalmente los siguientes: de disco y de tambor, su función es la misma, sin embargo, su accionamiento y seguridad es distinto (Juárez Mau, 2020).

En el sistema de frenado en los vehículos a nivel global se ha enfocado en el aspecto de seguridad y confort del mismo, ya que a través de la historia han generado por el mantenimiento de sistema de frenos inadecuado convirtiéndose en un factor de riesgo. La evolución de los sistemas de frenado en los automóviles presenta muchas ventajas frente a los tradicionales frenos de zapata y tambor.

Los frenos de discos constituyen un sistema más compacto, ligero de peso y que ocupa menos volumen que los frenos de tambor para iguales prestaciones. Y aunque la superficie de fricción en los frenos de disco suele ser menor contacto de fricción, que los de tambor a igualdad de tamaño (placa plana en el disco, curva en el tambor), es por este motivo que a nivel nacional vemos que un gran número de personas están eligiendo realizar una modificación de frenos, pero debido a la falta de conocimientos o de un manual práctico, que los pueda guiar en la modificación de un sistema de frenado ven la necesidad de acudir a un centro no autoriza el cual puede realizar malos trabajos los mismo que pueden causar algún daño material o mortal en nuestras vidas, es por este motivo que vemos el rendimiento que un disco superando notablemente al de tambor en resistencia al calentamiento, debido a que es posible una mayor ventilación del disco, al no trabajar encerrado como ocurre con los frenos de tambor (Rodríguez, 2022).

Actualmente existen varias marcas de vehículos que han cambiado sus estándares de seguridad debido a que el sistema de disco presenta mayor eficiencia y eficacia en un 70% en comparación al tipo tambor, con lo que conlleva un mejor confort y seguridad en los vehículos. Es por este motivo que vemos necesario en la provincia y ciudad de Loja, un manual práctico el cual brinde una ventaja de implementar y cambiar el sistema, ya que la falta de conocimiento en el ámbito de modificaciones produce realizar trabajos mal ejecutados con falencias, lo cual provoca

que los frenos fracasen o no sean utilizados correctamente, es por esta razón que pretendemos mejorar la resistencia del frenado evitando que sea de baja precisión con dificultades para detener el vehículo, es decir que en el sistema de tambor la fricción que se presenta en las piezas, afectan el frenado ya que la disipación de calor es un obstáculo por lo que puede cristalizar las piezas y esto conlleva a que no tenga fricción entre las piezas, siendo que el uso excesivo de freno, realiza la cristalización de las zapatas lo que genera un mayor problema.(Molero, 2009).

La cantidad de vehículos que aún mantienen sistemas obsoletos y deficientes es un problema que puede terminar en accidentes mortales, la necesidad de mejorar el sistema de frenado de los vehículos es un factor primordial para la seguridad de las personas que utilizan los mismos como medio de transporte. A nivel nacional y local las personas optan por modificar el sistema de frenos para mayor confort y seguridad, con lo que conllevan a realizar cambios de manera empírica o artesanal sin el uso de manuales prácticos en talleres mecánicos.

De acuerdo a los diálogos que se ha tenido con técnicos artesanales en mecánica automotriz de la ciudad de Loja quienes hace algunos años realizan este tipo de modificación, mencionan que para desarrollar la implementación no hacen uso de un manual práctico que guíe cada uno de los procesos e indique los materiales y herramientas adecuados debido a la ausencia del mismo a nivel local, nacional e internacional.

#### **4. Tema.**

**ELABORACIÓN DE UN MANUAL PRACTICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE FRENOS DE DISCO TRASERO APLICADO A UN VEHÍCULO MARCA HYUNDAI MODELO ACCENT 2003 DURANTE EL PERIODO ACADÉMICO ABRIL - OCTUBRE 2022**

## 5. Línea y Sublínea de Investigación.

**Línea de investigación:** Formación, identidad cultural y transformación digital en la educación.

**Sublínea de investigación:** Nuevas tendencias en educación (Flipped Classroom, aprendizaje basado en proyectos).

## **6. Justificación.**

El presente proyecto de titulación tiene como objetivo dar, cumplimiento a los reglamentos académicos del Instituto Sudamericano el cual se aplica la línea de investigación “Formación, identidad cultural y transformación digital en la educación, y la sublínea de investigación “Nuevas tendencias en educación” ya que consiste en implementar método y herramientas de enseñanza que se desarrollara de manera colectiva para estudiantes y propietarios de talleres mecánicos, garantizando un aprendizaje eficaz, con el desarrollo de un manual práctico, los técnicos en mecánica automotriz tendrán información técnica escrita y podrán auto capacitarse ya que dispondrán de datos necesarios para un buen entendimiento de los procesos que deban realizar, así contribuyendo a un mejor trabajo a realizar.

La preparación académica permitirá fortalecer el proceso de investigación, sustentar los años de estudios referentes al área de mecánica automotriz, previo a la obtención de titulación de tecnólogo en la Tecnología Superior en Mecánica Automotriz, aportando con los conocimientos adquiridos en estos años de formación, así mismo seguir adquiriendo destrezas para el desempeño profesional los cuales permitirán el desenvolvimiento en los diferentes campos como profesionales demostrando responsabilidad y seriedad ante el desarrollo y finalización del presente.

La presente investigación se justifica tecnológicamente mediante la implementación de un sistema de freno de disco por tambor, el cual se aplicara a un vehículo Hyundai Accent 2003 lo que nos contribuirá y servirá como guía aportando soluciones que requieran para la realización de estas modificaciones en vehículos que conllevan estos sistemas, los cuales mejoran la eficiencia al frenado, ya que se ha permitido mayor flexibilidad y productividad en el desarrollo de la educación tomando en cuenta el objetivo número 5 del Plan de Desarrollo Toda una Vida bajo su política de “promover la investigación, la formación, la capacitación, el desarrollo y la transferencia tecnológica, la innovación y el emprendimiento, la protección de la propiedad intelectual, para impulsar el cambio de la matriz productiva mediante la vinculación entre el sector público, productivo y las universidades” de tal forma que las personas tengan acceso a información investigativa, compartiendo con usuarios una estructura estadística de los recursos que se distribuyen dentro del régimen educativo.

El proyecto de titulación ayudara a informar a los propietarios de talleres y estudiantes del ISTS sobre los beneficios que se obtiene a realizar modificaciones al sistema de freno de tambor basándose en un manual técnico potenciando sus habilidades y reconozcan la importancia de un manual dentro de un taller automotriz. Esto abrirá una nueva área laborar en la industria automotriz, ya que buscara incentivar a que futuros profesionales opten por el desarrollo y distribución de manuales técnicos de diferentes procesos que a nivel local y nacional no existen.



## **7. Objetivos.**

### **7.1 Objetivo general.**

Elaborar un manual práctico mediante la implementación de un sistema de frenos de disco a un vehículo HYUNDAI ACCENT 2003, para secuenciar cada uno de los pasos de esta actividad, siendo una guía concreta y práctica.

### **7.2 Objetivos específicos.**

- Investigar el fundamento teórico a través de la recopilación bibliográfica para sustentar el fundamento teórico del proyecto de investigación.
- Aplicar una encuesta a técnicos mecánicos de la ciudad de Loja por medio de un análisis de las necesidades tecnológicas con el fin de determinar el grado de aceptación del desarrollo de manuales prácticos.
- Adaptar y modificar el sistema de freno de disco, con base al uso práctico de herramientas y equipos automotrices, para mejorar la eficiencia del sistema en general.
- Extraer datos técnicos del sistema de frenos antes y luego de la implementación realizando pruebas dinámicas y estáticas para determinar el grado de mejora del sistema de frenos.

## 8. Marco Teórico

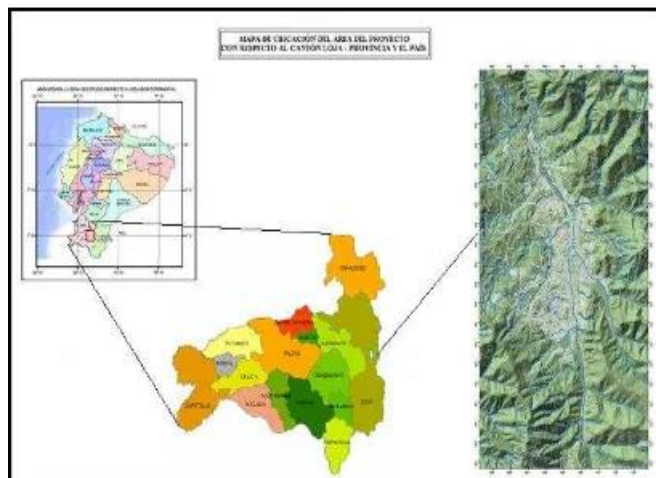
### 8.1 Marco Referencial de la ciudad de Loja.

#### 8.1.1 Reseña histórica

La ciudad de Loja fue fundada inicialmente en el valle de Catamayo, un área que ahora ocupa el aeropuerto La Toma. Debido a la alta incidencia de malaria y a un devastador terremoto, la ciudad debió ser trasladada de este valle hasta su enclave actual. Fue reconstruida entre las majestuosas y verdes montañas de la Sierra sur varios años después de su destrucción por lo que su fecha oficial de fundación es el 8 de diciembre de 1548. Su fundador fue el capitán español Alonso de Mercadillo. Con casi 500 años, Loja es una de las ciudades más antiguas del Ecuador. Su edad se evidencia en su arquitectura colonial, sus calles estrechas, y sus casas de siglos anteriores. (Anita, 2015)

#### Figura 1

*Mapa de la ciudad de Loja*



*Nota.* Imagen tomada de la p.

file:///C:/Users/chigo/OneDrive/Escritorio/trading/LIBROS%20DE%20TRADING/indice.pdf , pág. 76

La última fundación fue realizada por Alonso de Mercadillo, quien era natural de la ciudad española de Loja, en Granada. En las crónicas de la conquista española, esta ciudad es nombrada como "Loja". Se asentó presumiblemente sobre una ciudad de los nativos americanos preexistente. Los pobladores de este valle se denominaban "Paltas" o al menos con esa denominación les reconocieron los conquistadores españoles.

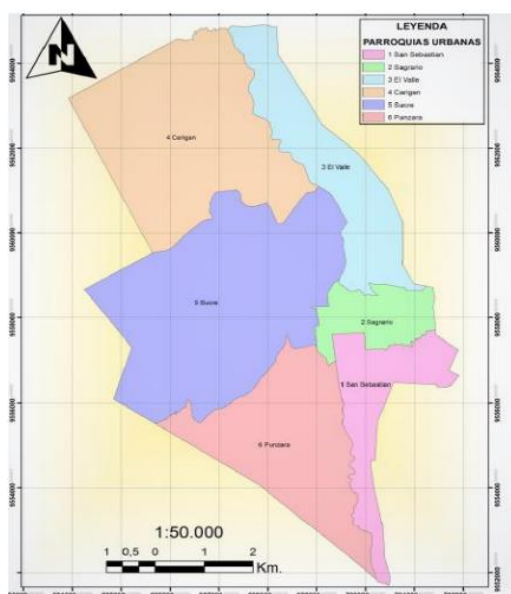
Loja fue un punto de partida para la cuenca de la Amazonia y la región de El Dorado para los conquistadores españoles. Declaró su independencia de España el 18 de noviembre de 1820. Fue la primera ciudad del Ecuador en contar con energía eléctrica en el año de 1897 y el alumbrado eléctrico se inauguró en 1899. (Ministerio de turismo de Ecuador, 2020)

### 8.1.2 Características geográficas de la ciudad.

Según el gobierno autónomo de Loja (2016) señala que “Loja cubre un área de 5186.58 ha (52Km<sup>2</sup>), está localizado en el sur de Ecuador y tienen 2100 m.s.n.m aproximadamente, es capital de la provincia que lleva el mismo nombre” (p.15, 17) dando a conocer también que la ciudad de Loja se subdivide en 6 parroquias mismas que se las puede observar en el siguiente mapa”

**Figura 2**

*Ubicación de parroquias urbanas del cantón Loja.*



*Nota.* Imagen tomada del Gobierno Autónomo de Loja (2016)

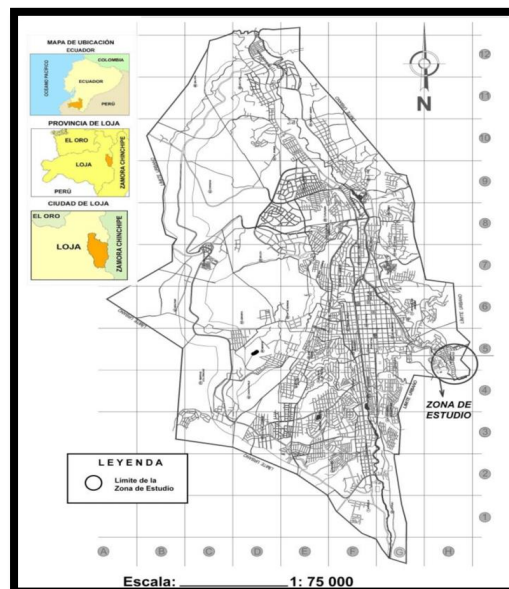
Loja se encuentra bordeado de montañas, también los ríos Zamora y Malacatos atraviesan la ciudad, consta de 12 km de longitud y un tercio de la misma su ancho, está distribuida de forma lineal, como se puede apreciar en los siguientes mapas. Loja posee un ambiente templado con una media de aire de 16°C, según los datos de censo del 2010 para el año 2016 se estimó que la ciudad costaría de 208115 habitantes, de esta manera adquirió el sexto lugar en cuanto a las ciudades más importantes del Ecuador por la cantidad de su población.

### 8.1.3 Características demográficas de la ciudad

La ciudad de Loja goza de varias e importantes infraestructuras, siendo entre semana la parte céntrica el lugar con mayor atracción, es ahí donde se encuentra la mayor parte de instituciones tanto públicas como privadas, así mismo el horario de estudio lo originan las diferentes instituciones educativas. Por otro lado los sitios interesantes para las diversas actividades son: el zoológico municipal, Parque Recreacional Jipiro, además en el área central de la ciudad se realiza celebraciones religiosas. (Sindicato de Choferes Profesionales de Loja, 2016).

**Figura 3**

*Ubicación de la ciudad de Loja.*



*Nota.* Imagen tomada de la p. [https://www.bing.com/images/ Mapa-de-la-ciudad-de-Loja-y-ubicación-de-la-Zona-de-Estudio](https://www.bing.com/images/Mapa-de-la-ciudad-de-Loja-y-ubicación-de-la-Zona-de-Estudio)

### 8.1.4 Detalles referentes de la ciudad de Loja.

La Inmaculada Concepción de Loja es una ciudad llena de encantos naturales, culturales y patrimoniales. Enclavada a una altitud 2.065 msnm, al sur de nuestro territorio, en el valle de Cuxibamba donde los ríos Zamora y Malacatos forman un delta. Es cuna de notables artistas e intelectuales y considerados la ‘Capital Cultural del Ecuador’. La identidad de los pueblos Palta y Saraguro, la riqueza en la música y la literatura son parte del patrimonio cultural inmaterial de Loja. El Parque Nacional Podocarpus, los valles de Catamayo, Malacatos y Vilcabamba forman parte del patrimonio natural de Loja. (Ministerio de turismo de Ecuador, 2020)

## 8.2 Marco conceptual.

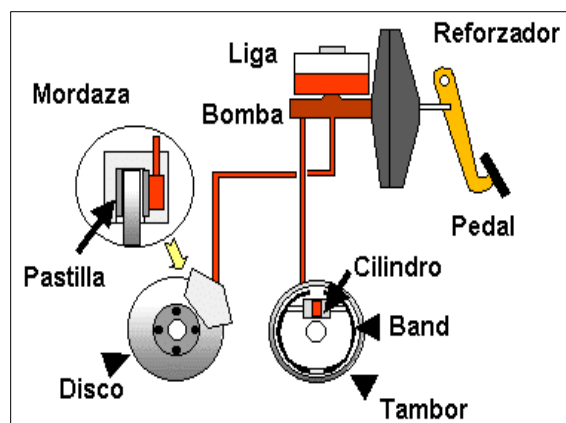
### 8.2.1 Sistema de frenos.

El sistema de freno es el que permite reducir la velocidad o detener por completo el automóvil cuando está en marcha. Implica un proceso de transformación, donde la energía mecánica del movimiento se convierte en calor, generado por la fricción al accionar el pedal de frenos. La mayor parte de la presión de freno es ejercida en las llantas delanteras.

**8.2.1.1 Funcionamiento del sistema de frenos.** Un auto en movimiento trabaja con energía cinética, que es energía en movimiento; para lograr que un vehículo se detenga, los frenos usan la fricción, la cual convierte esta energía en calor. Los autos modernos cuentan con frenos en las cuatro ruedas, operados por un sistema hidráulico. Cuando presionas el pedal de freno, la palanca conectada empuja un pistón dentro del cilindro maestro. Esto envía el fluido hidráulico del cilindro al sistema de tuberías, y luego, a los cilindros de mayor tamaño, ubicados al lado de los frenos en cada rueda. (Mitsubishi Motors, 2019)

**Figura 4**

*Partes del sistema de freno.*



*Nota.* Imagen tomada de la p. web multi servicio automotriz

La ley de la inercia es la encargada de regir el sistema de frenado de un automóvil, el principio básico para que ocurra el correcto funcionamiento de los frenos es la fricción. En un automóvil, el área de contacto comprende los elementos que consiguen que el auto se detenga. Se refiere al área de contacto entre los discos y las pastillas, que son los elementos de frenado. En el caso de los frenos de tambor utilizan

bandas y campanas. Otras áreas de contacto son las llantas y la superficie donde marcha el automóvil. (Quijano, 2022)

### **8.3 Tipos de sistemas de frenos.**

En los vehículos Hyundai Accent, existen dos tipos de sistemas de freno los cuales son: el sistema de freno de tambor y el sistema de freno de disco.

#### **8.3.1 Sistema de freno de tambor.**

Este tipo de frenos, está compuesto por una parte móvil, llamada tambor, que está montado sobre el buje de la rueda por medio de espárragos y tuercas, con un elemento fijo llamado plato, el cual, lleva instalados los forros y los mecanismos de accionamientos para que puedan desplazarse las zapatas.

**Figura 5**

*Freno de tambor*



*Nota.* Imagen tomada de la pág. web Auto fácil

El funcionamiento de este sistema de frenos de tambor se basa por un cilindro que da vueltas con la rueda que le corresponde. Una vez que se acciona el pedal de freno, las zapatas hacen presión sobre el tambor que se encuentra conectado al eje que permite girar las ruedas. Cuando es presionado el tambor, la llanta se desacelera y se puede detener el automóvil, de esta manera podemos decir que funciona el sistema de tambor mediante la presión que envía el cilindro a las zapatas y estos realizan la fricción en el tambor. (Chaves y col. 2016)

#### **Partes que conforman el sistema de tambor.**

Este tipo de sistemas tienen como partes las siguientes piezas.

- 1) Tambor de freno o Freno de tambor.
- 2) Plato del freno.

- 3) Bombines o Cilindros.
- 4) Zapatas.
- 5) Reguladores del freno de tambor.
- 6) Resorte de retorno.

**Figura 6**

*Partes del sistema de tambor.*



*Nota.* Imagen tomada de la p. web Ghost team.

### **8.3.2. Tambor de freno.**

Es la parte externa visible y la pieza que constituye la parte giratoria del freno, por lo que recibe en su mayor parte el calor que se produce al pisar el pedal de freno. El tambor de freno está fabricado de un material en fundición gris con grafito, que se caracteriza por su resistencia y buena absorción del calor producido por el rozamiento. Su diámetro depende de las características de cada vehículo, por eso hay tanta variedad en cuanto a diámetros.

**Figura 7**

*Tambor de freno.*



*Nota.* Imagen tomada de la p. web [autofacil.es/técnica/componentes sistema frenos](http://autofacil.es/técnica/componentes sistema frenos).

### 8.3.3 Plato del freno.

Provee una base sólida para otros componentes en los frenos de tambor, ya que es una pieza fija en el sistema. El plato de freno se compone de un soporte de chapa encajada y troquelada sobre él se acopla el bombín o bombines de accionamiento hidráulico, los elementos de fijación y las zapatas primaria y secundaria. Estas últimas, están unidas al plato de freno mediante un sistema de muelles elásticos que permiten el desplazamiento hacia el tambor.

**Figura 8**

*Plato de freno.*



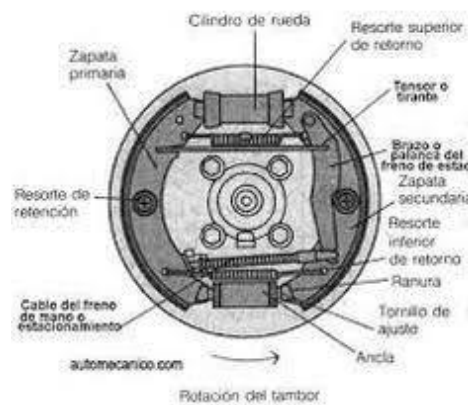
*Nota:* imagen tomada de la p. Web <https://blog.frenkit.es/es/partes-del-freno-de-tambor>.

### 8.3.4 Freno.

Atornillado a la rueda, gira y acompaña a ésta. Casi siempre son fabricadas en hierro, por lo que son muy resistentes a las altas temperaturas y condiciones meteorológicas.

**Figura 9**

*Freno*



*Nota.* Imagen tomada de la p. Web [escapeybujia.com/frenos-de-tambor/](http://escapeybujia.com/frenos-de-tambor/).



### 8.3.5 Bombines o Cilindros.

Su función es la de convertir la fuerza hidráulica generada por la bomba de freno y transmitida a través del líquido de freno, en fuerza mecánica empujando los extremos de los patines, para que la zapata friccione en el tambor de freno.

**Figura 10**

*Bombín de freno*



*Nota.* Imagen tomada de la pág. Web [escapeybujia.com/frenos-de-tambor/](http://escapeybujia.com/frenos-de-tambor/).

Estos elementos del freno de tambor se pueden conocer como los encargados de efectuar el desplazamiento lateral de las zapatas para el frenado del tambor. Su función es al pisar el pedal de freno, la presión de la bomba de freno llega al bombín y a los pistones, dentro de estos se desplazan para presionar las zapatas contra el tambor produciendo fricción dentro del tambor realizando el frenado del vehículo.

### 8.3.6 Zapatas.

Son las encargadas de presionar la cara interna del tambor y generar así la fricción necesaria para poder detener el vehículo. Tienen una película en la parte interna realizada con una mezcla de metales orgánicos; esta es la que entra en contacto con el tambor. Existen dentro de cada sistema dos tipos de zapatas: una primaria y otra secundaria.

**Figura 11***Zapatas*

*Nota.* Imagen tomada de la pág. Web [escapeybujia.com/frenos-de-tambor/](http://escapeybujia.com/frenos-de-tambor/).

La zapata primaria aplica una mayor fuerza en el lado en contra del giro, provocando así un mayor rozamiento. En cambio, la zapata secundaria emplea mayor fuerza en el lado a favor del giro, por lo que su rozamiento es menor. Ambas zapatas del freno del tambor están compuestas por dos chapas de acero soldadas con forma de medialuna y suelen estar recubiertas por forros de freno en su exterior. Estos forros están unidos a las zapatas metálicas bien por encolado o con unos remaches.

#### **8.4 Sistema de freno de disco.**

El freno de disco es un sistema de freno usado normalmente para ruedas de vehículos, en el cual una parte móvil solidario con la rueda que gira es sometido al rozamiento de unas superficies de alta resistencia, consta de una mordaza fija y un disco con determinado espesor que gira solidario al neumático, gracias al rozamiento de las pastillas que se encuentran dentro de la mordaza y a los dos lados del disco se produce la acción del frenado. (León, 2016).

**Figura 12***Freno de disco perforado.*

*Nota.* Imagen tomada de la p. web Prueba de ruta.

#### **8.4.1 Componentes de un sistema de freno de disco.**

El sistema de frenos de disco es un poco más sencillo de lo que parece, ya que se compone de un disco que es el que se encuentra en movimiento solidario con el neumático mientras conducimos, luego de ello tendríamos la mordaza, pinza o calipers, que es la encargada de llevar la pastilla de frenos que realizan la fricción sobre el disco gracias a otro elemento importante como lo es el pistón, el cual gracias a la presión del líquido de frenos o liga es empujado contra el disco.

1. Disco de freno.
2. Balatas o pastillas de freno.
3. Pinza de freno.

##### **a) Disco de freno.**

El disco de freno es el elemento que se encuentra unido al buje de la rueda o forma parte de él, girando conjuntamente con la rueda y constituyendo, por tanto, el elemento móvil del sistema de frenado. (PUHN Fred, 2000, p 23-27)

Contra la superficie del disco de freno interactúan las pastillas de frenos en su objetivo de detener el vehículo. El rozamiento continuo que se establece entre pastillas de freno y disco es el que produce la transformación de la energía cinética que acumula el vehículo debido a su velocidad en energía calorífica, con el consiguiente aumento de la temperatura del sistema.

**Figura 13**

*Disco de freno.*



*Nota.* Imagen tomada de la pág. web Prueba de ruta.

**Los tipos básicos de discos son:**

- Discos no ventilados; macizos o discos de freno sólidos.
- Discos ventilados; dotados de orificios en su interior que permitan la disipación de calor.
- Discos de freno perforados.
- Discos de freno rayados.

**8.4.3. Balatas o pastillas de freno.**

Su función se limita específicamente a actuar cuando el conductor acciona el pedal del freno, para que el vehículo se detenga correctamente. Para ello, las pastillas de freno ofrecen la fricción que es necesaria a los discos de freno, con el fin de que la acción de frenado se realice correctamente. Es decir que actúan a modo de mordaza sobre el disco de freno al ser empujadas por pistones alojados en el caliper de la rueda. Las pastillas de freno son unos forros de fricción y poseen virutas de un componente metálico, la cual ayuda a que la pastilla presente una mayor rigidez mecánica.

**Figura 14**

*Balatas o pastillas de freno.*



*Nota.* Imagen tomada de la pág. web [automociontotal.hiperarticulos.com](http://automociontotal.hiperarticulos.com).

**8.4.4 Pinzas de freno.**

Las pinzas o mordazas son los elementos encargados de accionar los frenos a través de los pistones que empujan a las balatas generando fricción con el disco, estas pinzas van fijadas.

## **9. Diseño metodológico.**

### **9.1 Descripción de métodos**

#### **9.1.1 Método fenomenológico**

Para Husserl (1992), "la fenomenología otorga un nuevo método descriptivo y una ciencia apriorística que se desglosa de él y que está destinada a suministrar el órgano fundamental para una filosofía rigurosamente científica" (p.52).

Este método fue empleado en el levantamiento de información primaria a través de la aproximación a la muestra seleccionada, posteriormente se aplicó la encuesta lo que permitió la descripción de resultados.

#### **9.1.2 Método hermenéutico.**

Consiste en la comprensión de todo texto cuyo sentido no sea inmediatamente evidente y constituya un problema, acentuado, por alguna distancia (histórica, psicológica, lingüística, etc.) que se interpone entre nosotros y el documento lo mencionan (Arraze, Calles, & Moreno de Tovar, 2006).

Por medio de este método se obtuvo fundamentos importantes para el levantamiento conceptual de terminología utilizado en el proyecto, además la investigación en estudios relacionados permitió la obtención de fundamentos importantes.

#### **9.1.3 Método práctico proyectual.**

El Método Práctico Proyectual pretende conseguir un máximo resultado con el mínimo esfuerzo. El método proyectual no es absoluto ni definitivo. Se puede cambiar el orden de alguna operación si se encuentran valores objetivos que mejoren el proceso. (Munari, 2013).

Este método permitió el levantamiento de un manual de procedimientos a través de la adaptación de un sistema de frenos de disco, para mayor seguridad y confort, recopilando datos relacionados a la tesis que ayudará a conseguir el objetivo planteado, obteniendo como resultado una mejora en el sistema de frenos.

## **9.2 Técnicas de investigación.**

### **9.2.1 La encuesta.**

La encuesta es una técnica de adquisición de información de interés sociológico, mediante un cuestionario previamente elaborado, a través del cual se puede conocer la opinión, expresión y valoración del sujeto seleccionado en una muestra sobre un tema dado. (Armando, 2016).

En la encuesta el encuestado lee previamente el cuestionario y responde por escrito, sin la intervención directa de persona alguna de los que colaboran en la investigación, por este motivo se realizara una base de preguntas claras y concretas del tema relacionado para no tener dificultad o problemas en el transcurso de la encuesta, dando de esta manera una respuesta más a las interrogantes que plantearemos.

### **9.2.2 La experimentación.**

La experimentación está integrada por un conjunto de actividades metódicas y técnicas que se realizan para recabar la información y datos necesarios sobre el tema a investigar. Su diferencia con los otros tipos de investigación es que el objetivo de estudio y su tratamiento dependen completamente del investigador, de las decisiones que tome para manejar su experimento. (Cevallos et al., 2017, p. 15).

Mediante la experimentación se procedió a tomar decisiones de trabajo para la elaboración del tema propuesto, utilizando métodos y técnicas necesarias, mediante el uso de herramientas, para la adaptación en el sistema, ayudando de esta manera a tener un resultado favorable.

### 9.3 Determinación del universo y la muestra a investigarse.

#### 9.3.1 Público Objetivo

La investigación del muestreo permitirá determinar la demanda actual de las modificaciones que se pretende realizar o realizan en la ciudad de Loja bajo la necesidad de seguridad y confort en el sistema de frenado, conocer las exigencias y necesidades de los propietarios de automotores y de los talleres para generar estrategias, pasos y procesos en la modificación del automóvil durante el periodo abril-agosto 2022

#### 9.3.2 Tamaño de la muestra

El público objetivo comprende a toda la ciudadanía dedicadas al área de mecánica automotriz de la ciudad de Loja, por motivos de falta de información brindada por el Municipio nos vimos en la necesidad de realizar una investigación personalizada, ya que se realizó visitas constantes al Municipio de Loja para obtener la recopilación de datos necesarios para nuestra investigación, lo que fue en vano porque no pudieron ayudarnos con dicha información, razón por la cual se optó por tomar esta decisión para continuar con nuestro trabajo recolectando información mediante la observación y visita a talleres mecánicos automotrices en diferentes puntos de la ciudad, con el fin de obtener información necesaria para la aplicación de la muestra mediante la adquisición de un mapa de la ciudad (véase en la sección de anexos).

**Primario:** Propietarios de talleres automotrices de la ciudad de Loja.

**Secundario:** Personas con poder adquisitivo que dispongan de un vehículo.

Para la extracción de la muestra se aplicó la fórmula según (Lind, Marchall, & Wathen, 2008) que a continuación se detalla:

**Fórmula:**

$$n = \frac{N * z^2 * P * Q}{[(N - 1) * E^2] + (z^2 * P * Q)}$$

**Datos:**

n = Tamaño de la muestra

N = Población (Loja)= 81

Z = Nivel de confianza = 1,96

P = Probabilidad de éxito. 50%

Q = Probabilidad de fracaso. 50%

E = Margen de error: 5% = 0,05

$$n = \frac{N * z^2 * P * Q}{[(N - 1) * E^2] + (z^2 * P * Q)}$$

$$n = \frac{81 * (1,96)^2 * 0,50 * 0,50}{[(81 - 1) * (0,05)^2] + ((1,96)^2 * 0,50 * 0,50)}$$

$$n = \frac{81 * 3,8416 * 0,50 * 0,50}{[81 * 0,0025] + (3,8416 * 0,50 * 0,50)}$$

$$n = \frac{77.7924}{0.2025 + 0.9604}$$

$$n = \frac{77.7924}{1.1629}$$

$$n = 66.89 = 67$$



## 9.4 Análisis de resultados

### 9.4.1 Elaboración de la encuesta

Para la realización de la encuesta se tomó un porcentaje de la población en este caso de los talleres autorizados de la ciudad de Loja los cuales realizan este tipo de modificaciones con lo que se pretende realizar las siguientes preguntas para la realización de la encuesta.

**9.4.1.1 Preguntas a ser realizadas.** Esta encuesta está dirigida a los propietarios de los talleres autorizados de mecánica automotriz en la ciudad de Loja.

### 9.4.2 Tabulación de resultados.

En la encuesta realizada se procedió a verificar y aclarar las interrogantes que se plantearon para obtener la factibilidad de un manual práctico de los resultados obtenidos a través de la encuesta.

### Tabulación de resultados de la Pregunta 1.

**Tabla 1.**

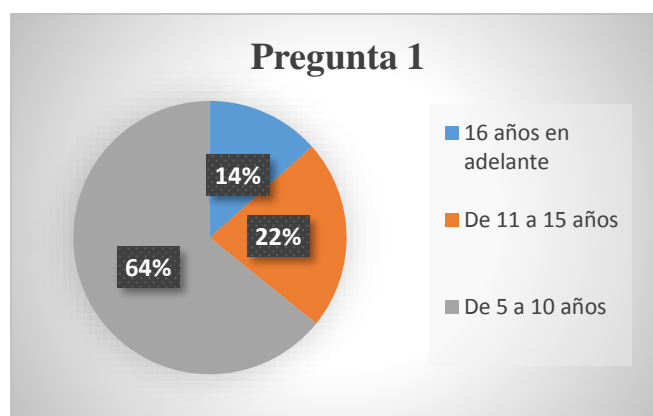
*Tiempo de variación y de desempeño de profesión.*

¿Qué tiempo se desempeña como mecánico profesional?		
Variable	Frecuencia	Porcentaje
De 5 a 10 años	43	64%
De 11 a 15 años	15	22%
16 años en adelante	9	14%
<b>TOTAL</b>	<b>67</b>	<b>100%</b>

*Nota:* Tabla desempeño de profesión, autores, 2022

**Figura 15**

*Tiempo de variación y de desempeño de profesión.*



*Nota.* Diagrama estudio de mercado, autores, 2022.

### Análisis cuantitativo

Del 100% de los propietarios de los talleres encuestados de la ciudad de Loja, el 64% representa una experiencia laboral entre 5 a 10 años, el 22% de 11 a 15 años se coloca con un porcentaje medio de los profesionales que tienen una trayectoria amplia, y el 14% tiene una experiencia laboral de 16 años en adelante.

### Análisis cualitativo

De acuerdo a los datos cuantitativos se puede afirmar que en totalidad la mayoría de las personas encuestadas tienen una experiencia laboral entre 5 a 10 años, lo que nos da como resultado su credibilidad y confianza en los resultados propuestos.

### Tabulación de resultados de la Pregunta 2.

**Tabla 2**

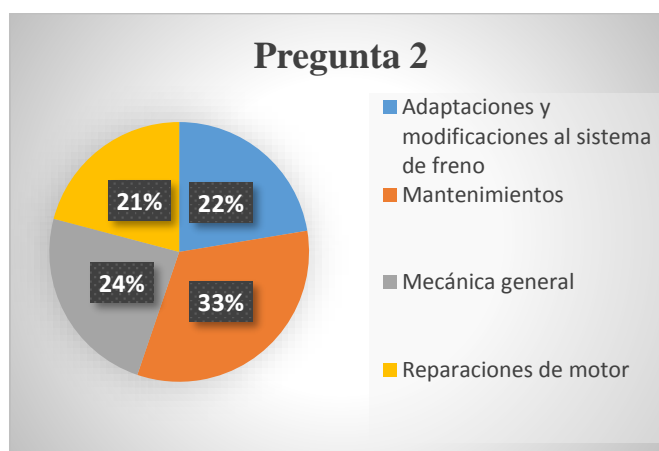
*Tipos de servicios que se realizan en los talleres mecánicos*

<b>¿Cuáles son los tipos de servicio que realiza en su taller?</b>			
<b>Variable</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	
Reparaciones de motor	14	21%	
Mantenimientos	22	33%	
Mecánica general	16	24%	
Adaptaciones y modificaciones al sistema de freno	15	22%	
<b>TOTAL</b>	<b>67</b>	<b>100%</b>	

*Nota: Tabla tipos de servicio, autores, 2022.*

**Figura 16**

*Tipos de servicios que se realizan en los talleres mecánicos.*



*Nota. Diagrama estudio de mercado, autores, 2022*

### Análisis cuantitativo

Del 100% de los propietarios de los talleres encuestados, el 33% realiza mantenimientos en sus talleres, el 24% realiza mecánica general, el 22% realiza adaptaciones y modificaciones al sistema de freno, y el 21 % realiza reparaciones de motor.

### Análisis cualitativo

Mediante los datos cuantitativos de la encuesta realizada, la mayoría de los propietarios de los talleres mecánicos, indica que laboran más en mantenimientos y mecánica general, dado que a diferencia mínima de los otros resultados otra cantidad realiza reparaciones de motor y adaptaciones y modificaciones al sistema de frenos.

### Tabulación de resultados de la Pregunta 3.

**Tabla 3.**

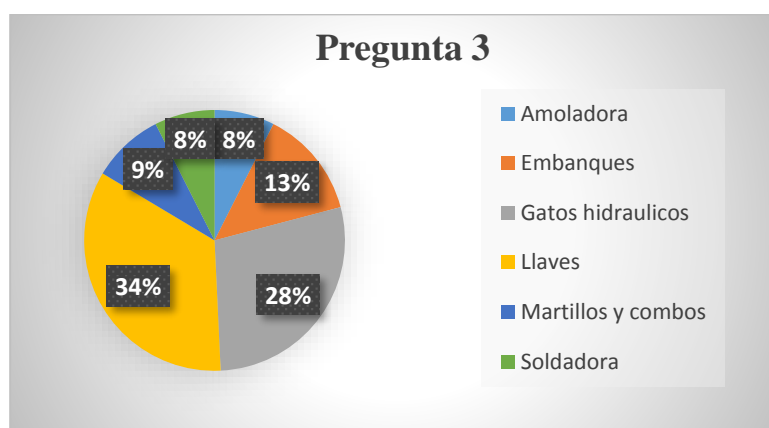
*Herramientas que utilizan más en los talleres mecánicos*

<b>¿Qué tipo de herramientas y equipos usted utiliza más en su taller?</b>		
<b>Variable</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Amoladora	5	8%
Embanques	9	13%
Gatos hidráulicos	19	28%
Llaves	23	34%
Martillos y combos	6	9%
Soldadora	5	8%
<b>TOTAL</b>	<b>67</b>	<b>100%</b>

*Nota:* Tabla tipo de herramientas, autores, 2022.

**Figura 17**

*Herramientas que utilizan más en los talleres mecánicos.*



*Nota.* Diagrama estudio de mercado, autores, 2022

### Análisis cuantitativo

Del 100% de los propietarios de los talleres encuestados de la ciudad de Loja, el 34% utiliza más herramientas lo que son llaves, el 28% utiliza gatos hidráulicos, el 13% utiliza embanques, el 9% martillos y combos, y el 8% utiliza equipos como son amoladoras y soldadoras

### Análisis cualitativo

Mediante los datos cuantitativos de la encuesta realizada, la mayoría de las personas utiliza más lo que son llaves en sus actividades al trabajo que realicen, seguido de embanques y gatos hidráulicos, y finalmente lo que son soldadoras y amoladoras que hacen de poco uso en sus talleres.

### Tabulación de resultados de la Pregunta 4.

**Tabla 4.**

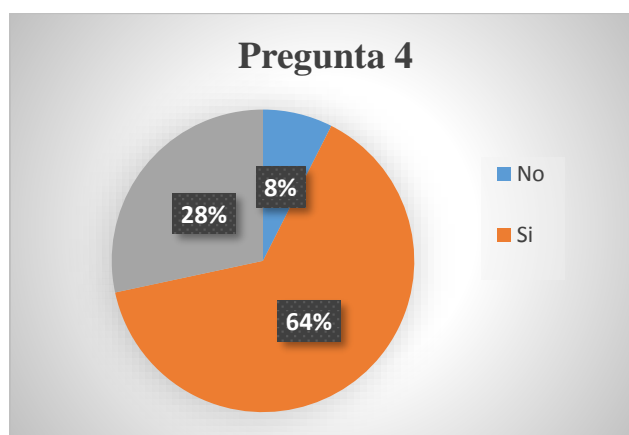
*Variación y porcentajes de cambio de sistema de frenos de tambor a disco*

<b>¿Usted realizaría la adaptación de un sistema de frenos de tambor a disco?</b>		
<b>Variable</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	43	8%
No	5	64%
Tal Vez	19	28%
<b>TOTAL</b>	<b>67</b>	<b>100%</b>

*Nota:* Tabla variación y porcentajes, autores, 2022.

**Figura 18**

*Variación y porcentajes de cambio de sistema de frenos de tambor a disco.*



*Nota.* Diagrama estudio de mercado, autores, 2022.

### Análisis cuantitativo

Del 100% de los propietarios de los talleres encuestados, el 64% de los propietarios realizarían una adaptación de un sistema de frenos de tambor a disco, el 28% opto por tal vez realizar dicha modificación y el 8% no realizaría la adaptación.

### Análisis cualitativo

Mediante los datos cuantitativos de la encuesta realizada, la mayoría de propietarios si realizarían la adaptación del sistema de frenos de tambor a disco.

### Tabulación de resultados de la Pregunta 5.

**Tabla 5.**

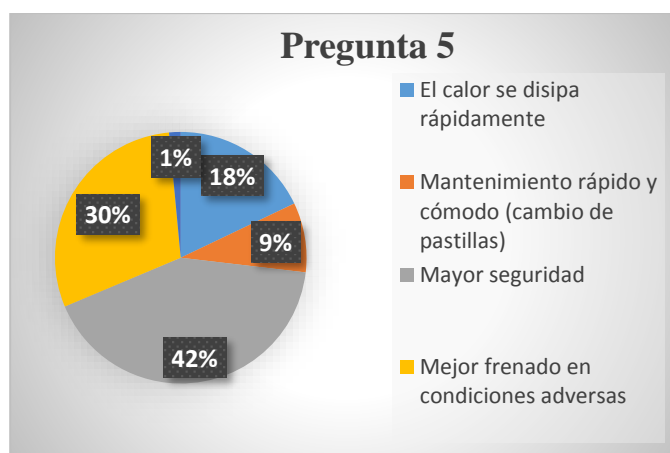
*Beneficios al modificar el sistema de tambor por disco.*

<b>¿Qué beneficios cree que se obtiene al realizar modificaciones y adaptaciones al sistema de frenos de un vehículo?</b>		
<b>Variable</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
El calor se disipa rápidamente	12	18%
Mantenimiento rápido y cómodo (cambio de pastillas)	6	9%
Mayor seguridad	28	42%
Mejor frenado en condiciones adversas	20	30%
Tienen menor peso	1	1%
<b>TOTAL</b>	<b>67</b>	<b>100%</b>

*Nota:* Tabla beneficios de la modificación, autores, 2022.

**Figura 19**

*Beneficios al modificar el sistema de tambor por disco.*



*Nota.* Diagrama estudio de mercado, autores, 2022

### Análisis cuantitativo

Del 100% de las encuestas realizada a los propietarios de los talleres mecánicos de la ciudad de Loja, el 42% menciona que se obtiene mayor seguridad con el cambio de frenos de tambor a disco, el 30% califico que se obtiene mejor frenado en condiciones adversas, el 18% respondió a que el calor se disipa rápidamente, el 9% respondió a que el mantenimiento es rápido y cómodo, y el 1% menciono que tienen menor peso.

### Análisis cualitativo

Mediante los datos del análisis cuantitativo, la mayoría de personas encuestadas respondieron a que se obtiene mayor seguridad en el sistema de frenos de disco, y mejor frenado en condiciones adversas.

### Tabulación de resultados de la Pregunta 6.

Tabla 6.

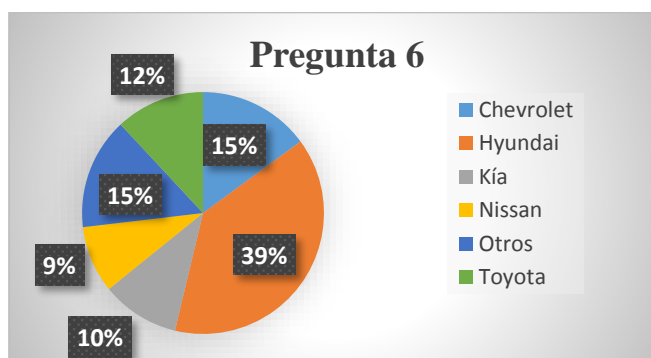
*Vehículos para la adaptación del sistema de frenos de disco.*

¿A qué tipo de vehículo realizaría la implementación de un sistema de freno de tambor a disco?		
Variable	Frecuencia	Porcentaje
Chevrolet	10	15%
Hyundai	26	39%
Kia	7	10%
Nissan	6	9%
Toyota	8	12%
Otros	10	15%
<b>TOTAL</b>	<b>67</b>	<b>100%</b>

*Nota:* Tabla vehículos para adaptación, autores, 2022

**Figura 20**

*Vehículos para la adaptación del sistema de frenos de disco.*



*Nota.* Diagrama estudio de mercado, autores, 2022

### Análisis cuantitativo

Del 100% de los propietarios de los talleres mecánicos de la ciudad de Loja, el 39% realizaría la adaptación a vehículos marca Hyundai, el 15% realizarían a vehículos marca Chevrolet, el 15 % a otras marcas, con el 12 % a los vehículos marca Toyota, el 10% a vehículos marca Kia y el 9% con la menor acogida a los vehículos Nissan.

### Análisis cualitativo

De acuerdo a los datos cualitativos, se puede afirmar que la mayor parte realizaría la adaptación de frenos de tambor a disco a vehículos marca Hyundai, siendo esta la mayor acogida de respuestas por los propietarios de talleres mecánicos de la ciudad de Loja.

### Tabulación de resultados de la Pregunta 7.

**Tabla 7.**

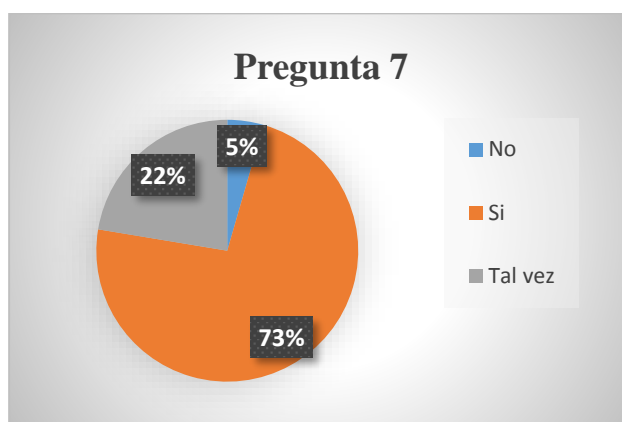
*Consideración para el uso del manual práctico.*

<b>¿Usted considera utilizar un manual práctico para realizar este tipo de modificaciones y adaptaciones al sistema de frenos?</b>		
<b>Variable</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	49	73%
No	3	5%
Tal vez	15	22%
<b>TOTAL</b>	<b>67</b>	<b>100%</b>

*Nota:* Tabla consideración de uso de manual, autores, 2022

**Figura 21**

*Consideración para el uso del manual práctico.*



*Nota.* Diagrama estudio de mercado, autores, 2022

### Análisis cuantitativo.

Del 100% de la encuesta realizada a los propietarios de los talleres mecánicos de la ciudad de Loja, el siguiente diagrama representa todos los porcentajes de la pregunta dada que 73% si aceptaría utilizar un manual práctico, el 22% respondió a que tal vez utilizaría un manual práctico, y el 5% no utilizaría un manual práctico.

### Análisis cualitativo

Según los datos del análisis cuantitativo de la encuesta realizada, la mayoría de propietarios de los talleres mecánicos de la ciudad de Loja, si aceptarían utilizar un manual práctico para realizar adaptaciones al sistema de frenos de tambor.

### Tabulación de resultados de la Pregunta 8.

**Tabla 8.**

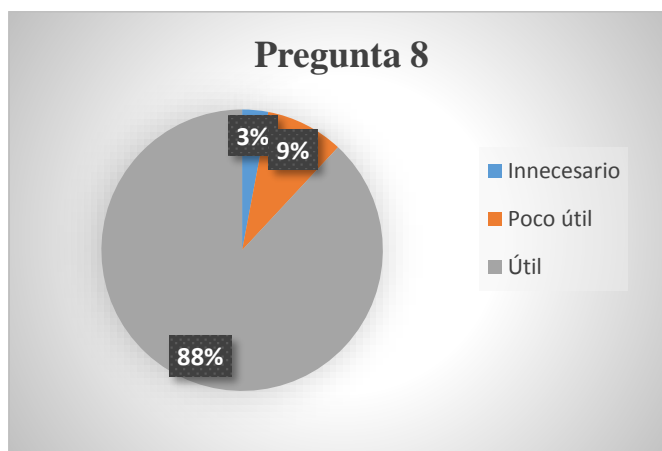
*Variación de acogida para utilizar el manual.*

<b>¿Cómo considera la utilización de un manual práctico para realizar este tipo de adaptaciones del sistema de freno?</b>		
<b>Variable</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Útil	59	88%
Poco Útil	6	9%
Innecesario	2	3%
<b>TOTAL</b>	<b>67</b>	<b>100%</b>

*Nota:* Tabla acogida para manual, autores, 2022

**Figura 22**

*Variación de acogida para utilizar el manual.*



*Nota.* Diagrama estudio de mercado, autores, 2022



### Análisis cuantitativo

Del 100% de los propietarios de los talleres encuestados de la ciudad de Loja, el 88% considera útil la utilización de un manual práctico, el 9% considera poco útil, y el 3% lo considera innecesario los cuales se representan en los datos del diagrama.

### Análisis cualitativo

Según datos del análisis cuantitativo de la encuesta realizada, la mayor parte de los propietarios de los talleres de la ciudad de Loja, considera útil la utilización de un manual práctico para realizar estas adaptaciones.

### Tabulación de resultados de la Pregunta 9.

**Tabla 9.**

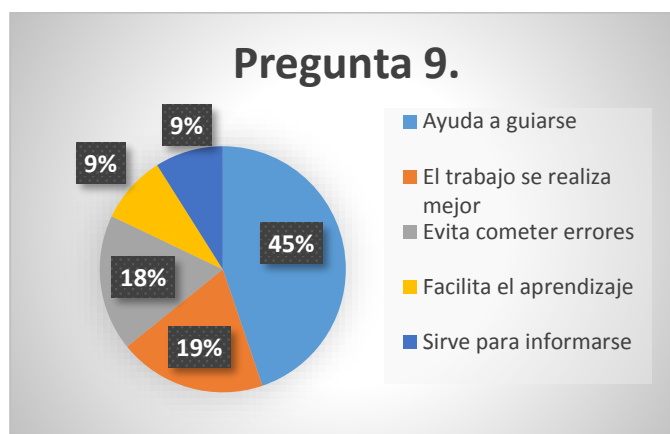
*Beneficios de obtención de un manual.*

¿Qué beneficios cree que se obtiene al tener un manual práctico?		
Variable	Frecuencia	Porcentaje
Ayuda a guiarse	30	45%
El trabajo se realiza mejor	13	19%
Facilita el aprendizaje	6	9%
Evita cometer errores	12	18%
Sirve para informarse	6	9%
<b>TOTAL</b>	<b>67</b>	<b>100%</b>

*Nota:* Tabla beneficios de manual, autores, 2022

**Figura 23**

*Beneficios de obtención de un manual.*



*Nota.* Diagrama estudio de mercado, autores, 2022

### Análisis cuantitativo

Del 100% de los propietarios encuestados de los talleres mecánicos de la ciudad de Loja, el 45% respondió que ayuda a guiarse al obtener un manual práctico, el 19% estima que los trabajos se realizan mejor, el 18% respondió a que evita cometer errores, y el 9% a que facilita el aprendizaje.

### Análisis cualitativo

Según los datos cuantitativos de la encuesta realizada, el mayor de los beneficios que se obtiene al tener un manual práctico, es que ayuda más a guiarse para que se pueda realizar dichas adaptaciones al sistema de frenos de tambor.

### Tabulación de resultados de la Pregunta 10.

**Tabla 10.**

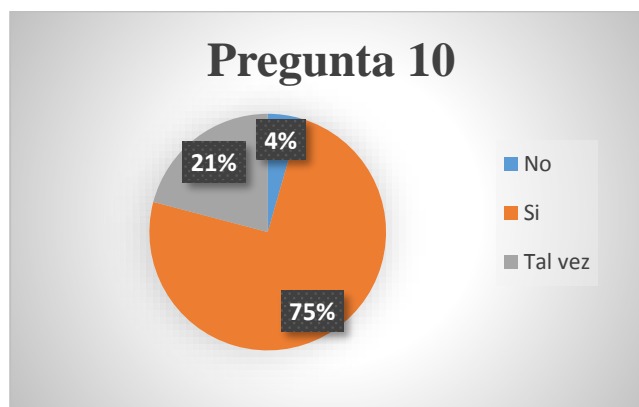
*Variación para la adquisición de manual para cambio de freno de tambor a disco.*

<b>¿Desearía adquirir un manual práctico para la modificación de un sistema de freno en un prototipo de vehículo Hyundai Accent año 2003?</b>		
<b>Variable</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	50	75%
No	3	4%
Tal vez	14	21%
<b>TOTAL</b>	<b>67</b>	<b>100%</b>

*Nota:* Tabla adquisición de manual, autores, 2022

**Figura 24**

*Variación para la adquisición de un manual*



*Nota.* Diagrama estudio de mercado, autores, 2022

**Análisis cuantitativo**

Del 100% de los propietarios de los talleres encuestados de la ciudad de Loja, el 75% si aceptaría adquirir un manual práctico para la modificación de un sistema de freno en un prototipo de vehículo Hyundai Accent 2003, el 21% respondió a que tal vez desearían adquirir un manual práctico, y el 4% a que no adquiriría un manual práctico.

**Análisis cualitativo**

Según los datos del análisis cuantitativo la mayoría de los propietarios de los talleres, si desearían adquirir un manual práctico para realizar dichas modificaciones, siendo la mayor opción respondida, para la realización de este proyecto.

## 12. Propuesta practica de acción.

### 12.1 Metodología de Diseño.

Este proceso sigue pasos de manera ordenada que se requiere con la finalidad de obtener una solución factible, en el cual se empleó la metodología de diseño por el autor Robert Norton redactada en su libro “Diseño de Maquinaria”, que involucran diferentes pasos que nos ayudan a cumplir con un buen diseño. (Norton, 2009).

**Figura 25**

*Metodología de diseño.*



*Nota.* Esquema metodología del diseño, autores, 2022.

#### **12.1.1 Identificación de la necesidad.**

Se requiere diseñar, adaptar e implementar un sistema de frenos de disco en la parte posterior de un vehículo HYUNDAI ACCENT 2003.

#### **12.1.2 Investigación preliminar**

Se basa a la presentación de fundamentos teóricos referente para el diseño e implementación del sistema de frenos, de igual forma se realizó una revisión del estado del arte de diferentes tesis de diversas Universidades, con proyectos en relación a adaptación y cambio de sistema de frenos donde presentan técnicas y análisis que realizaron con buenos resultados sirviendo de apoyo para el desarrollo del proyecto.

### ***12.1.3 Planteamiento de objetivo.***

El objetivo principal de este proyecto es diseñar e implementar un sistema de frenos de disco en un vehículo HYUNDAI ACCENT 2003 1.6, mediante el uso de herramientas computacionales y equipo industrial con el fin de mejorar el rendimiento del sistema de frenos, este sistema de frenos debe ser eficiente para la adaptación obteniendo una exitosa eficiencia durante las pruebas de manejo.

### ***12.1.4 Especificaciones de desempeño***

En este apartado se mencionan y detallan las funciones más importantes del sistema de frenos de disco, los mismos deben cumplir con normas de eficiencia y seguridad.

A continuación, se detallan las especificaciones de desempeño que debe cumplir dicho sistema:

- El sistema de frenos de disco deberá estar acoplado al eje posterior del vehículo.
- Los materiales que se utilizarán para la adaptación deberán estar disponibles en el mercado.
- El disco de freno que se utilizara no debe de tener medidas mayores a los 10 mm de grosor, ya que la mordaza debe de acoplarse correctamente con el disco.
- Las piezas diseñadas y construidas deberán estar acordes para el montaje del sistema.
- Las bases de los calipers deben de ser de fácil diseño y montaje.
- El sistema de freno no debe exceder el presupuesto que se ha establecido.
- El sistema de freno y la base de las mordazas, deben de soportar todas las cargas y fuerzas realizadas en el sistema.
- Para la adquisición de las mordazas se debe tener en cuenta el diámetro del disco de freno para que la sumatoria del disco y mordaza no exceda el diámetro del aro de la llanta.
- Para la adquisición de los discos se debe verificar su diámetro, grosor y debe contar con solo cuatro agujeros para el apriete del disco ya que, si es de más agujeros, no calzara el disco en la manzana del eje.
- Se deberá realizar una modificación a las cañerías que llegan a las mordazas del sistema, ya que se diferencia de las que tenia del tambor.

### 12.1.5 Desarrollo de cálculos y evaluación.

Cálculos aplicados al sistema de frenos. Para la realización de los cálculos se necesita las siguientes especificaciones del vehículo.

**Figura 26**

*Vehículo Hyundai Accent 2003.*



*Nota.* Ilustración vehículo Hyundai Accent, autores, 2022.

Para realizar los cálculos correspondientes al vehículo en el frenado, se procede a obtener primero los valores del mismo y las formular con su respectiva nomenclatura para poder basarse y definir sus valores como tal.

### Datos del vehículo Hyundai Accent 2003.

**Tabla 11.**

*Especificaciones del vehículo*

<b>Nomenclatura.</b>	<b>Descripción.</b>	<b>Magnitud.</b>	<b>Unidad.</b>
<b>H</b>	Altura del vehículo	1.39	M
<b>A</b>	Ancho del vehículo	1.62	M
<b>L</b>	Largo del vehículo	4.10	M
<b>m</b>	masa (vehículo + conductor)	$990+54 = 1044$	Kg

*Nota:* Tabla especificaciones del vehículo, autores, 2022

### Denominación utilizada en las fórmulas a ser realizadas.

**Tabla 12.**

*Denominación de las formulas*

<b>Nomenclatura.</b>	<b>Descripción.</b>	<b>Magnitud.</b>	<b>Unidad.</b>
<b>a</b>	Aceleración	16.67	m/s <sup>2</sup>
<b>lt</b>	Batalla (distancia entre ejes)	2.44	m
<b>W</b>	Peso del vehículo incluido el conductor	10,241.64	N
<b>g</b>	Gravedad de la tierra	9.81	m/s <sup>2</sup>

*Nota:* Tabla denominación de fórmulas, autores, 2022

### Denominación de las fuerzas encontradas en las ruedas.

Tabla 13.

Fuerzas encontradas en las ruedas.

Nomenclatura.	Descripción.	Magnitud.	Unidad.
<b>Fb</b>	Fuerza normal en el punto B.	1,633.32	N
<b>Mt</b>	Máximo torque	13.2/ 3000	Kg.m / rpm
<b>m<sub>neumático</sub></b>	Masa del neumático (valor dado en el catálogo de Maxxis de 175/65 R14)	7.2	Kg
<b>r<sub>dinámico</sub></b>	Radio dinámico dado por el catálogo para un aro de 14".	0.36	m
<b>lf</b>	Distancia del punto A al centro de gravedad.	1.21	m
<b>HcG</b>	Altura al centro de gravedad	0.31	m
<b>ufp</b>	Coefficiente de fricción en los neumáticos en pavimento	0.7	-
<b>ufh</b>	Coefficiente de fricción en los neumáticos en pavimento húmedo	0.4	-

Nota: Tabla fuerza de ruedas, autores, 2022

**12.1.5.1 Pruebas realizadas de distancia recorrida al momento de realizar el frenado.** Mediante la aceleración que se realiza al vehículo se obtiene la distancia recorrida del frenado, es por esta razón que durante todas las pruebas se empleó una velocidad de 60 km/h, las cuales nos daban un promedio de distancia de recorrido que oscilaban entre valores aproximados, los mismo que comprobamos mediante las fórmulas aplicadas.

#### Datos:

**df** = Distancia final de recorrido.

**Vo** = Velocidad inicial.

**Vf** = Velocidad final.

**a** = Aceleración.

**t** = Tiempo.

$$Vo = 60 \frac{km}{h} = \frac{1h}{3600 seg} = \frac{1000 m}{1 km} = Vo = 16.67 \frac{m}{seg}$$

### Pruebas en el sistema de tambor.

Durante las pruebas realizadas con el sistema de tambor se utilizó una  $V_o = 60$  km/h, el tiempo que utilizó el vehículo en detenerse es de  $t = 6$  seg. Con lo que se obtuvo la aceleración y la distancia de recorrido del vehículo.

$$V_f = V_o + at$$

$$at = -V_o + V_f = a = \frac{V_f - V_o}{t}$$

$$a = \frac{0 \text{ m/seg} - 16.67 \text{ m/seg}}{6 \text{ seg.}}$$

$$a = -2.78 \text{ m/seg}^2$$

### Fuerza obtenida del tambor en $F_x$ .

$$\epsilon F_x = m * a$$

$$\epsilon F_x = 1044 \text{ kg} * -2.78 \text{ m/s}^2$$

$$\epsilon F_x = -2,902.32 \text{ N.}$$

Después de obtener la aceleración se procedió a desarrollar la ecuación de la distancia de recorrido que tuvo el vehículo al momento del frenado.

$$d = \frac{V_f + V_o}{2} * t$$

$$d = \frac{0 \frac{\text{m}}{\text{seg}} + 16.67 \text{ m/seg}}{2} * (6 \text{ seg})$$

$$d = 50.01 \text{ m}$$

### Pruebas en el sistema de disco.

Durante las pruebas realizadas con el sistema de disco se utilizó una  $V_o = 60$  km/h, el tiempo que utilizó el vehículo en detenerse es de  $t = 4$  seg. Con lo que se obtuvo la aceleración y la distancia de recorrido del vehículo.



$$V_f = V_o + at$$

$$at = -V_o + V_f = a = \frac{V_f - V_o}{t}$$

$$a = \frac{0 \text{ m/seg} - 16.67 \text{ m/seg}}{4 \text{ seg.}}$$

$$a = -4.17 \text{ m/seg}^2$$

**Fuerza obtenida del disco en Fx.**

$$\epsilon F_x = m * a$$

$$\epsilon F_x = 1044 \text{ kg} * -4.17 \text{ m/s}^2$$

$$\epsilon F_x = -4,353.48 \text{ N.}$$

Despues de obtener la aceleración se procedio a desarrollar la ecuación de la distancia de recorrido que tuvo el vehiculo al momento del frenado.

$$d = \frac{V_f + V_o}{2} * t$$

$$d = \frac{0 \frac{\text{m}}{\text{seg}} + 16.67 \text{ m/seg}}{2} * (4 \text{ seg})$$

$$d = 33.34 \text{ m}$$

**Sumatoria de fuerzas en Fy.**

$$\epsilon F_y = m * g$$

$$\epsilon F_y = 1044 \text{ kg} * 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$\epsilon F_y = 10,241.64 \text{ N.}$$

**Sumatoria de fuerza de aceleración.**

$$\Delta F_a = \frac{a * m * h}{lt}$$

$$\Delta F_a = \frac{16.67 \text{ m/s}^2 * 1044 \text{ kg} * 0.31 \text{ m}}{2.44 \text{ m}}$$

$$\Delta F_a = \frac{5,395.07 \text{ N} * \text{m}}{2.44 \text{ m}}$$

$$\Delta F_a = 2,211.098 \text{ N.}$$

**Fuerza de frenado máximo con neumáticos en pavimento.**

$$F_{fmax} = P * \mu_{fp}$$

$$F_{fmax} = 10,241.64 \text{ N} * 0.7$$

$$F_{fmax} = 7,169.148 \text{ N}.$$

**Fuerza de frenado máximo con neumáticos en húmedo.**

$$F_{fmax} = P * \mu_{fn}$$

$$F_{fmax} = 10,241.64 \text{ N} * 0.4$$

$$F_{fmax} = 4,096.66 \text{ N}$$

**Fuerza normal en el punto B.**

$$F_b = \frac{-\frac{1}{2} m_{\text{neumático}} * (r_{\text{dinámico}})^2 - m * a * h + m * g * lf}{lt}$$

$$F_b = \frac{-(7.2 \text{ kg} * 0.34^2) - (1044 \text{ kg} * 16.67 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 0.31 \text{ m}) + (1044 \text{ kg} * 9.81 \text{ m/s}^2 * 1.21 \text{ m})}{2.44 \text{ m}}$$

$$F_b = \frac{-0.83 \text{ kg} - (5,395.07 \text{ kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}) + (12,392.38 \text{ kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2})}{2.44 \text{ m}}$$

$$F_b = \frac{6,996.48 \text{ kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{2.44 \text{ m}}$$

$$F_b = 2,867.41 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F_b = 2,867.41 \text{ N}$$

**Comparación de resultados.**

Con el fin de aclarar la diferencia que existe entre las fuerzas del sistema de tambor con la del disco, se verifica que la fuerza realizada por el tambor al momento de realizar el frenado tiene una fuerza de  $\epsilon F_x = -2,902.32 \text{ N}$  y mediante el sistema de disco tiene una fuerza de  $\epsilon F_x = -4,353.48 \text{ N}$ , en donde se comprueba que tiene una efectividad de frenado de  $F = -1,4510.16 \text{ N}$ , mucho más eficiente que la del tambor.

Adicional se realizó pruebas de velocidad de 60km/h, en el sistema de tambor y de disco, teniendo una distancia en las pruebas que variaba entre 6 cm a 9 cm en cada una de ellas, con lo que se pudo verificar la eficiencia que tiene el frenado de disco en comparación a la del tambor, existiendo una variación del sistema de tambor con una distancia de frenado  $d= 50.01$  m y la del disco con una distancia de frenado  $d= 33.34$  m, es por esta razón que tiene una mejoría en el distanciamiento de frenado  $d= 16.67$  m, con lo que se comprueba que el sistema de disco tiene una mejor eficiencia de frenado en el vehículo Hyundai Accent.

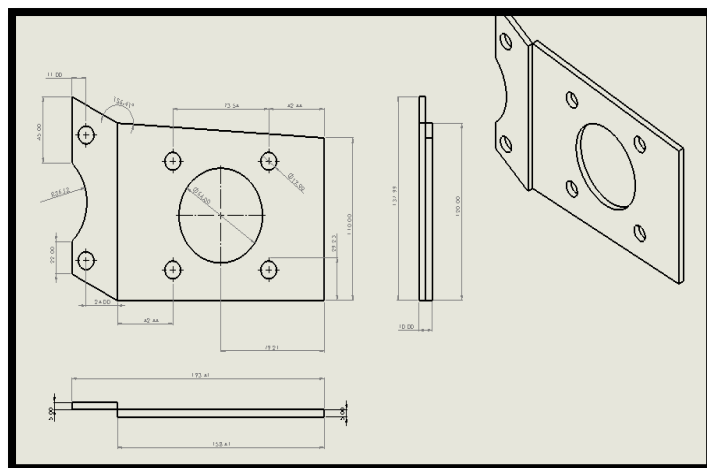
### 12.1.6 Ideación e invención.

Crear, inventar e innovar teniendo como factor principal la Creatividad; ya que es la capacidad humana de lograr generar una idea útil y original para luego llevarla a la realidad y evaluarla.

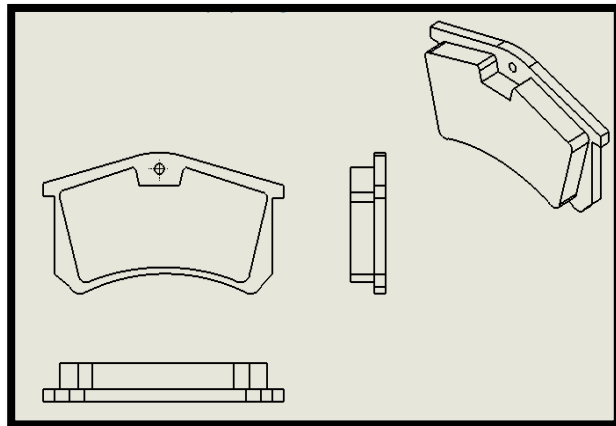
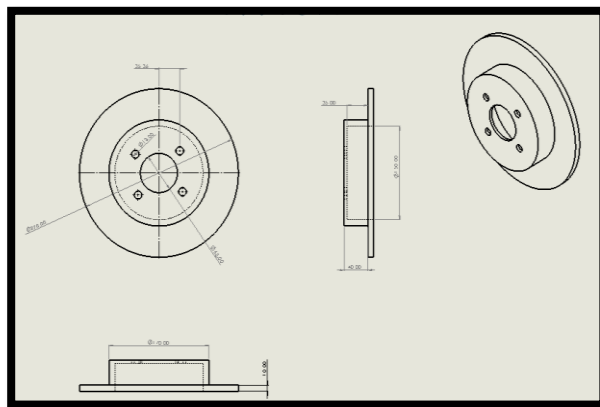
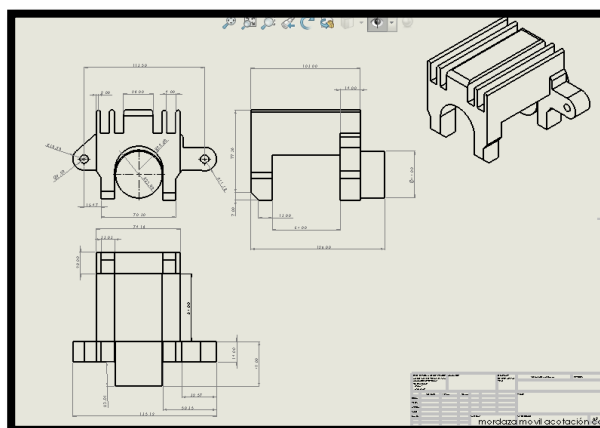
**12.1.6.1 Creación de bosquejos a mano.** Para la creación de la base se crearon algunos bosquejos a mano, con el fin de crear líneas, perfiles y trazos de algunas piezas que serán de acople en el sistema. (Véase en figura 28, 29 y 30)

**Figura 27**

*Bosquejo de base de los calipers.*



*Nota.* Bosquejo en Solidword, autores, 2022.

**Figura 28***Bosquejo de la pastilla de freno.**Nota.* Bosquejo en Solidword, autores, 2022.**Figura 29***Bosquejo de disco freno.**Nota.* Bosquejo en Solidword, autores, 2022.**Figura 30***Bosquejo de mordaza móvil.**Nota.* Bosquejo en Solidword, autores, 2022.



	Espesor: 108mm	Espesor: 10mm	Espesor: 27mm
<b>Descripción</b>	<b># de orificios:</b> 5	<b># de orificios:</b> 4	<b># de orificios:</b> 5
	<b>Tipo de disco de freno:</b> Macizo	<b>Tipo de disco de freno:</b> Macizo	<b>Tipo de disco de freno:</b> Ventilado

*Nota.* Tabla concepto de solución, autores, 2022.

Los criterios para la ponderación de la matriz de decisión son los siguientes:

- **Disponibilidad:** Facilidad de adquisición del disco en el mercado
- **Espacio:** Debe evitar que exista interferencia con la mordaza
- **Costo:** Debe ser accesible
- **Eficacia:** Debe ser seguro y preciso al momento de accionar el freno.

**Tabla 14.**

*Matriz de decisión para la selección de disco de freno.*

	<b>DISPONIBILIDAD</b>	<b>ESPACIO</b>	<b>COSTO</b>	<b>EFICACIA</b>	<b>RANGO</b>
<b>Factor de ponderación</b>	0.25	0.20	0.25	0.30	1
<b>DISCO BOSH</b>	7 1.75	6 1.2	5 1.25	9 2.7	6.9
<b>DISCO PHC</b>	9 2.25	9 1.80	8 2	9 2.7	8.75
<b>DISCO ABS</b>	6 1.5	7 1.4	7 1.75	9 2.7	7.35

*Nota.* Tabla Matriz de decisión, autores, 2022.

De esta manera al haber seleccionado y ponderado los factores ilustrados en la tabla, se observa que el disco PHC es la mejor opción mediante los criterios de disponibilidad, espacio, costo y eficacia antes mencionados.

### **Concepto de solución para selección de calipers (mordazas)**


La función de los calipers es transmitir la fuerza que genera el conductor al accionar el pedal de freno, hacia los elementos de fricción como la pastilla y el disco de freno por lo que es necesario utilizar unos calipers que se adapten a las dimensiones

para el diseño de la base, y evite ocupar demasiado espacio y roce en cada uno de los aros de las rueda posteriores.

Se seleccionó la mordaza de la marca ECO Brakes, ya que son apropiadas en peso y medidas y adaptables para realizar este tipo de modificaciones.

**Tabla 15.**

*Concepto de solución para la mordaza de freno.*

Denominación	Especificaciones
	<p><b>Dimensión para el disco:</b> 235-252</p> <p><b>Número de pistones de caliper:</b> 1</p> <p><b>Material:</b> Acero</p> <p><b>Peso:</b> 0,41 Kg</p>

*Nota.* Tabla concepto de solución, autores, 2022.

### **Concepto de solución para la selección del material de la base para los calipers.**

Los siguientes conceptos de solución son los siguientes:

- **Concepto 1:** Acero ASTM A36
- **Concepto 2:** Acero al carbono SAE 1045
- **Concepto 3:** Acero inoxidable AISI 304

**Tabla 16.**

*Conceptos de solución para la selección del material para la base de mordaza.*

Concepto de solución	Acero ASTM ASTM A36	Acero al carbono SAE 1045	Acero inoxidable AISI 304
<b>Descripción</b>	<i>Resistencia a la tracción mínima:</i> 400MPa	<i>Resistencia a la tracción mínima:</i> 655MPa	<i>Resistencia a la tracción mínima:</i> 585MPa
	<i>Limite elástico:</i> 250MPa	<i>Limite elástico:</i> 372MPa	<i>Limite elástico:</i> 195MPa
	<i>Densidad:</i> 7850 kg/m <sup>3</sup>	<i>Densidad:</i> 7850 kg/m <sup>3</sup>	<i>Densidad:</i> 7930 kg/m <sup>3</sup>

*Nota.* Tabla concepto de solución, autores, 2022.

Los siguientes criterios para la matriz de decisión son los siguientes:

- Disponibilidad: La factibilidad para adquirir el material
- Mecanizado: Debe ser fácil de mecanizar
- Costo: Debe ser accesible
- Eficacia: Debe ser de mejor resistencia

**Tabla 17.**

*Matriz de decisión para la selección de material para la base de mordaza.*

	<b>Disponibilidad</b>	<b>Mecanizado</b>	<b>Costo</b>	<b>Eficacia</b>	<b>Rango</b>
<b>Factor de ponderación</b>	0.30	0.25	0.20	0.25	1
<b>Acero al carbono SAE 1045</b>	9 2.70	9 2.25	8 1.6	9 2.25	8.3
<b>Acero ASTM A36</b>	7 2.1	7 1.75	6 1.2	8 2	7.5
<b>Acero inoxidable AISI 304</b>	9 2.70	8 2	6 1.2	8 2	7.9

*Nota.* Tabla Matriz de decisión, autores, 2022.

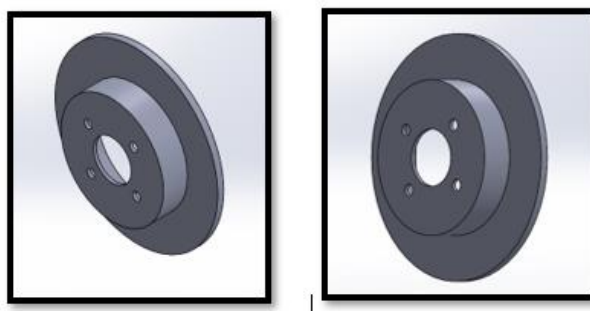
### **12.1.8 Modelos CAD de los elementos seleccionados.**

En esta sección mediante el programa de diseño SolidWorks se procede a realizar el modelado de los elementos seleccionados que se acoplan al sistema de frenos. A continuación, en la figura 44, 45 y 46 se indican los diseños de las pastillas, disco de freno y calipers de acuerdo a las medidas del fabricante.

**Figura 32**

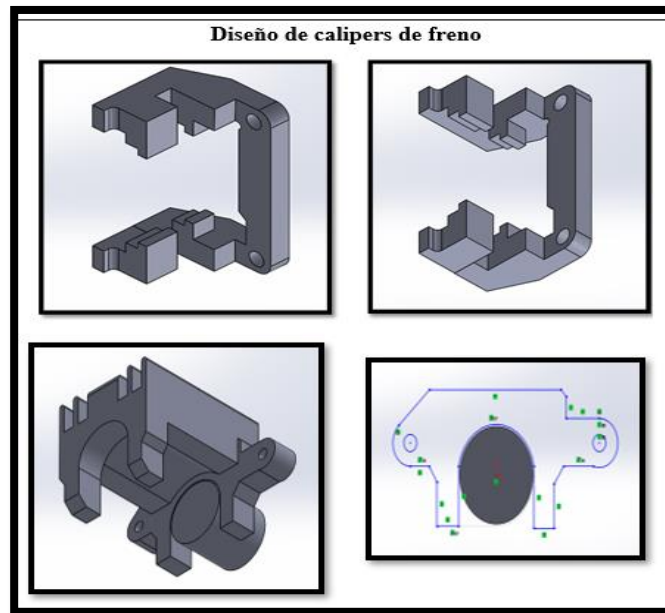
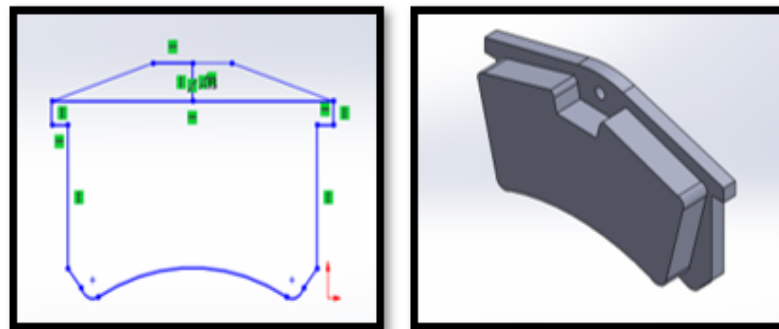
*Diseño en SolidWorks del disco de freno.*

**Diseño del disco de freno de la marca PHC**



*Nota.* Ilustración del diseño en Solidworks, autores, 2022.

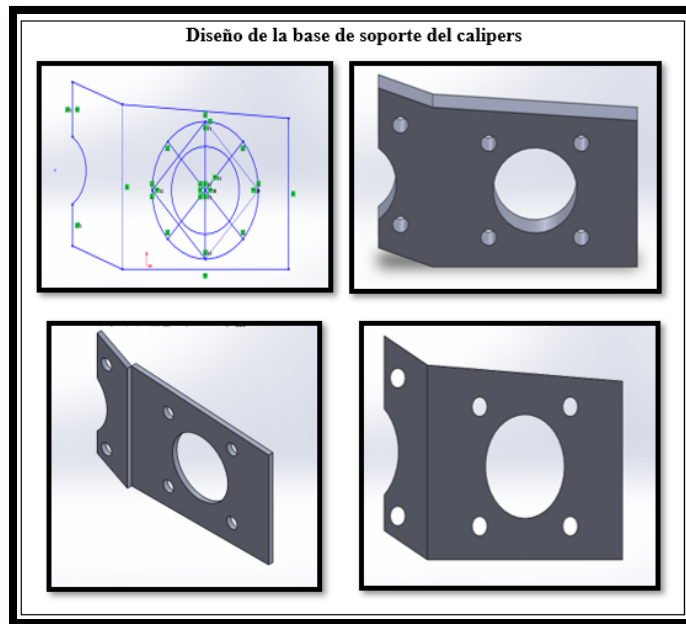


**Figura 33***Diseño en SolidWorks del calipers de freno**Nota.* Ilustración del diseño en solidworks, autores, 2022.**Figura 34***Diseño en SolidWorks de pastilla de freno***Diseño de pastilla de freno***Nota.* Ilustración del diseño en solidworks, autores, 2022.**12.1.9 Diseños CAD de las bases de sujeción del sistema de freno.**

En el diseño de las bases se tomó en cuenta el espacio que debe ocupar para la sujeción de los calipers, la dimensión de los orificios para los pernos para la sujeción en la mangueta de rueda. Véase en la figura 44.

**Figura 35**

*Diseño en SolidWorks de base de soporte.*



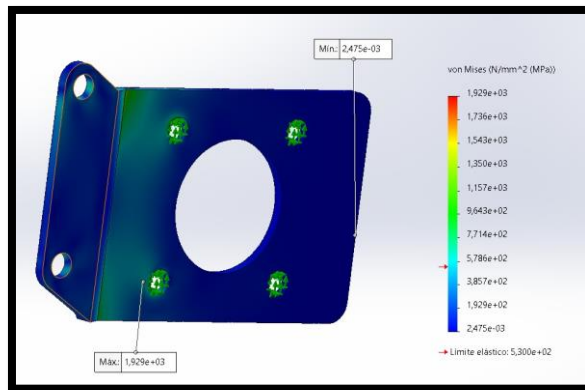
*Nota.* Ilustración del diseño en solidworks, autores, 2022.

**12.1.9.1 Análisis por elementos finitos de los diseños CAD para las bases de sujeción de las mordazas.** Con la ayuda de nuestro director de proyecto Ing. Wilson Paul Medina Toledo y mediante el uso del software de ingeniería SolidWorks para el análisis por elementos finitos de la base de la mordaza de frenos se considera el peor de los escenarios donde el vehículo se le aplica los mayores esfuerzos generados durante un par de frenado.

Se considera una convergencia de solución del 6% con lo cual se aplica un mallado de 0.85mm con un factor de seguridad de 1.5, teniendo en cuenta el límite de elasticidad del acero al carbono SAE 1045 es de 530Mpa. Aplicando dicho factor de seguridad se obtiene que el esfuerzo permisible que no debe sobrepasar es de 533.33 Mpa.

**Figura 36**

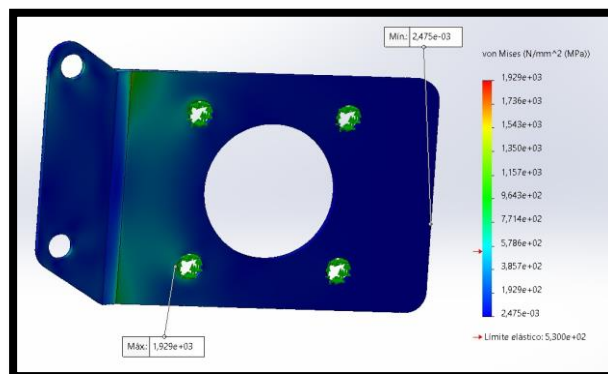
*Análisis por elementos finitos de las bases.*



*Nota.* Ilustración del diseño en solidworks, autores con ayuda del Ing. Paul Medina, 2022.

**Figura 37**

*Análisis por elementos finitos de las bases.*



*Nota.* Ilustración del diseño en Solidworks, autores con ayuda del Ing. Paul Medina, 2022.

### **Análisis de resultados de las bases.**

- Se obtuvo una deformación máxima de 0,00679mm ubicada en la sujeción de la mordaza, este valor es despreciable ya que no llega a afectar el cuerpo de la base.
- La tensión máxima generada de Von Mises es de 1,929 Mpa lo que permite un factor de seguridad propuesto anteriormente de 1.5 evitando la ruptura de la base.

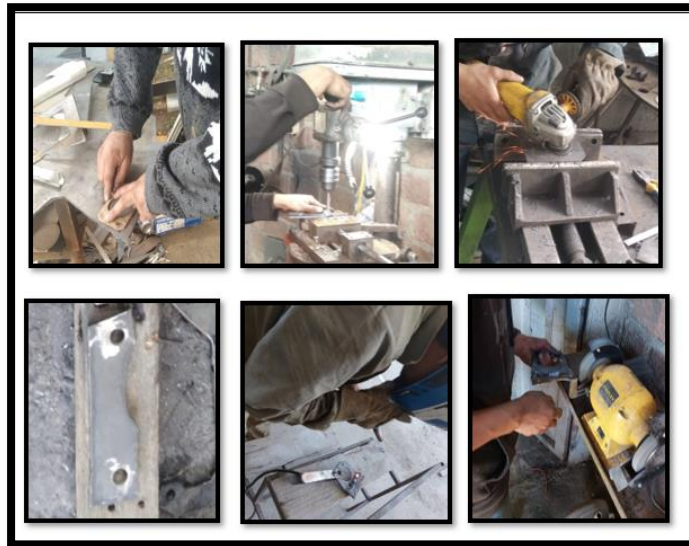
### **12.2 Construcción de la base**

Como se detalla en la matriz de decisión de la tabla 15, la mejor opción de selección del material para realizar la base, ya que este tipo de material factible, económico y accesible en el mercado.

Mediante los diseños en SolidWorks se procede a la construcción de la base, para lo cual se utiliza una plancha de acero al carbono SAE 1045 de 400mm de ancho por 50 de largo con un espesor de 6mm, tomando en cuenta las medidas y dimensiones de la pieza diseñada. En la figura 47 se muestra el proceso inicial de desarrollo de las bases.

**Figura 38**

*Proceso de elaboración de la base.*



*Nota.* Ilustración del proceso del base de mordaza, autores, 2022.

### **12.2.1 Instalación del sistema**

En esta sección se muestra el montaje e instalación del sistema de frenos de disco a las ruedas posteriores del vehículo utilizando los prototipos construidos (bases) y las piezas seleccionadas para la adaptación. Véase en figura 48, y 49)

**Figura 39**

*Instalación de las bases.*



*Nota.* Ilustración del proceso realizado del sistema de frenos, autores, 2022.

**Figura 40**

*Sistema de frenos de disco instalado.*



*Nota.* Ilustración del proceso realizado del sistema de frenos, autores, 2022.

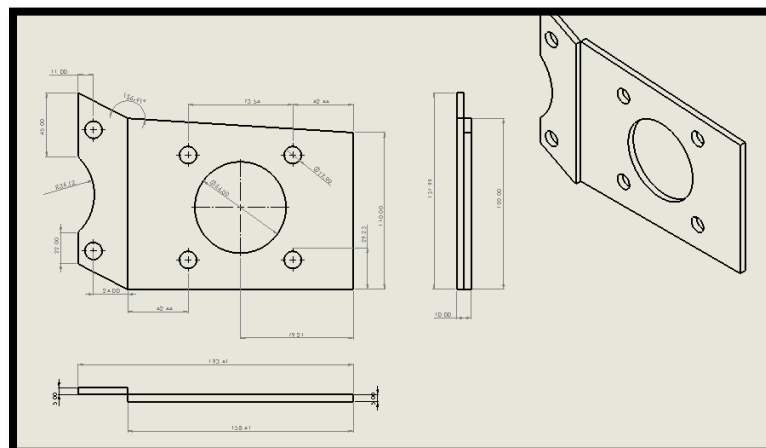
## 12.3 Creación de prototipos y pruebas

### 12.3.1 Planos de la base de los calipers

Obtenido el diseño se crea el prototipo el cual será puesto a prueba y se realizará los cambios respectivos al diseño conforme se vaya realizando las pruebas, para obtener como resultado un sistema de freno acorde al vehículo cumpliendo lo requerido en la investigación.

**Figura 41**

*Planos de la base.*



*Nota.* Ilustración del diseño en solidworks, autores, 2022.

## 13. Elaboración del manual

### 13.1 Introducción.

El presente manual se basa a la construcción, elaboración y procesos a realizar para la adaptación de un sistema de freno de disco por tambor.

Un manual es el que contiene de forma ordenada información y/o instrucciones de procedimientos de distintas operaciones que se ejecutan de manera precisa, permitiendo así contribuir a los objetivos propuestos.

A continuación, se detalla en la siguiente guía pasos para el cambio y adaptación de un sistema de frenos de tambor a frenos de disco, ejecutados en un vehículo Hyundai Accent 2003.



*Nota.* Imagen del vehículo Hyundai Accent, autores, 2022.

### 13.2 Objetivo

Elaborar un manual práctico para la implementación de un sistema de frenos de disco trasero aplicado a un vehículo marca Hyundai modelo Accent 2003 para la carrera de mecánica automotriz.

### 13.3 Diseño metodológico

#### 13.3.1 Introducción

El presente capítulo se basa en la elaboración de un manual práctico de un sistema de freno posterior, de un vehículo sedan, donde se aplicara la metodología de encuesta, experimentación y diseño, con el propósito de desarrollar el proyecto de una manera ordenada, a la vez indicando la selección de materiales y elementos a utilizar en la adaptación del sistema.

También se utilizara herramientas y equipos para el ensamble del sistema, con lo que se realizara cálculos y análisis, procediendo con la respectiva construcción del



sistema, dando así un orden y énfasis al manual el cual aplicara los pasos o procesos que sea necesario para un buen funcionamiento del sistema.

Finalmente se realizara pruebas dinámicas que determine la valides y fiabilidad del sistema pretendiendo dar un mejor enfoque al manual, con lo que se lograra la eficacia en el frenado realizado por la adaptación del nuevo sistema de frenos.

#### 13. 4 Elaboración de la guía

En la siguiente sección que se da a continuación se detalla los procesos realizados para la adaptación del sistema de frenos de disco, el cual conlleva varios pasos para la realizar los cuales son los siguientes:

1. Elevamos el vehículo y procedemos a retirar las ruedas posteriores.



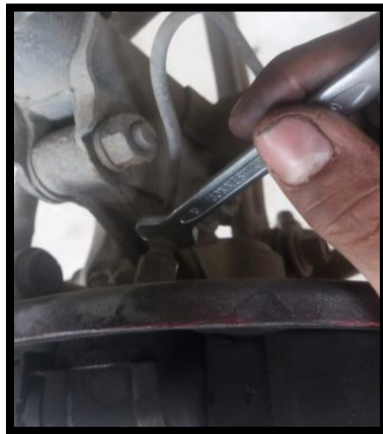
2. Se procede a retirar los tambores de freno.



3. Retiramos las tuercas del centro que sujetan en el eje de la manzana y seguidamente retiramos las manzanas.



4. Retiramos la cañería del líquido de frenos que conecta al cilindro del freno tapando el orificio, para evitar fuga del líquido.



5. Retiramos los 4 pernos de la base que contiene los accesorios del freno de tambor y retiramos el plato de freno.

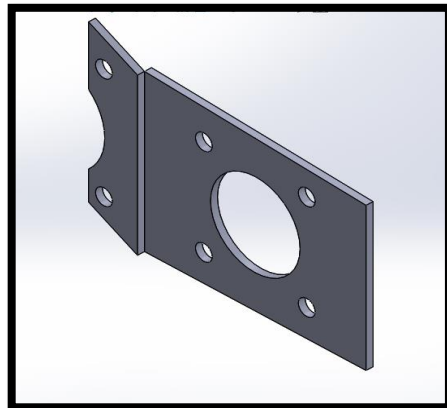
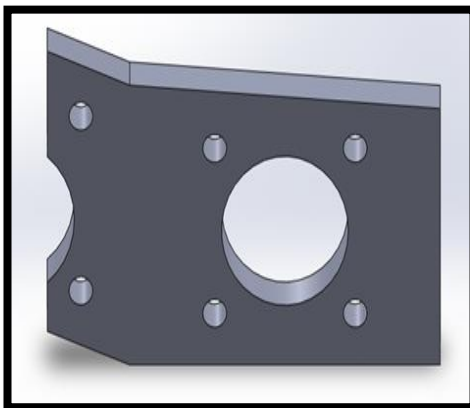




6. Se verifica la colocación del disco para constatar que el disco es el correcto y no rose ninguna de las partes



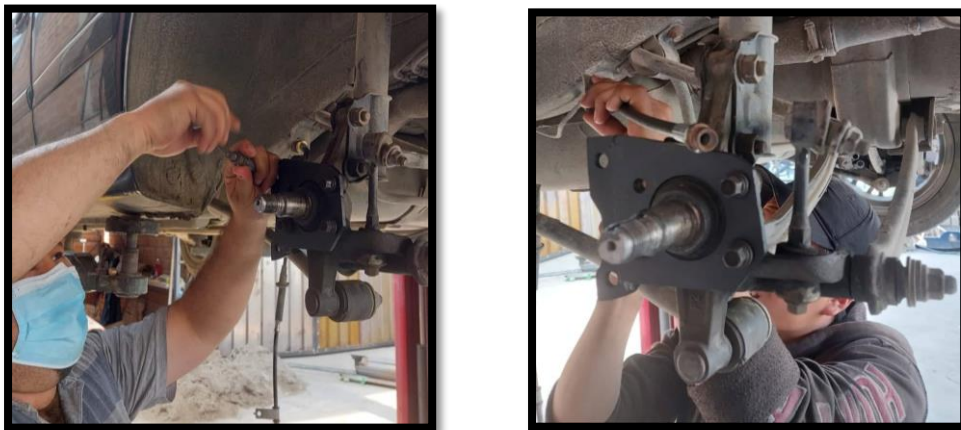
7. Se realiza un bosquejo en el programa Solidworks para la elaboración de la base.



8. Ya obtenido el molde procedemos a realizar las mediciones correspondientes en el materia que fue una plancha de acero al carbono de 6 mm, la misma que realizamos el rayado y procedimos a cortar, luego de cortar se procede a esmerilar el contorno de las piezas con lo que se procede a verificar en la base con el respectivo eje verificando su medida.



9. Una vez elaborada la pieza procedemos a colocarlo en la ele de la mangueta



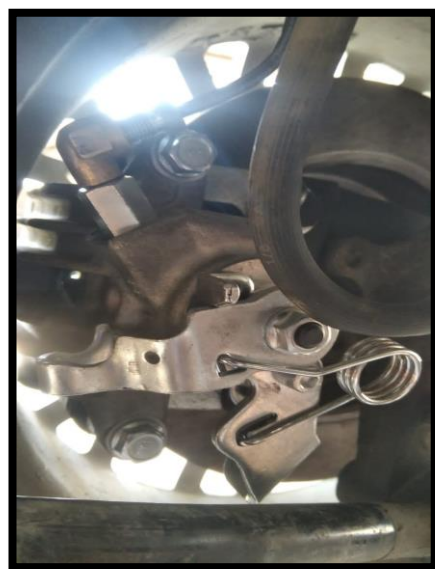
10. Una vez colocada la base se procede a montar el disco de freno, seguidamente colocamos los calipers y pastillas de freno



11. Se realiza la instalación de la cañería de líquido de frenos en las mordazas.



12. Finalmente montamos la rueda y se verifica que no haya ningún roce con el aro y mordaza.



#### **14. Conclusiones.**

- A través de la recopilación bibliográfica y fundamentos teóricos, se logró obtener información sustentable para realizar el cambio de frenos de tambor a disco, ya que la investigación para este proyecto brindó los conocimientos, métodos y buenas ideas para realizar este tipo de trabajos en el área de mecánica automotriz.
- Con la aplicación de la encuesta a propietarios de talleres automotrices de la ciudad Loja, se obtuvo un grado de aceptación para el uso de manuales prácticos basados en adaptaciones del sistema de frenos posteriores, siendo una iniciativa para la elaboración del manual, con lo que ayudara a guiar propietarios y técnicos de mecánica automotriz.
- El uso de herramientas y equipos automotrices es fundamental para realizar este tipo de trabajos, siendo de mucha importancia y de gran ayuda donde se obtiene mayor habilidad y seguridad para efectuar este tipo de trabajos.
- Se realizó pruebas de distancia de frenado antes y después de la adaptación del sistema de frenos posteriores, donde se aplicó una serie de cálculos lo que dio como resultados acordes y satisfactorios con el nuevo sistema de frenos de disco, donde se logró obtener un mejor rendimiento en el frenado.

## 15. Recomendaciones

- Se debe realizar una recopilación de datos para obtener mayor información y precisión al momento de realizar la implementación del sistema en el vehículo, para así evitar problemas y fallas al momento de realizar estos trabajos.
- Usar equipos de protección personal en el área de trabajo, para poder así evitar algún accidente en el taller.
- Escoger material de calidad, para realizar las bases de sujeción de las mordazas, también diseñar en programas computacionales las piezas que se vayan a utilizar para ejecutar un buen diseño y medidas precisas, en la elaboración de las piezas deseadas.
- En base a la elaboración del proyecto se recomienda realizar el ajuste o torque correctamente, evitando de esta manera fisuras o daños en el sistema.
- Para este tipo de modificaciones y trabajos se recomienda tener herramientas y equipos necesarios, ya que ayudan a disminuir el tiempo de trabajo y aumenta la eficiencia del taller.

## 16. Bibliografía.

- Aguaiza Salto, E. G. (10 de 07 de 2021). *Análisis de la eficacia del sistema de frenos de un vehículo Datsun 1200 año 1972 al modificar el sistema original de tambor por uno de disco en las cuatro ruedas*. Obtenido de Análisis de la eficacia del sistema de frenos de un vehículo Datsun 1200 año 1972 al modificar el sistema original de tambor por uno de disco en las cuatro ruedas: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21073/1/UPS-CT009262.pdf>
- Anita, J. O. (18 de 01 de 2015). *CIUDAD DE LOJA (EL ENTORNO EN QUE VIVO)*. Obtenido de CIUDAD DE LOJA (EL ENTORNO EN QUE VIVO): <https://anitagatita16.wordpress.com/2015/01/18/ciudad-de-loja-el-entorno-en-que-vivo/>
- Armando, R. (16 de 08 de 2016). *Métodos y técnicas de investigación*. Obtenido de Métodos y técnicas de investigación: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/48130436/Metodos\\_y\\_tecnicas\\_de\\_investigacion\\_\\_GestioPolis-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1657143182&Signature=W3v6VMk9kzkwkZVhw9gljeqYbMVENiwX-XcPnHcNicHMsDSL7fmEHgas1MM9sGI74GyNuY3BfGaoWS5aDgL48DQ1HJdEL5Hh-8u7vDFvVwtY](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/48130436/Metodos_y_tecnicas_de_investigacion__GestioPolis-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1657143182&Signature=W3v6VMk9kzkwkZVhw9gljeqYbMVENiwX-XcPnHcNicHMsDSL7fmEHgas1MM9sGI74GyNuY3BfGaoWS5aDgL48DQ1HJdEL5Hh-8u7vDFvVwtY)
- Chávez, Cesar (2016). Análisis finito del calor generado en un sistema de frenos de tipo de tambor. Culcyt//Automotriz <http://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/1440/1269>
- Crónica, D. (05 de 07 de 2021). *Parque automotor de Loja crece a ritmo acelerado*. Obtenido de Parque automotor de Loja crece a ritmo acelerado: <https://cronica.com.ec/2021/07/05/parque-automotor-de-loja-crece-a-ritmo-acelerado/>
- Group, F. L. (20 de 06 de 2019). *Fallas mecánicas que causan accidentes de autos*. Obtenido de Fallas mecánicas que causan accidentes de autos: [http://www.norcalinjurylawcenter.com/spanish\\_blog/fallas-mecanicas-que-causan-accidentes](http://www.norcalinjurylawcenter.com/spanish_blog/fallas-mecanicas-que-causan-accidentes)
- Gobierno Autónomo de Loja (2016) Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la ciudad de Loja. Recuperado de

[https://www.loja.gob.ec/files/image/LOTAIP/2020/plan\\_de\\_desarrollo\\_y\\_ordenamiento\\_territorial\\_del\\_canton\\_loja\\_-\\_sociabilizacion\\_del\\_documento.pdf](https://www.loja.gob.ec/files/image/LOTAIP/2020/plan_de_desarrollo_y_ordenamiento_territorial_del_canton_loja_-_sociabilizacion_del_documento.pdf)

Juárez Mau, M. p. (11 de 06 de 2020). *Frenos de disco vs. frenos de tambor: diferencias y ventajas*. Obtenido de Frenos de disco vs. frenos de tambor: diferencias y ventajas: <https://www.motorpasion.com.mx/industria/frenos-disco-vs-frenos-tambor-diferencias>

Molero, L. (2009). *Los frenos en el automóvil*. Obtenido de Los frenos en el automóvil.

Munari, B. (10 de 12 de 2013). *Metodologías proyectuales*. Obtenido de Metodología Proyectual: <https://aulasinjaula.files.wordpress.com/2013/12/comparativas-metodologc3adas.pdf>

Ministerio de cultura y patrimonio (2020). Loja, Recuperado de <https://www.culturaypatrimonio.gob.ec/loja/>

Mitsubishi Motors. (2019) Funcionamiento del sistema de frenos. Perú <https://www.mitsubishi-motors.com.pe/blog/funcionamiento-sistema-frenos-vehiculo/>

Norton, R. L. (2009). Diseño de Maquinaria. En R. L. Norton, *Diseño de Maquinaria* (págs. 26 -32). Estado de Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. Obtenido de <https://lsbunefm.files.wordpress.com/2018/10/disec3b1o-de-maquinaria-robert-l-norton-4.pdf>

Quijano, Alex. (2022). Esquema sobre el sistema de frenos y sus partes. Studocu <https://www.studocu.com/latam/document/escuela-especializada-en-ingenieria-itca-fepade/frenos-suspension-y-direccion/esquema-sobre-el-sistema-de-frenos-y-sus-partes/23463402>

Sindicato de Choferes Profesionales de Loja. (2016). Movilidad Urbana en Loja. Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/20346/1/UPS-CT009154.pdf>

## 17. Anexos.

### 17.1 Anexo 1: Presupuesto

**Tabla 19**

*Materiales y elementos a ser utilizados en la práctica.*

#### Compra de piezas y gastos personales.

#### Listado de materiales y elementos para la adaptación del sistema de frenos de disco y gastos adicionales.

N.	DESCRIPCIÓN.	CANT	HORAS	PRECIO	PRECIO
				C/U	TOTAL
1	Mordazas	2		60.00	120.00
2	Pastillas	4		7.00	28.00
3	Discos	2		70.00	140.00
4	Mangueras hidráulicas	4		12.00	48.00
5	Piezas de adaptación				100.00
6	Gastos de investigación (internet)		100 h		25.00
7	Transportes				60.00
8	Alimentación				70.00
9	Gastos de limpieza (franelas, jabón, entre otros)				15.00
10	Matriculas del semestre (Ciclo extraordinario)	2		936.00	1872.00
<b>TOTAL</b>					<b>2478.00</b>

**Nota:** Tabla realizada por autores, 2022



## 17.2 Anexo 2. Cronograma de trabajo

### Cronograma de actividades.

**Tabla 18.**

*Cronograma de actividades a ser utilizado en el proyecto.*

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PROYECTO.																									
N°	DESCRIPCIÓN	ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Taller de investigación para formulación de proyecto de investigación de fin de carrera.	X																							
2	Refuerzo en problema a trabajar en base a las líneas de investigación.		X																						
3	Identificación del problema.			X	X																				
4	Planteamiento del tema.				X	X																			
5	Elaboración de justificación.					X	X																		
6	Planteamiento de objetivo general y objetivos específicos.						X	X																	
7	Elaboración del marco institucional y marco teórico.							X	X	X															
8	Elaboración del diseño metodológico: Metodologías y técnicas a ser utilizadas en la investigación.									X	X														
9	Determinación del diseño, recursos, y bibliografía.										X														
10	Presentación del proyecto ante el Vicerrectorado Académico.											X													
11	Aprobación de temas de proyectos de investigación de fin de carrera.											X	X												
12	Desarrollo del proyecto de investigación.												X	X	X	X	X	X							
13	Elaboración de conclusiones, recomendaciones y levantamiento del documento final del borrador de proyecto de investigación.																	X	X						
14	Revisión completa e integral del proyecto.																			X	X				
15	Entrega de borradores de proyectos de investigación de fin de carrera.																								x

*Nota: Elaborado por autores, 2022*

### 17.3. Anexo 3: Certificados de aprobación del proyecto de investigación de fin de carrera



VICERRECTORADO ACADÉMICO

Loja, 18 de Julio del 2022  
Of. N° 320 -VDIN-ISTS-2022

Sr.(ita). CEVALLOS DIAZ LUIS FERNANDO  
**ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

Ciudad

De mi consideración:

Por medio de la presente me dirijo a ustedes para comunicarles que una vez revisado el anteproyecto de investigación de fin de carrera de su autoría titulado **ELABORACIÓN DE UN MANUAL PRACTICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE FRENOS DE DISCO TRASERO APLICADO A UN VEHÍCULO MARCA HYUNDAI MODELO ACCENT 2003 DURANTE EL PERÍODO ACADÉMICO ABRIL - OCTUBRE 2022**, el mismo cumple con los lineamientos establecidos por la institución; por lo que se autoriza su realización y puesta en marcha, para lo cual se nombra como director de su proyecto de fin de carrera (el/la) Ing. WILSON PAUL MEDINA TOLEDO.

Particular que le hago conocer para los fines pertinentes.

Atentamente,

  
Ing. Germán Patricio Villamarín Coronel Mgs.

**VICERRECTOR DE DESARROLLO E INNOVACION DEL ISTS**



VICERRECTORADO ACADÉMICO

---

Loja, 18 de Julio del 2022  
Of. N° 317 -VDIN-ISTS-2022

Sr.(ita). IÑIGUEZ GUERRERO RUBEN DARIO  
**ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

Ciudad

De mi consideración:

Por medio de la presente me dirijo a ustedes para comunicarles que una vez revisado el anteproyecto de investigación de fin de carrera de su autoría titulado **ELABORACIÓN DE UN MANUAL PRACTICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE FRENOS DE DISCO TRASERO APLICADO A UN VEHÍCULO MARCA HYUNDAI MODELO ACCENT 2003 DURANTE EL PERIODO ACADÉMICO ABRIL - OCTUBRE 2022**, el mismo cumple con los lineamientos establecidos por la institución; por lo que se autoriza su realización y puesta en marcha, para lo cual se nombra como director de su proyecto de fin de carrera (el/la) Ing. WILSON PAUL MEDINA TOLEDO.

Particular que le hago conocer para los fines pertinentes.

Atentamente,



Ing. Germán Patricio Villamarín Coronel Mgs.  
**VICERRECTOR DE DESARROLLO E INNOVACION DEL ISTS**



#### 17. 4 Anexo 4. Certificación del Abstrac



CERTF. N° 017- JG-ISTS-2022

Loja, 21 de Octubre de 2022

*El suscrito, Lic. Jordy Christian Granda Feijoo, Mgs., COORDINADOR-DOCENTE DEL ÁREA DE INGLÉS - CIS DEL INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO "SUDAMERICANO", a petición de la parte interesada y en forma legal,*

**C E R T I F I C A:**

*Que el apartado **ABSTRACT** del Proyecto de Investigación de Fin de Carrera de los señores **CEVALLOS DIAZ LUIS FERNANDO e IÑIGUEZ GUERRERO RUBEN DARIO** estudiantes en proceso de titulación periodo Abril – Noviembre 2022 de la carrera de **MECÁNICA AUTOMOTRIZ**; está correctamente traducido, luego de haber ejecutado las correcciones emitidas por mi persona; por cuanto se autoriza la presentación dentro del empastado final previo a la disertación del proyecto.*

*Particular que comunico en honor a la verdad para los fines académicos pertinentes.*

***English is a piece of cake!***



*Lic. Jordy Christian Granda Feijoo, Mgs.*  
**COORDINADOR-DOCENTE DEL ÁREA DE INGLÉS ISTS - CIS**

### **17.5 Anexo 5. Modelo de encuesta**

#### **ENCUESTA DIRIGIDA A PROPIETARIOS DE LOS TALLERES AUTOMOTRICES EN LA CIUDAD DE LOJA**

##### **TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

La siguiente encuesta está dirigida a propietarios de talleres mecánicos de la ciudad de Loja, con el objetivo de realizar un manual práctico para el cambio del sistema de frenos de tambor a disco, la cual se aplica con fines académicos, de antemano se agradece por su valiosa colaboración.

#### **Pregunta 1.**

¿Qué tiempo se desempeña como mecánico profesional?

- De 5 a 10 años
- De 11 a 15 años
- 16 años en adelante

#### **Pregunta 2.**

¿Cuáles son los tipos de servicio que realiza en su taller?

- Reparaciones de motor
- Mantenimientos
- Adaptaciones y modificaciones al sistema de freno
- Mecánica general
- ABC de motores

#### **Pregunta 3.**

¿Qué tipo de herramientas y equipos usted utiliza en su taller?

- Soldadora
- Amoladora
- Multímetro
- Taladro
- Compresor
- Martillos y combos
- Llaves

- Dados
- Escáner

**Pregunta 4.**

¿Usted realizaría la adaptación de un sistema de frenos de tambor a disco?

- Si
- No
- Tal vez

**Pregunta 5.**

¿Qué beneficios cree que se obtiene al realizar modificaciones y adaptaciones al sistema de frenos de un vehículo?

- Mejor frenado en condiciones adversas
- El calor se disipa rápidamente
- Mantenimiento rápido y cómodo (cambio de pastillas)
- Tienen menor peso

Mayor seguridad

**Pregunta 6.**

¿A qué tipo de vehículo realizaría la implementación de un sistema de freno de tambor a disco?

- Chevrolet
- Hyundai
- Kia
- Nissan
- Toyota
- Otros

**Pregunta 7.**

¿Usted considera utilizar un manual práctico para realizar este tipo de modificaciones y adaptaciones al sistema de frenos?

- Si
- No
- Tal vez

**Pregunta 8.**

¿Cómo considera la utilización de un manual práctico para realizar este tipo de adaptaciones del sistema de freno?

- Útil
- Poco Útil
- Innecesario

**Pregunta 9.**

¿Qué beneficios cree que se obtiene al tener un manual práctico?

- Ayuda a guiarse
- El trabajo se realiza mejor
- Facilita el aprendizaje
- Evita cometer errores
- Sirve para informarse

**Pregunta 10.**

¿Desearía adquirir un manual práctico para la modificación de un sistema de freno en un prototipo de vehículo Hyundai Accent año 2003?

- Si
- No
- Tal vez



## 17.6 Anexo 6. Evidencias fotografías

Realización de distancia de frenado

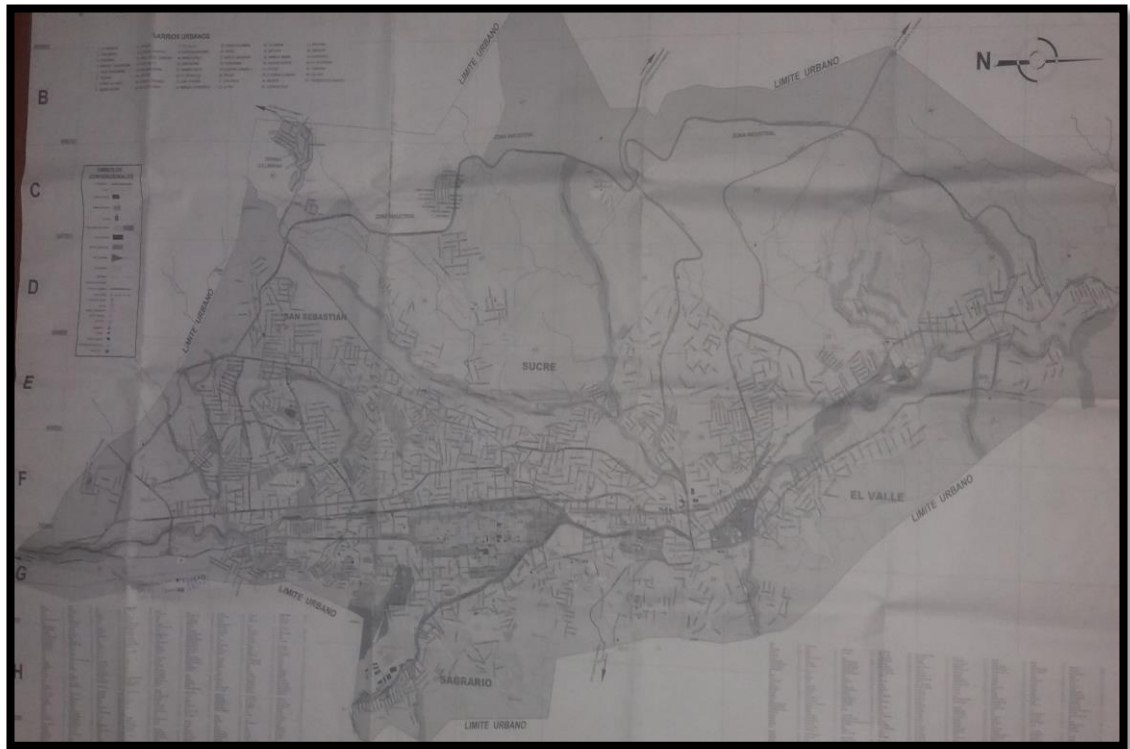




### 17.7 Anexo 7. Recolección de información en talleres automotrices



17.8 Anexo 8. Mapa de la ciudad de Loja

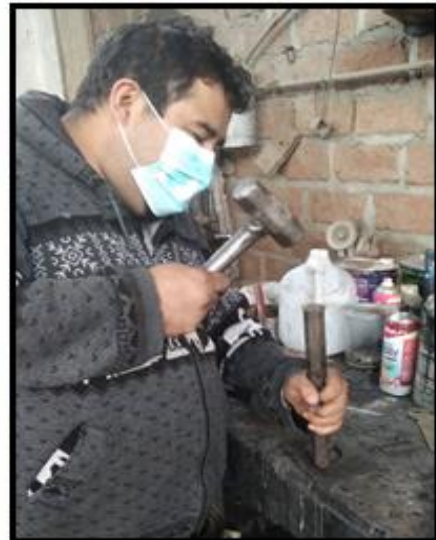


## 17.9 Anexo 9. Proceso de adaptación del sistema de frenos

Desmontaje de ruedas y tambor de freno



Elaboración de bases de mordazas



Adaptación del sistema de freno de disco



