



Construcción de una estructura tipo chasis que sirva de soporte para los sistemas de dirección, suspensión y frenos para la estructura didáctica de entrenamiento de mecánica de patio en la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L

Mariscal Chinchuña, Cristian Jonathan

Departamento de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Monografía, previa a la obtención del título de Tecnólogo Superior en Mecánica Automotriz

Ing. Carrera Tapia, Romel David Mgtr.

Latacunga

25 de febrero del 2022



DEPARTAMENTO DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Certificación:

Certifico que la monografía, **“Construcción de una estructura tipo chasis que sirva de soporte para los sistemas de dirección, suspensión y frenos para la estructura didáctica de entrenamiento de mecánica de patio en la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE”** fue realizada por el señor **Mariscal Chinchuña, Cristian Jonathan**, la cual ha sido revisada en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto, cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 25 de febrero del 2022



ROMEL DAVID
CARRERA

Ing. Carrera Tapia, Romel David Mgtr.
C.C: 0503393258

Reporte de verificación de contenido



REVISION FINAL_MARISCAL.docx

Scanned on: 13:55 February 25, 2022 UTC



Overall Similarity Score



Results Found



Total Words in Text

Identical Words	350
Words with Minor Changes	70
Paraphrased Words	156
Omitted Words	0



Escaneado y verificado por:
**ROMEL DAVID
CARRERA**

Ing. Carrera Tapia, Romel David Mgtr.
C.C: 0503393258



DEPARTAMENTO DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Responsabilidad de autoría

Yo, Mariscal Chinchuña, Cristian Jonathan, con cédula de ciudadanía N° 0503800138, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **Construcción de una estructura tipo chasis que sirva de soporte para los sistemas de dirección, suspensión y frenos para la estructura didáctica de entrenamiento de mecánica de patio en la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L**, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 25 de febrero de 2022

Mariscal Chinchuña, Cristian Jonathan
C.C: 0503800138



DEPARTAMENTO DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Autorización de publicación

Yo, Mariscal Chinchuña, Cristian Jonathan, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: Construcción de una estructura tipo chasis que sirva de soporte para los sistemas de dirección, suspensión y frenos para la estructura didáctica de entrenamiento de mecánica de patio en la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, 25 de febrero del 2022

Mariscal Chinchuña, Cristian Jonathan
C.C: 0503800138

Dedicatoria

El presente trabajo va dedicado primeramente a Dios, por lo bueno y maravilloso que ha sido al brindarme salud y vida, para poder culminar un logro más en mi vida, a cada uno de mis seres que han estado a mi lado, sin importar el espacio ni el tiempo.

A mi padre, Juan Rodrigo Mariscal Cachumba, que está en el cielo y sé que desde ahí siempre está cuidándome y brindándome sus bendiciones.

A mi madre, Graciela Margot Chinchuña Changoluisa, quien siempre ha estado apoyándome en las buenas y en las malas, ha sido mi luz en los peores momentos de mi vida, sin ti no existiría en este mundo.

A mis hermanaos, Josué y Martha, gracias por brindarme la con fianza y creer en mí y aquellas personas que me han dicho, no pares lucha por tus metas y sueños, es muy difícil mencionar a tantas personas pero de corazón Dios les bendiga.

Mariscal Chinchuña, Cristian Jonathan

Agradecimiento

Agradezco primeramente Dios que me ha dado salud y vida, ya que gracias a ello he logrado alcázar un objetivo más en mi vida y tener la oportunidad de compartir con mi familia. Agradezco a todos mis seres queridos por su apoyo incondicional ya que siempre han estado ahí en mis fracasos y logros, a pesar de los momentos difíciles han sido un pilar fundamental.

Agradezco a todos los docentes de la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE” quienes, con sus conocimientos y experiencias impartidas en las aulas, me ayudaran a desempeñarme en el ámbito profesional en beneficio del Ejército Ecuatoriano.

Mariscal Chinchuña, Cristian Jonathan

Tabla de contenidos

Carátula.....	1
Certificación.....	2
Reporte de verificación de contenido	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento	7
Tabla de contenidos.....	8
Índice de figuras.....	11
Índice de tablas	12
Resumen	13
Abstract.....	14
Planteamiento del problema de investigación	15
Tema	15
Antecedentes	15
Planteamiento del Problema	16
Justificación	17
Objetivos	17
<i>Objetivo General.....</i>	17
<i>Objetivos Específicos.....</i>	17

Alcance	18
Marco teórico.....	19
Concepto de Chasis.....	19
Tipos de chasis	20
<i>Chasis de escalera</i>	20
<i>Chasis monocasco</i>	21
<i>Chasis tubular</i>	21
Cargas de diseño	22
<i>Carga muerta (M)</i>	22
<i>Carga viva (V)</i>	23
<i>Carga de frenado (F)</i>	23
<i>Carga de aceleración brusca (Ab)</i>	23
<i>Carga por resistencia del aire frontal (Raf)</i>	24
<i>Carga de impacto</i>	25
Sistemas que soporta el chasis	25
<i>Sistema de frenado</i>	25
<i>Sistema de dirección</i>	26
<i>Sistema de suspensión</i>	26
Principios para la optimización.....	26
Tubo metálico.....	27
Soldadura 6011	27

Desarrollo del Tema	28
Diseño y modelado del Chasis.....	28
Selección de materiales.....	29
<i>Cálculo de la fuerza</i>	<i>33</i>
<i>Simulación de esfuerzos.....</i>	<i>34</i>
<i>Factor de seguridad</i>	<i>34</i>
<i>Simulación estática</i>	<i>35</i>
<i>Estimación de dureza del material</i>	<i>40</i>
Construcción y montaje de chasis	41
Conclusiones y recomendaciones	50
Conclusiones	50
Recomendaciones	51
Bibliografía.....	52

Índice de figuras

Figura 1 <i>Chasis tipo escalera</i>	20
Figura 2 <i>Chasis tipo monocasco</i>	21
Figura 3 <i>Chasis tipo tubular</i>	22
Figura 4 <i>Ilustración carga de frenado (F)</i>	23
Figura 5 <i>Ilustración carga de aceleración brusca (Ab)</i>	24
Figura 6 <i>Ilustración carga por resistencia del aire frontal (Raf)</i>	24
Figura 7 <i>Ilustración carga de impacto</i>	25
Figura 8 <i>Diagrama de proceso de construcción de chasis</i>	28
Figura 9 <i>Bosquejo del prototipo del chasis de la estructura didáctica</i>	29
Figura 10 <i>Tren delantero de un automóvil Fiat</i>	31
Figura 11 <i>Diseño preliminar de la estructura del chasis</i>	36
Figura 12 <i>Diseño preliminar de la estructura del chasis</i>	37
Figura 13 <i>Análisis de fuerzas en el larguero del chasis</i>	37
Figura 14 <i>Desplazamientos del chasis</i>	39
Figura 15 <i>Deformación unitaria del chasis</i>	39
Figura 16 <i>Análisis del factor de seguridad</i>	40
Figura 17 <i>Análisis de fuerzas en el larguero del chasis</i>	43
Figura 18 <i>Consola delantera</i>	44
Figura 19 <i>Soporte de la suspensión delantera y trasera</i>	45
Figura 20 <i>Suspensión y dirección</i>	46
Figura 21 <i>Dirección trasera y suspensión</i>	47
Figura 22 <i>Prototipo montado todas las partes móviles y fijas</i>	48

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Medidas de los tubos y partes empleadas</i>	30
Tabla 2 <i>Descripción de las partes del chasis prefabricadas</i>	32
Tabla 3 <i>Datos para el cálculo de masa</i>	34
Tabla 4 <i>Estimación de dureza</i>	41
Tabla 5 <i>Medición, corte y soldadura de largueros</i>	42

Resumen

El presente proyecto técnico de titulación propone el diseño y construcción de una estructura de tipo chasis el cual servirá de entrenamiento para la tecnología en mecánica automotriz, el prototipo servirá como soporte para la dirección, suspensión y frenos, adicionalmente se plantea tener dos direcciones una direccional delantera y otra trasera electro asistida, de esta manera innovando el diseño típico de chasis, así mismo antes de realizar el montaje de la estructura se realiza un estudio metodológico de campo sobre los materiales que se utilizan para cada parte del chasis como son los largueros laterales, bastidores y consolas para el sistema de dirección, amortiguación y suspensión, luego de elegir opciones del material se realiza un estudio en SolidWorks de tensión, cargas y fuerza sobre la estructura, asegurando así que la misma no se pandeo o se rompa cuando sea utilizada. La estructura ensamblada en este proyecto tiene el beneficio de ser un chasis ligero y económico, en el cual se puso en práctica todos los conocimientos adquiridos durante la carrera para elaborar un prototipo que tiene sistemas de dirección asistida delantera y trasera, por lo que la posterior sirve de apoyo a todo el sistema, una vez unida toda la estructura mediante proceso SMAW para asegurar su eficiencia se realiza pruebas de funcionamiento en cada uno de los sistemas del prototipo.

Palabras clave

- **CHASIS**
- **DIRECCIÓN AUTOMÓVIL**
- **SUSPENSIÓN**
- **AMORTIGUACIÓN**

Abstract

The present technical degree project proposes the design and construction of a chassis-type structure which will serve as training for technology in automotive mechanics, the prototype will serve as a support for the steering, suspension and brakes, additionally it is proposed to have two directions one direction front and rear electro-assisted, in this way innovating the typical chassis design, likewise before assembling the structure, a methodological field study is carried out on the materials used for each part of the chassis, such as the side rails , racks and consoles for the steering, damping and suspension system, after choosing material options a study is carried out in SolidWorks of tension, loads and force on the structure, thus ensuring that it does not sag or break when used . The structure assembled in this project has the benefit of being a lightweight and economical chassis, in which all the knowledge acquired during the race was put into practice to develop a prototype that has front and rear assisted steering systems, so that the rear It serves as support for the entire system. Once the entire structure has been joined through the SMAW process, to ensure its efficiency, performance tests are carried out on each of the prototype systems.

Keywords

- **CHASSIS**
- **CAR ADDRESS**
- **SUSPENSION**
- **DAMPING**

Capítulo I

1. Planteamiento del problema de investigación

1.1 Tema

Construcción de una estructura tipo chasis que sirva de soporte para los sistemas de dirección, suspensión y frenos para la estructura didáctica de entrenamiento de mecánica de patio en la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L

1.2 Antecedentes

Treviño, A. & Salazar, J.(2019), definen al chasis del automóvil como una estructura en la que se ensamblan e instalan sus componentes. Su función principal es soportar diversas fuerzas tanto estáticas y dinámicas, con la finalidad de proteger contra un accidente.

Desde un principio los chasis estaban hechos de madera. Desde 1910 se trabajó con acero y aluminio en las estructuras y comenzó a evolucionar en busca de una mayor rigidez. En 1934, Citroën fue la primera marca en introducir un modelo monocasco en producción. Con la gran escasez de acero en Europa después de la Segunda Guerra Mundial, las aleaciones de aluminio se desarrollaron y su uso en la estructura aumentó en ese momento.

En el estudio de Paucar, A.(2018) menciona que los primeros automóviles con motor de combustión interna, el diseño de la carrocería se consideraba un factor secundario. El desarrollo de motores más potentes, hizo que el estudio de la carrocería principal del automóvil juegue un papel importante en su desarrollo. Chevrolet introdujo el Corvette 1953, chasis tubular y cuerpo de fibra de vidrio. Durante la crisis energética de finales de la década de 1960, las empresas centraron sus esfuerzos en reducir el peso, reduciendo el peso bruto hasta en 500 kg. En 1979 Ford completa el primer automóvil de fibra de carbono. Desde esos años el objetivo de la industria ha sido

mejorar las ideas actuales para reducir el peso, y ahora el objetivo es reducir el consumo y las emisiones.

Con el desarrollo de motores más potentes, el estudio de la carrocería principal del coche se volvió de suma importancia debido a sus componentes. El rediseño de soportes como el chasis y carrocería para mejorar el estado del vehículo en cuanto a impacto y duración. Hoy en día existen muchos tipos de diseños para la comodidad del pasajero.

1.3 Planteamiento del Problema

La creciente competencia entre las universidades y la competitividad en el mundo, obliga a los estudiantes a desarrollar sus capacidades y habilidades. Por lo que se plantea el presente tema de estudio que es la construcción de una estructura tipo chasis que sirva de soporte para los sistemas de dirección, suspensión y frenos para la estructura didáctica de entrenamiento de mecánica de patio en la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L. Beneficiando de esta forma al cumplimiento del objeto de estudio que es la formación de profesionales Tecnólogos (ESPE, 2021).

Al no contar con una estructura de entrenamiento, se tiene como consecuencia en los estudiantes crear un vacío en el aprendizaje práctico de la asignatura de mecánica de patio. Por lo que se plantea el presente tema de estudio, para afianzar los conocimientos teóricos adquiridos. Se debe tener en cuenta la funcionalidad e importancia de la estructura de un chasis, que es contar los sistemas de frenado, suspensión y dirección de forma rígida. Evitando así que la fuerza de energía de un siniestro automovilístico se transmita a los ocupantes y alteración mínima de los sistemas internos del vehículo.

1.4 Justificación

El integrar material práctico a la materia de mecánica de patio de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L, permitirá incrementar la motivación e interés dentro del proceso de enseñanza en los estudiantes. De esta forma también se facilita el aprendizaje permitiendo la vinculación de los contenidos teóricos con los prácticos. Una formación académica de buena calidad, generará interés de empresas de servicios automotrices hacia los graduados y a la vez de nuevos estudiantes universitarios de incorporarse a la carrera.

La importancia de contar con una estructura tipo chasis, que sirva de soporte para los sistemas de dirección, suspensión y frenado, beneficiara en la enseñanza a la nueva generación de estudiantes de la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz. En esta monografía se abarcará los tipos de chasis, cargas de diseño, ensamblaje con los otros sistemas en estudio. Obteniendo así un chasis resistente, ligero y económico, poniendo en práctica todos los conocimientos adquiridos durante la carrera.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Construir una estructura tipo chasis que sirva de soporte para los sistemas de dirección, suspensión y frenos para la estructura didáctica de entrenamiento de mecánica de patio en la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Investigar sobre el chasis, su concepto, importancia, tipos e integración con los sistemas de dirección, suspensión y frenado. Analizando los materiales a utilizar y los procesos de soldadura. Para afianzar los resultados de aprendizaje de la asignatura de mecánica de patio.

- Aplicar los componentes necesarios y tipo de estructura de chasis que servirá para la estructura de entrenamiento, que formará de soporte para los sistemas de suspensión, dirección y frenado.
- Adaptar el chasis que servirá de soporte para los sistemas de dirección electro asistido, suspensión y frenado. Planificando su estructura y dimensiones, utilizando materiales resistentes, ligeros y económicos. Integrando así la estructura de entrenamiento de mecánica de patio.
- Comprobar el funcionamiento de la estructura de entrenamiento y armonía con los sistemas de dirección electro asistido, suspensión y frenado, para entregar un material práctico a la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz.

1.6 Alcance

La presente monografía entregará un material tanto práctico como teórico. El mismo que beneficiará a la enseñanza de la comunidad universitaria, en especial a los alumnos de la carrera de Tecnología Superior de Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L. Con la finalidad que se puedan incorporar al mundo laboral con experiencia práctica en servicios automotrices.

Además, el objetivo es que los estudiantes tengan a su alcance una estructura tipo chasis que sirva de soporte para los sistemas de dirección, suspensión y frenos para la estructura didáctica de entrenamiento de mecánica de patio, con el que puedan aclarar dudas y verificar lo impartido en las clases teóricas, optimizando los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Capítulo II

2. Marco teórico

2.1 Concepto de Chasis

El chasis del automóvil se define como una estructura en la que se ensamblan e instalan sus componentes. Lo más común es que chasis lo asocien con la carrocería. Su función principal es soportar diversas cargas como cargas estáticas y dinámicas y así tiene la capacidad de proteger en caso de accidente (Andrade & Jaramillo, 2019).

El chasis es el esqueleto de un automóvil. Esta estructura se encarga de conectar las cuatro ruedas al sistema de dirección, creando así soporte, rigidez y forma para su vehículo. Sobre él recaen cargas, fuerzas y la masa total del coche.

La estructura absorberá los golpes lo mejor posible y evitará deformaciones. Por tanto, cuanto más fuerte y resistente sea, más seguro será para los pasajeros en caso de accidente (Cumbicus & Iglesias, 2021).

Para el diseño de la estructura se tienen en cuenta diversos aspectos, como los siguientes:

- Peso
- Capacidad de soportar distintos momentos de fuerza - Rigidez torsional
- Resistencia
- Resistencia al impacto – Resiliencia
- Sencillez

2.2 Tipos de chasis

2.2.1 Chasis de escalera

Es el tipo más antiguo y común. Este tipo se ha convertido en estándar para la mayoría de los automóviles. Es de diseño muy básico y tiene otras ventajas como el hecho de que se puede producir en serie ya que es muy económico de fabricar. El mayor inconveniente es que hay muy poca profundidad en la estructura general, lo que le da un centro de gravedad muy bajo. La mayoría de los autos clásicos, SUV y vehículos más grandes que parecen autos urbanos están hechos con llantas de escalera.

Figura 1

Chasis tipo escalera



Nota. Se observa la forma de un chasis tipo escalera. Tomado de (Cumbicus & Iglesias 2021).

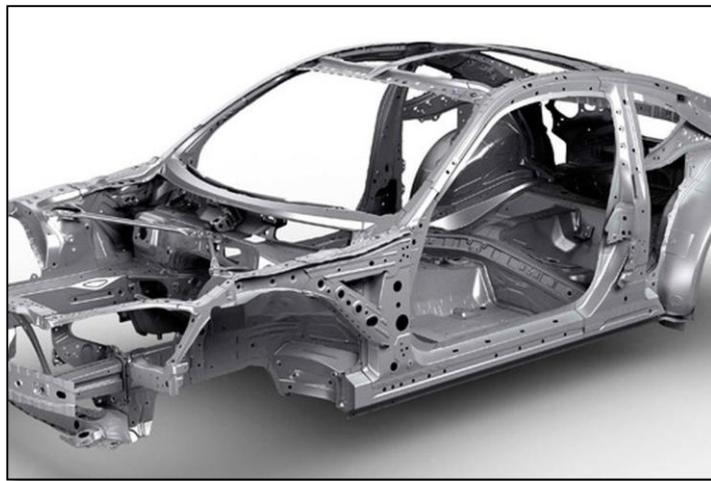
La principal ventaja del chasis tipo escalera es su mayor resistencia a los golpes, porque las vigas de acero forman la estructura principal con mucha fuerza y protegen la parte inferior del automóvil de todos los impactos. En la práctica, es muy difícil dañar o doblar el chasis tipo escalera.

2.2.2 Chasis monocasco

Costa, J. (2019), le describe como una estructura bastante sólida que es fácil de producir en masa y en caso de accidente tiene una gran estabilidad. El mayor inconveniente de una estructura monocasco es su peso. Aunque es fácil de fabricar, no es rentable producirlo en pequeñas cantidades.

Figura 2

Chasis tipo monocasco



Nota. Se observa la forma de un chasis tipo monocasco. Tomado de (Costa, 2019).

2.2.3 Chasis tubular

Es uno de los más costoso de fabricar, pero tiene la ventaja de ser más estable que otros tipos de marcos. Debido a la complejidad del diseño y la fabricación, no es rentable para la producción en masa. El chasis espacial tubular está construido y diseñado principalmente para autos de carreras. Los coches de alta gama como Lamborghini, Ferrari y Jaguar, utilizan este tipo de chasis.

Figura 3*Chasis tipo tubular*

Nota. Se observa la forma de un chasis tipo tubular. Tomado de (Costa 2019).

2.3 Cargas de diseño

Quizás la tarea más importante y desafiante para el diseñador estructural es estimar qué cargas recibirá la estructura durante su vida útil. Sujeto a cualquier carga puede aparecer. Andrade, A. & Jaramillo G. (2019), también indican que se luego de estimar las cargas, es necesario verificar las combinaciones más desfavorables que pueden ocurrir.

2.3.1 Carga muerta (M)

Corresponde al peso bruto del chasis en condiciones óptimas de funcionamiento, incluidos todos los componentes estructurales y no estructurales permanentes. Una carga muerta es una carga de tamaño constante que se mantiene fija en la misma posición. Para diseñar la estructura, es necesario estimar el peso o carga muerta de sus componentes. Las dimensiones y el peso exacto de las piezas no son conocidos hasta la finalización del análisis de la estructura y la selección de los miembros de la estructura (Andrade & Jaramillo, 2019).

2.3.2 Carga viva (V)

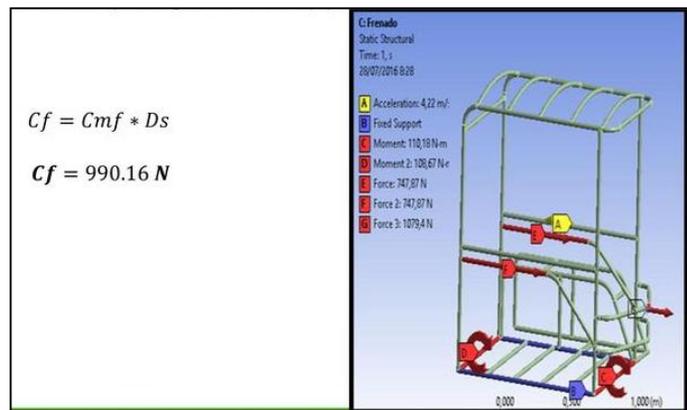
Las cargas vivas son aquellas que pueden variar en posición y amplitud. En pocas palabras, toda carga que no sea muerta es viva.

2.3.3 Carga de frenado (F).

Se refiere a la fuerza producida por el frenado del automóvil. Se asume una desaceleración mayor o igual a 4 m/s².

Figura 4

Ilustración carga de frenado (F)



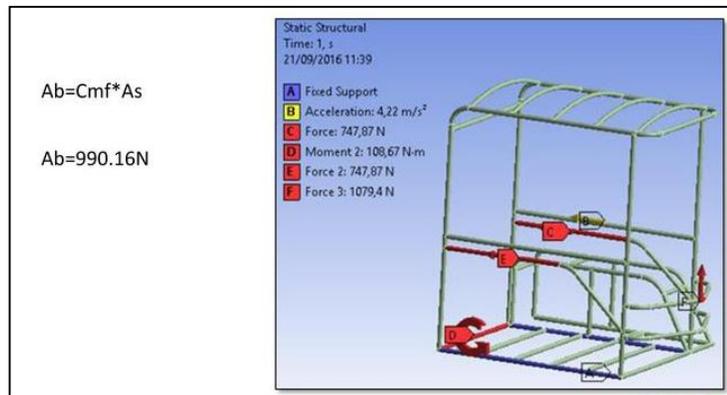
Nota. Se ilustra la forma de determinar la carga frenado (F). Tomado de (Jara & Quespaz, 2016).

2.3.4 Carga de aceleración brusca (Ab)

Se refiere a la fuerza producida por la aceleración brusca del vehículo. Se calcula en sentido contrario al criterio de carga de frenado.

Figura 5

Ilustración carga de aceleración brusca (Ab)



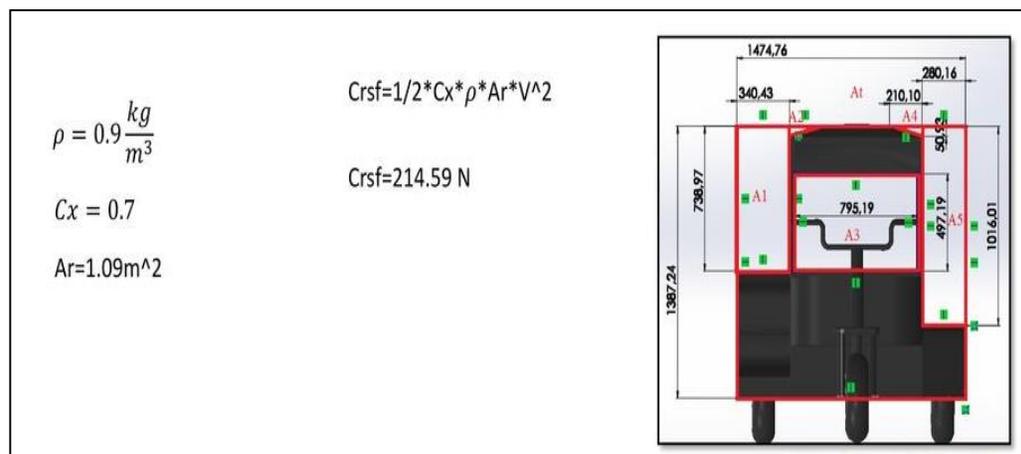
Nota. Se ilustra la forma de determinar la carga de aceleración brusca. Tomado de (Jara & Quespaz, 2016).

2.3.5 Carga por resistencia del aire frontal (Raf)

Se refiere a la fuerza del aire actuante sobre un área correspondiente a la proyección del vehículo en un plano perpendicular a su eje longitudinal.

Figura 6

Ilustración carga por resistencia del aire frontal (Raf)



Nota. Se ilustra la forma de determinar la carga por resistencia del aire frontal (Raf).

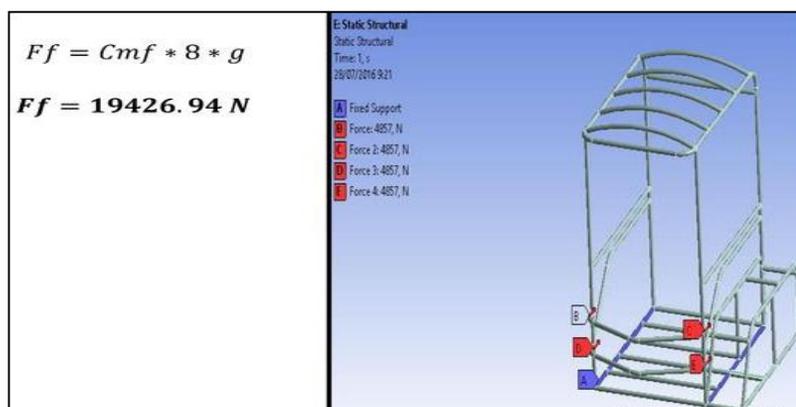
Tomado de (Jara & Quespaz, 2016).

2.3.6 Carga de impacto

Se refiere a la fuerza producida en una situación desfavorable que pueda tener el piloto al producirse una colisión. La fuerza de impacto es la más significativa que debe tener el profesional para el diseño de la estructura.

Figura 7

Ilustración carga de impacto



Nota. Se ilustra la forma de determinar la carga de impacto. Tomado de (Jara & Quespaz, 2016).

2.4 Sistemas que soporta el chasis

Para la presente monografía de construcción de una estructura tipo chasis que sirva de soporte para los sistemas de dirección, suspensión y frenos para la estructura didáctica de entrenamiento de mecánica de patio en la carrera, es necesario conocer la definición y función de dichos sistemas.

2.4.1 Sistema de frenado

Un sistema de frenos es un sistema diseñado para reducir o detener el movimiento de uno o más componentes de una máquina cuando sea necesario. La energía mecánica del movimiento se convierte en calor por la fricción entre dos partes llamada fuerza de frenado durante el frenado. Los sistemas de frenos más comunes son los frenos de disco y los frenos de tambor (Ayala, 2018).

2.4.2 Sistema de dirección

La función del sistema de dirección del automóvil es dirigir la rueda delantera del automóvil, siguiendo las "instrucciones" que el conductor da desde el volante para girar a la izquierda, a la derecha o continuar en línea recta.

Su contribución para mantener la seguridad sobre la marcha es muy importante. Por ello al igual que la suspensión o los frenos, estos son factores de seguridad que se incluyen en el chequeo de ingeniería mecánica, pues si en algún momento el coche se avería, pierde su capacidad de maniobra y la vida de los pasajeros y otros usuarios quedará en peligro (Avila & Arias, 2010).

2.4.3 Sistema de suspensión

La suspensión se define como el conjunto de elementos que mantienen la rueda en contacto con el suelo, mejorando así el agarre del vehículo y aumentando la seguridad al mejorar la respuesta de dirección y frenado, contribuyendo así a una mayor estabilidad. (Ayala, 2018)

2.5 Principios para la optimización

El diseño de un chasis y su optimización deben considerar:

- El transporte de las cargas como carrocería, motor, algunos sistemas y de pasajeros.
- Resistir la vibración torsional causada por el movimiento del automóvil.
- Resistir la fuerza centrífuga que provoca el desplazamiento en curvas.
- Controlar la vibración por el funcionamiento del vehículo.
- Resistir tensiones de flexión que se originan en los ejes frontal y posterior por carga y sobrecarga.
- Soportar impactos por accidentes.

2.6. Tubo metálico

Para la construcción de la estructura tipo chasis que sirva de soporte para los sistemas de dirección, suspensión y frenos para la estructura didáctica de entrenamiento de mecánica de patio, se ha considerado los siguientes tipos de tubos metálicos con sus dimensiones.

- Tubo cuadrado 3 ¼" x 1 ½"
- Tubo cuadrado 2"
- Tubo cuadrado 1" GR50

Este tipo de tubos, se utilizan especialmente en la industria automotriz y de autopartes, remolques y carrocería. Los beneficios destacados son:

- Duraderos: larga vida útil al ser constituidos por acero.
- Económico: facilidad y rapidez de uso y armado, ahorrando tiempo y personal.

Los costos unitarios por tubo cuadrado son los siguientes:

- | | |
|-----------------------------|---------|
| • Tubo cuadrado 3 ¼" x 1 ½" | \$ 6,25 |
| • Tubo cuadrado 2" | \$ 5,25 |
| • Tubo cuadrado 1" GR50 | \$ 2,38 |

2.7 Soldadura 6011

La empresa Soldarco (2015), define y da las siguientes características a la soldadura 6011 es un electrodo de revestimiento a base de celulosa, con potasio, se emplea para la soldadura de aceros al carbono de resistencia a la tensión hasta 60.000 psi.

Trabaja con corriente continua, polaridad invertida o con corriente alterna. Trabaja en todas posiciones, en especial es indicado para pases de raíz cuando no se dispone equipos de corriente continua.

Capítulo III

3. Desarrollo del Tema

3.1 Diseño y modelado del Chasis

Para realizar el diseño del prototipo del chasis el cual se va construir nos guiamos en un proceso el cual indica los pasos que seguimos en este proyecto para diseñar, bosquejar, elegir los materiales y construir (medir, cortar, soldar y probar), para lo cual seguimos la siguiente estructura que se observa en la siguiente figura, el proceso de construcción del chasis.

Figura 8

Diagrama de proceso de construcción de chasis

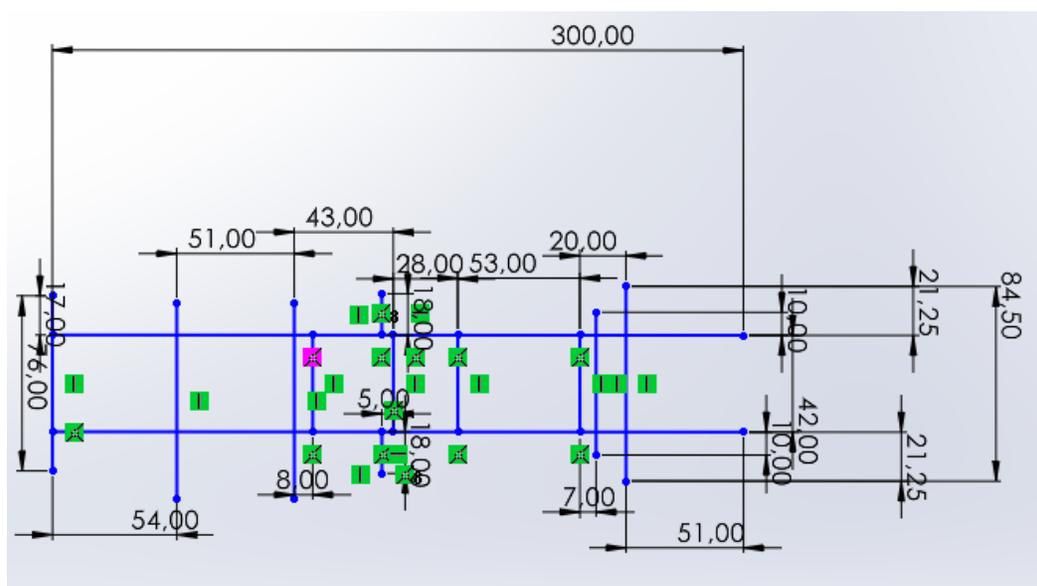


Nota. Se representa el diagrama de proceso que se sigue para construir la estructura del chasis

El modelado del chasis se lo realiza en un software de diseño asistido por computadora el cual nos ayuda a realizar piezas y ensamblajes como se desarrolla en este proyecto se desarrolla un modelo para el entrenamiento de mecánica de patio de la carrera de tecnología de automotriz, por lo que para construir el prototipo se lo modela en SolidWorks para realizar el estudio de fuerzas sobre la estructura, y así asegurar que los materiales escogidos para la construcción del mismos sean los adecuados y no puedan sufrir roturas o las piezas tengan a curvarse debido al peso de los componentes montados o movimiento que tendrá el mismo durante los años de servicio dentro de la mecánica de patio que tenga el prototipo, el bosquejo del prototipo diseñado.

Figura 9

Bosquejo del prototipo del chasis de la estructura didáctica



Nota. Se detalla las medidas y formas que tendrá el prototipo para posterior diseño.

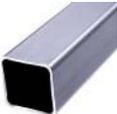
3.2 Selección de materiales

Para la selección de los materiales adecuados para la construcción del prototipo se toma en cuenta la información recolectada en el capítulo 2, siendo los más adecuados para este prototipo el tubo metálico de acero cuadrado como se observa en

la tabla 1, adicionalmente se realiza una indagación con profesionales del oficio para elegir la materia prima, para cada una de las piezas que conforman el prototipo, a continuación se detalla los materiales seleccionados para la elaboración del chasis del prototipo al cual se le montara otras partes detalladas más adelante.

Tabla 1

Medidas de los tubos y partes empleadas

Nombre material	Medida en [pulgadas]- [cm]	Parte	
Tubo cuadrado	3 1/4" x 1 1/2 " (4*8cm)	Largueros de chasis, amortiguadores y suspensión	
Tubo cuadrado	2" (2*6cm)	Bastidores y travesaños	
Tubo cuadrado	1" GR50	Consolas	
Angulo T	20 x 3	Estructura asiento	
Angulo T	30 x 3	Soporte asiento	

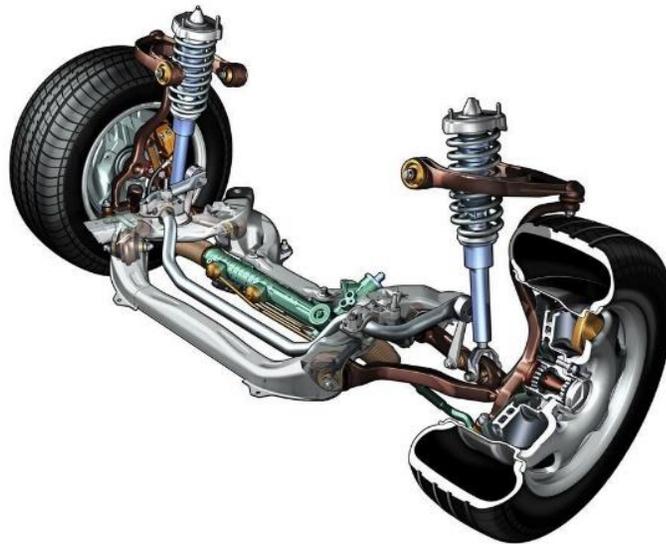
Nota. Se detalla las medidas de los tubos y en que partes del chasis fueron empleadas.

Debido a la dificultad de la elaboración del tren delantero y posterior para el prototipo, se utiliza una pieza previamente ya construida y certificada por una casa automotriz esto se toma esta decisión debido a la dificultad de la elaboración de la misma, se adquiere las dos piezas de un auto FIAT, luego de adecuar la estructura del chasis al tren delantero y posterior, además se concluye que estas son adecuadas para soportar la transmisión y amortiguadores de la estructura que se construye,

adicionalmente de la dirección hidráulica también es construida como piezas como base las cuales son adecuadas al prototipo, ya que estas son piezas ya fueron sometidas a rigurosas pruebas para comprobar cuanta carga pueden soportar según el trabajo realizado por el automóvil, por esta razón no es necesario realizar un estudio tan extenso sobre las cargas a cada una de estas piezas, lo que si se realizó es la adecuación de estructura para cada una de las piezas y encajen perfectamente cada una de ellas.

Figura 10

Tren delantero de un automóvil Fiat



Nota. Se observa le tren delantero de un Fiat. Tomado de (GRIP, 2020).

La dirección hidráulica del prototipo, al igual que el tren, es una pieza ya armada para asegurar la movilidad prototipo, para lo cual se tiene que adecuar la estructura del chasis para que este no tenga problemas mecánicos al momento de moverse, debido a que es un prototipo se opta que incluir este tipo de dirección, además este auto contara con dirección electro asistida para un mejor control, para elegir cada una de las partes o respuestas que se adquirió para el montaje son elementos que cuentan la garantía, por lo que no es necesario realizar análisis de fuerzas o movilidad de cada una de ellas.

Tabla 2*Descripción de las partes del chasis prefabricadas*

Descripción de partes	Cantidad	Detalle	Imagen
Tren delantero y posterior	1	Prefabricado Fiat 1	
Tren delantero	1	Prefabricado Fiat 1	
Dirección hidráulica	1	Prefabricado	
Banda pata motor eléctrico	1	Banda 1m	
Amortiguadores posteriores	2	Marca monroe	
Amortiguador delantero	1	Marca monroe	
KIT de bujes	2	Caucho para Fiat	
Mesa de suspensión	1	Fiat	
Mangueras de freno	4	Fiat o Aveo	
T de freno	3	Fiat	
Motor monofásico de 1hp	1	Weg	
Aros Rin 14	2	Fiat, Aveo	
Neumáticos R14	4	Fiat, Aveo	

Nota. Se detalla todas las partes y marcas de las piezas que son montadas en el automóvil.

Para los demás elementos como mangueras de frenos, discos de frenos, líquido de frenos, realiza una investigación de campo, es decir se recopila información con mecánicos y profesionales para elegir cada una de estas partes así asegurando la

seguridad de la persona que ponga en funcionamiento el prototipo. El motor elegido para la movilidad es un eléctrico de 1Hp, de marca weg, siendo suficiente para poner en marcha el prototipo, como el objetivo de este proyecto es tener una estructura tipo chasis que sirva de soporte para los sistemas de dirección, suspensión y frenos para la estructura didáctica de entrenamiento de mecánica de patio en la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz, por lo que siempre se tendrá en cuenta que este puede ser modifica, añadiendo más piezas que mejoren el funcionamiento del prototipo.

3.2.1 Cálculo de la fuerza

Al considerarse el peso como una unidad unidimensional es necesaria la conversión a unidades de fuerza (Newton, psi, Kgf, dina, Kp) para el análisis de esfuerzo de la estructura. El resultado del análisis con SolidWorks sobre la estructura sobre los largueros del chasis arroja que si aplicamos una fuerza de 500 N y 10000 N, arroja como resultado que no se debe poner un peso mayor a 1000 kg como se observa en la figura15 en el medio de la estructura se marca con rojo esto es porque tendrá a pandearse o puede sufrir una ruptura si se excede una fuerza mayor a 10 Nm, debido a esto se puede concluir que el auto con todos sus componentes y personas no pueden pesar de 1 tonelada es decir lo que pesa un auto normalmente si tener en cuenta el peso que tienen sus llantas y aros.

Para tal efecto se emplea la ecuación de la segunda ley de Newton la cual dice que la fuerza es igual a la masa por la aceleración.

$$Fuerza = Masa \times aceleración$$

Tabla 3*Datos para el cálculo de masa*

Descripción	Peso en KG
Masa de la estructura:	162 Kg
Masa sistemas de suspensión y ruedas:	104 Kg
Masa 1 persona promedio:	80 Kg
Masa total:	346 Kg

Nota. Se detalla todos los pesos de cada una de las partes de la estructura

Para el cálculo de la fuerza que se ejerce en la estructura se aplica la fórmula de fuerza se considera como la Aceleración el valor estándar de la gravedad = 9,8 m/s²

$$F = m \times a$$

$$fuerza = 346Kg * 9.8m/s^2$$

$$(Newton = Kg.m/s^2)$$

$$Fuerza = 3391Newton$$

3.2.2 Simulación de esfuerzos

Para el presente estudio se emplea el Asistente para análisis Simulation Express Study del paquete Solidworks 2020, en donde se analiza el comportamiento de la estructura tipo alámbrica (miembro estructural), inicialmente simplificada y optimizada para este propósito y se evalúa el comportamiento de la viga ante una fuerza de 3391 Newtons.

3.2.3 Factor de seguridad

En diseño ingenieril se emplea el factor de seguridad para asegurarse contra condiciones inciertas o desconocidas. Si se tiene que evitar una falla estructural, las cargas que una estructura es capaz de soportar deben ser mayores que las cargas a las

que se va a someter cuando este en servicio. Como la resistencia es la capacidad de una estructura para resistir cargas, el criterio anterior se puede replantear como sigue.

- La resistencia real de una estructura debe ser mayor que la resistencia requerida.
- La relación de la resistencia real entre la resistencia requerida se llama factor de seguridad.

$$\text{Factor de seguridad (FDS)} = \frac{\text{Resistencia real}}{\text{Resistencia requerida}}$$

También viene dado por la relación entre el límite elástico del material y el esfuerzo máximo de Von Misses, expresados en [N/mm²][Mpa].

$$\text{Factor de seguridad (FDS)} = \frac{\text{Límite elástico del material}}{\text{Esfuerzo máximo de Von Misses}}$$

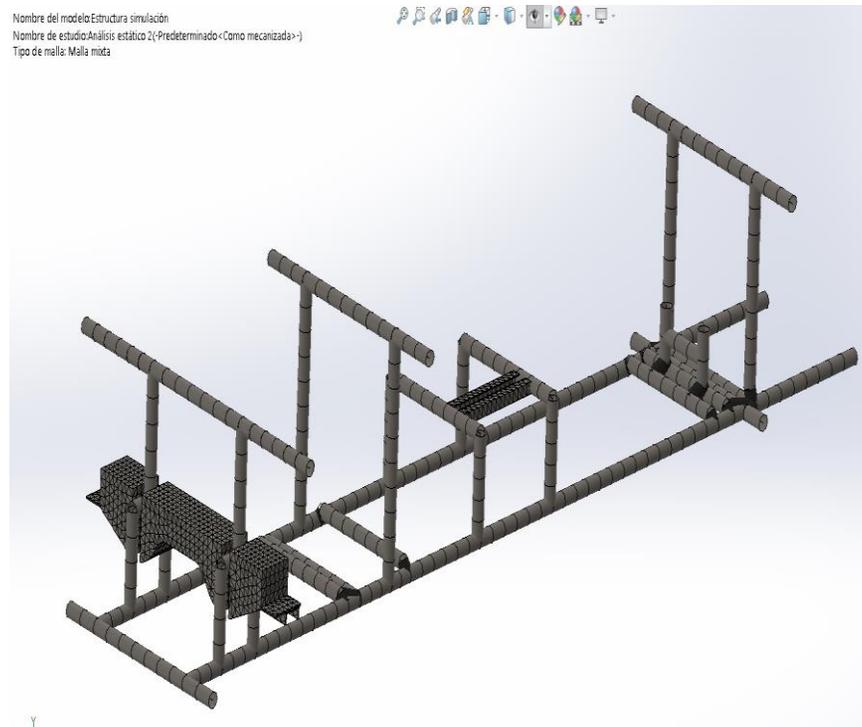
El factor de seguridad debe ser mayor que 1.0 para evitar falla.

3.2.4 Simulación estática

La simulación de la estructura para el chasis se la realiza en el software SolidWorks el cual permite ingresar medidas reales, así como el material a ser utilizado para realizar el estudio de fuerzas aplicadas a la estructura y la deformidad que podría tener el material al ser sometidos a diferentes cargas así como cada una de las partes que forman la mesa o estructura donde se asentarán todas las partes del chasis del prototipo, la primera parte de la simulación es diseñar la mesa del chasis como se observa en la figura 14 el diseño preliminar de la estructura.

Figura 11

Diseño preliminar de la estructura del chasis



Nota. Se observa la construcción de la estructura del chasis en el SolidWorks.

Para seguir con la fabricación de la estructura luego de simular esta parte se tiene que aplicar las fuerzas sobre la estructura para la asegurar que esta soporte todo el peso de las piezas y a las pruebas que será sometidas por lo que en el análisis de fuerzas se tiene como resultado que la estructura soporta un fuerza de xxx para lo cual se considera un material isotrópico elástico lineal, el cual es una recomendación de fabricante cuando se realiza un análisis de fuerzas, pandeo entre otros la configuración para el análisis se muestra en figura 15, el material utilizado para realizar la construcción y la simulación debe ser el mismo o de las mismas características siendo que se utiliza hierro negro para construir la estructura del chasis.

Figura 12

Diseño preliminar de la estructura del chasis

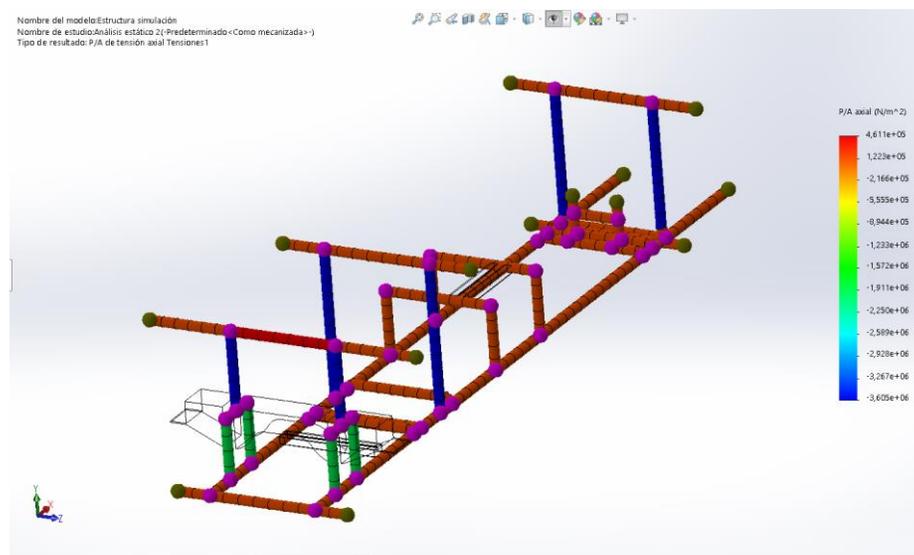
Malla Detalles	
Nombre de estudio	Análisis estático 2 (-Predeterminado<Como mecanizada>-)
Tipo de malla	Malla mixta
Mallador utilizado	Malla estándar
Transición automática	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla	Desactivar
Puntos jacobianos	4 puntos
Verificación jacobiana para el vaciado	Activar
Tamaño de elemento	22,6728 mm
Tolerancia	1,13364 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Número total de nodos	16043
Número total de elementos	9494
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss)	00:00:10
Nombre de computadora	

Nota. Se observa el material escogido para la simulación.

Tensión de VonMises La tensión máxima soportada es de $4,611 \times 10^5$ N/m² que es inferior al límite elástico de material empleado Acero no aleado AISI 304 ($2,06 \times 10^8$ N/m²), por lo tanto, no existe falla de la estructura.

Figura 13

Análisis de fuerzas en el larguero del chasis



Nota. Se observa la simulación de fuerzas tensión axial y deflexión en el SolidWorks

El análisis en el larguero del chasis de una medida de 3 metros el cual será de un acero reforzado como se observa en la figura 16, posteriormente se realiza el análisis de fuerzas en los bastidores y travesaños que forman toda la estructura del chasis donde se montaran todas las piezas del prototipo para calcular el peso que soporta esta estructura se utiliza la siguiente formula y así identificar la carga que puede soportar esta parte del chasis que viene a ser la columna vertebral y será la parte que más esfuerzo realizara durante toda su vida útil que tendrá este prototipo.

$$10000 N = \frac{1kgf}{9.8N} = 1020.4 kgf$$

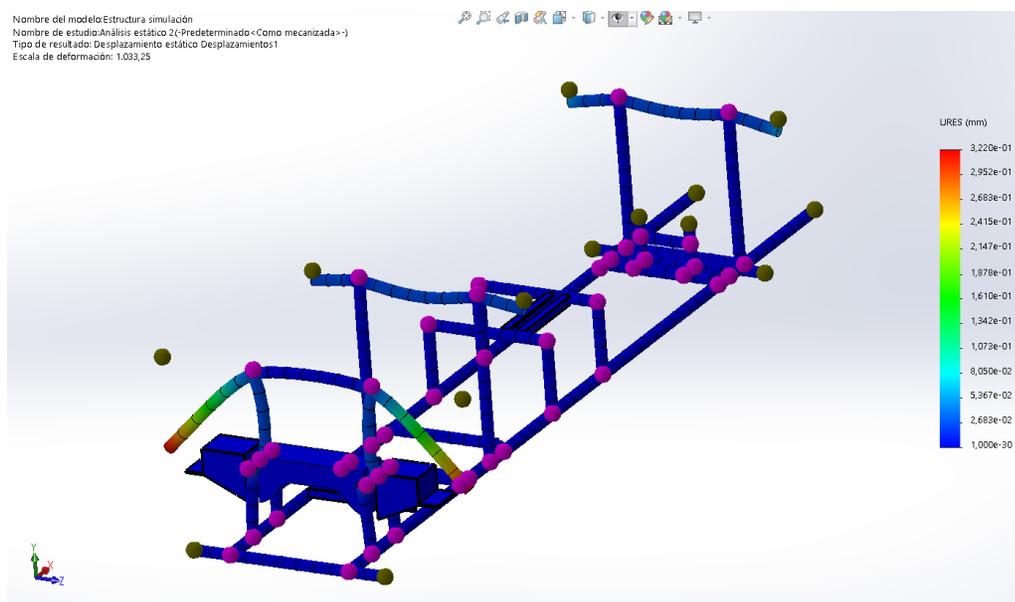
(soporta 1T de fuerza e los largures antes de la deformidad)

Desplazamientos (Desplazamiento mínimo de 1,033 mm en el peor de los casos, que se puede considerar como despreciable en una estructura de grandes dimensiones) en la figura 16a.

Deformación unitaria es la relación existente entre la deformación total y la longitud inicial del elemento se observa en la figura 17b, en este caso la deformación unitaria es despreciable.

Figura 14

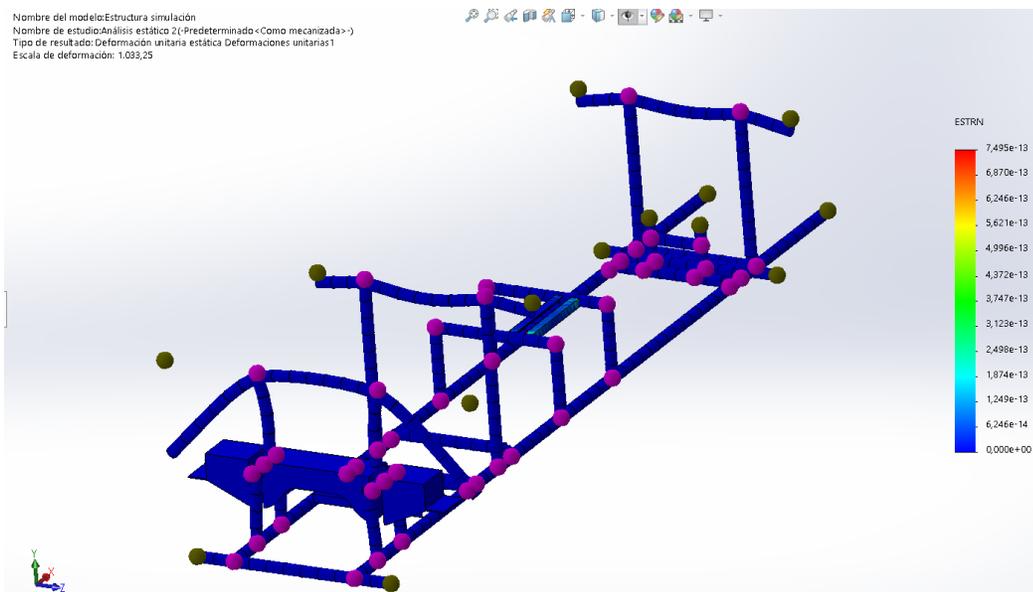
Desplazamientos del chasis



Nota. Se observa la simulación de fuerzas tensión axial y deflexión en el SolidWorks.

Figura 15

Deformación unitaria del chasis

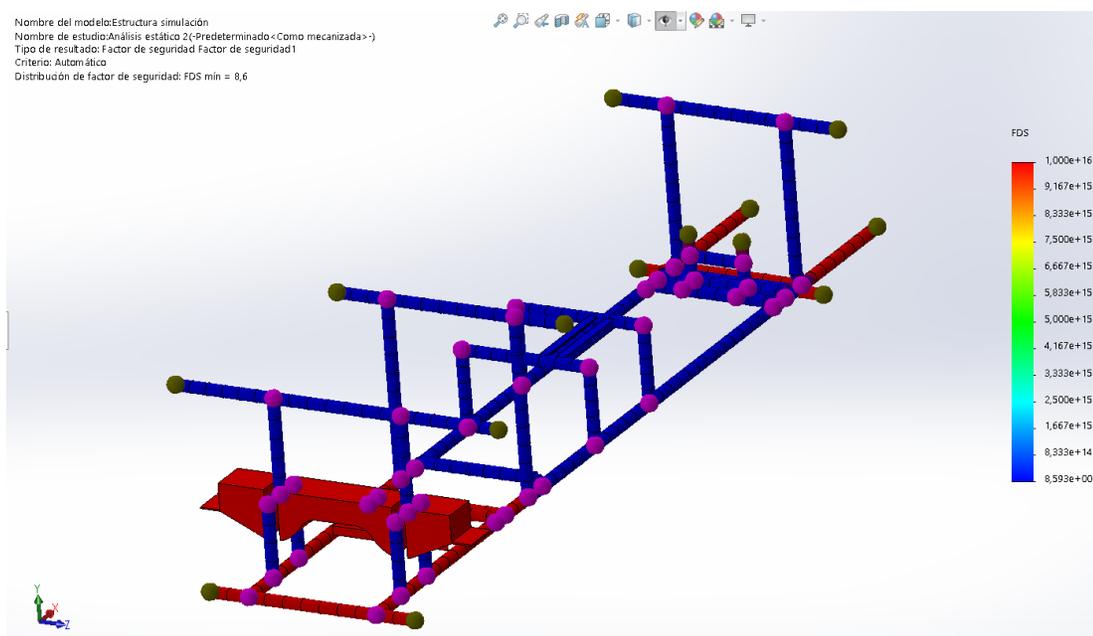


Nota. Se observa la simulación de fuerzas tensión axial y deflexión en el SolidWorks.

En la siguiente imagen se observa el análisis de fuerzas en toda la estructura luego de considerar todas las partes como son los bastidores y travesaños que también deben soportar un peso muy grande en la estructura por lo que se puede apreciar al ser más corta la medida tiende a ser más rígido y por ende a soportar una mayor fuerza que supera la 1 Kgf, pero esto no es muy recomendable recargar porque con el tiempo la soldadura puede desgastarse o el material mismo puede pandearse debido a la vida útil que tiene este.

Figura 16

Análisis del factor de seguridad



Nota. Se observa la construcción de los largueros y travesaños del chasis

3.2.5 Estimación de dureza del material

Para tubos de 0.2" [5.1 mm] y más en espesor de pared, se usarán los ensayos de simulación de dureza en el programa de SolidWorks. Cuando se utilice el ensayo de dureza, se puede usar una bola de 10 mm con una carga de 10000 kg, o una de 5 mm con una carga de 750 kg, a opción del fabricante es lo recomendable por un fabricante de vehículos.

Tabla 4*Estimación de dureza*

Resultados	Fy (Kg/ cm ²)	Fu (Kg/ cm ²)
valores dados por el fabricante	2531	4077
resultados de las pruebas por simulación	3423	4145

Nota. Se muestra la tabla comparativa de los valores del material dado por el fabricante con los valores obtenidos en las pruebas y los dados por el SAP 2000.

Para tubos de menos de 0.2" de espesor de pared se usará el ensayo de dureza en el software SolidWorks, por lo que para estos tubos menores de 0.065" [5.1 mm] de espesor de pared no se requiere ensayo de dureza para asegurar que no se tiendan. El ensayo de dureza y tensión se puede hacer sobre el exterior del tubo, cerca del extremo, sobre el exterior de una muestra cortada de un tubo, o sobre la pared de una sección transversal de una muestra cortada de un tubo, a opción del fabricante.

Este ensayo se hará de tal manera que la distancia desde el centro de la impresión al borde de la muestra sea al menos 2.5 veces el diámetro de la impresión. El ensayo de dureza y tensión se puede hacer sobre la superficie interna, sobre la sección transversal de pared, o sobre la cara externa de una muestra achatada, a elección del fabricante si se lo desea realizar en forma física y no simularlo.

3.3 Construcción y montaje de chasis

Para la elaboración de los largueros del chasis se utiliza un tubo cuadrado de 3 1/4" x 1 1/2" , el cual es el adecuado para soportar toda la tensión del prototipo, la medida de la esta pieza es de 3 metros donde se distribuirá todas las partes fijas y móviles del coche, el material debe ser de primera calidad, se aseguró que no tenga

ninguna falla de fábrica antes de cortarlo, se observa el tubo a ser utilizado y como se corta las piezas de los largueros.

Tabla 5

Medición, corte y soldadura de largueros

Detalle	Imagen
Corte y medida de largueros de chasis	
Largueros cortados	
Unión de largueros con suelda de electrodo	

Nota. Se observa construcción de largueros del chasis.

Los largueros del chasis son de 3 metros el cual será de un acero reforzado, posteriormente luego del análisis de fuerzas en los bastidores y travesaños que forman

toda la estructura del chasis donde se montaran todas las piezas del prototipo para calcular el peso que soporta esta estructura se utilizó la siguiente for Largueros para así identificar la carga que puede soportar esta parte del chasis que viene a ser la columna vertebral y será la parte que más esfuerzo realizara durante toda su vida útil que tendrá este prototipo.

Figura 17

Análisis de fuerzas en el larguero del chasis



Nota. Se observa la construcción de los largueros y travesaños del chasis.

Con los largueros lateral del bastidor delantero y trasero construido, cabe mencionar que este constituye una sola pieza por lo que, se procede a la construcción de los travesaños delanteros, traseros y principal así como la consola para el resorte, para la elaboración de todas estas partes fijas del coche se utiliza un tubo cuadrado de 2" (2*6cm), en la siguiente figura se puede observar cómo se elaboró la consola, el cual tendrá integrado toda las partes móviles del chasis como es el sistemas de frenado, para esto también se hizo una análisis de todo la estructura en el SolidWorks para asegurar que soporte todas las tensiones y esfuerzos que se vaya a realizar.

Figura 18*Consola delantera*

Nota. Elaboración de la consola para los resortes, volante y sistema de frenado.

La suspensión del coche es una parte prefabricada pero los soportes para la misma es elaborada manualmente de tubo cuadrado de 2" para asegurar su efectividad al momento de usarlo y este no vaya a partirse, además para la suelda se utiliza electrodos para una unión más segura esto con ayuda de un profesional como se sabe el material no debe sufrir calentamiento debido a esto se pude cambiar sus propiedades y en algún momento las piezas se pueden partir o separar en la soldadura, e la figura se observa cómo se construye el soporte para la suspensión del coche.

Así mismo la suspensión es una parte prefabricada por lo que no necesita ser sometido a un análisis de fuerzas o tensión ya que tiene la aprobación del fabricante de soportar la tensión a la cual va ser sometida.

Figura 19

Soporte de la suspensión delantera y trasera



Nota. Se muestra el soporte de la suspensión unida a la consola delantera.

Una vez construida las partes fijas tanto para la parte delantera y trasera, se procede a la instalar las partes móviles como es la dirección del prototipo esta es una parte móvil prefabricada así que no se tiene que realizar pruebas solo se realiza una adaptación física para este quepa en la estructura que está construyendo, esta parte móvil es de un Fiat, así mismo se monta los amortiguadores delanteros y traseros del automóvil.

Figura 20

Suspensión y dirección



Nota. Se observa cómo se monta la dirección de un carro Fiat y también el soporte y la suspensión montados a la estructura.

Para la dirección trasera la igual se construye una consola para la misma igual a la delantera en la cual se centrará con una dirección electro asistida o eléctrica por lo que nos ayuda a mejorar la movilidad del prototipo, además siendo esto uno de los objetivos del proyecto como se detalla en la siguiente imagen como se queda montada la consola para los amortiguadores traseros además se detalla los travesaños traseros que conforman la estructura que soporta todos los elementos del prototipo.

Los materiales utilizados en la elaboración de todas las partes traseras del prototipo son construidos por tubos cuadrados de 2", para la dirección eléctrica de tendrá el coche es al igual que la delantera una parte del Fiat la cual es adaptada a la estructura, así como la suspensión trasera por lo que el momento del montaje se realiza varias adecuaciones se redujo 5 cm del largo para que pueda a ser adaptado a los soportes de los mismos.

Figura 21

Dirección trasera y suspensión



Nota. Se observa todas las partes montadas en la parte trasera del coche

Una vez realiza todo el montaje de las partes que son el soporte del chasis, así como todas las partes móviles de prototipo se monta el sillón y las llantas para poder realizar las primeras pruebas, además de eso se realiza ajustes en cada pieza que fue necesario todo esto da como resultado el prototipo, se observa cómo están montadas las piezas móviles y fijas en el prototipo.

Figura 22

Prototipo montado todas las partes móviles y fijas



(a)



(b)

Nota. Se observa el montaje final de todas las piezas.

(a) Prototipo montado todas las partes móviles y fijas

(b) Se realizó el montaje final de todas las piezas

El principal objetivo durante el proceso de diseño y fabricación del prototipo es alcanzar el equilibrio entre las principales características del bastidor y de los travesaños, largueros laterales son los siguientes:

- Rigidez del prototipo
- Peso del chasis
- Costo beneficio

Las ventajas que presenta este tipo de estructura son el proceso de fabricación sencillo en comparación a los demás tipos de chasis, la facilidad al acceso y uso de los equipos necesarios. Por otro lado, las desventajas que presenta de construir un chasis desde cero de forma artesanal son las siguientes:

- elevados costos de fabricación
- aumento de peso del vehículo

Capítulo IV

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

- La simulación de la estructura en SolidWorks para el análisis de tensión y fuerza, arroja como resultado que el material elegido para la construcción el tubo cuadrado de $3\frac{1}{4}'' \times 1\frac{1}{2}''$ soporta una fuerza de 3391 N, por lo que se asegura que este material soporte el peso de todas las partes que van a ser montadas sobre la misma, se determina que la estructura puede soportar este peso máximo antes de que se pandee.
- Para realizar la suelda se lo realiza con por medio físico con electrodos de AGA 6011 para asegurar que el material de un espesor de 0.5 a 0.3 mm lo que es perfecto para el material elegido, lo que se notó en el proceso ensamblaje las medidas de cada una de las piezas no pueden fallar o ser distintas porque se descuadra, además los puntos de soldadura deben ser corridos.
- La dirección del Fiat tiene que ser reducida unos 5cm de cada lado para que pueda ser adaptada en el chasis, además de eso se realiza la adecuación de consolas para los amortiguadores y suspensión, debido a esto se tiene que el ángulo de giro se reduce en 3 grados frente al original.
- La estructura soporta la tensión máxima de $4,611 \times 10^5$ N/m² de elasticidad es decir que revisando en la tabla de detalles técnicos es la adecuada antes de que este se pandee por lo que en la simulación se concluye que los largueros deben ser no más de 3 metros o hasta los 3.5 metros. Si este aumenta la estructura no será segura ya que al tener una medida mayor tiende a aumentar su elasticidad y no será rígida sino flexible y frente al peso de 3391 N se pandeará o romperá.

4.2 Recomendaciones

- El material que se debe utilizar para ensamblar la estructura del chasis debe ser el que se simuló antes de construirlo si se cambia el grosor del tubo cuadrado este se puede pandear, además tiene que ser material de primera ya que al tener fallas este puede romperse o no soportar el peso que nos dice la simulación.
- Los electrodos que se eligen para la suelda no deben ser cambiados, además para unir los largueros, travesaños y consolas se debe utilizar le electrodo 6011 y no se puede cambiar debido a que si se lo hace la soldadura no será suficientemente fuerte para soportar el peso.
- Se recomienda para un posterior proyecto utilizar suelda tig o mig, así mismo como mejorar el material para que sea más resistente debido al presupuesto se realizar el ajuste para soldar con electrodos.
- Antes de construir una estructura de estas dimensiones se debe realizar una simulación para asegurar que la misma no sea defectuosa o pueda causar daños por qué se puede utilizar cualquier método para escoger el material y diseño de cualquier prototipo.
- Los amortiguadoras que se colocan en la estructura deben ser adecuados según el rin de los neumáticos que se coloca como referencia se toma que no tiene que tener más de 10cm de recorrido con respecto al chasis

Bibliografía

- Andrade, A., & Jaramillo, G. (2019). *Diseño y construcción del chasis para un Vehículo tipo buggy de la Fórmula Automovilística Universitaria (FAU)*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Avila, D., & Arias, D. (2010). *Propuesta de Mejora del Sensor de Giro de un Sistema de Dirección Electroasistida comandado por un simulador de Módulo Eléctrico montado sobre un Tablero Didáctico*. Quito: Universidad Internacional del Ecuador.
- Ayala, D. (2018). *Diseño e implementación de un sistema de frenos para un vehículo tipo fórmula*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.
- Bauzá, F. (2018). *Estudio del sistema de frenado en los vehículos ligeros*. Barcelona: Universitat Politècnica De Catalunya.
- Buñay, L. (2021). *Diseño e implementación del sistema de enfriamiento comandado por control inteligente para disco de frenos en un vehículo liviano*. Cuenca: Universidad Politecnica Salesiana.
- Chafla, L. (2012). *Construcción e implementación de un tablero didáctico del sistema de dirección asistida eléctricamente (EPS) para la escuela de ingeniería automotriz*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica del Chimborazo.
- Costa, J. (2019). *Diseño y fabricación de un chasis monocasco de cfrp para un monoplace de competición formula student*. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- Cumbicus, B., & Iglesias, D. (2021). *Optimización de tamaño de un chasis tubular para un vehículo eléctrico biplaza*. Cuenca: Universidad del Azuay.

- ESPE. (2021). *Obtenido de ESPE Sede Latacunga*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2021, de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz: <https://espe-el.espe.edu.ec/tecnologia-superior-en-mecanica-automotriz/>
- ESPE. (2021). *Tecnología Superior en Mecánica Automotriz*. Obtenido de ESPE Sede Latacunga: <https://espe-el.espe.edu.ec/tecnologia-superior-en-mecanica-automotriz/>
- Falconi, N., & Tamba, L. (2015). *Construcción de una maqueta del sistema de dirección electrónica de un Hyundai Accent 2008*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.
- García, R. (2016). *Estudio analítico de la transferencia de calor por convección que afectan los frenos de disco ventilados*. Bogota: Tecnura.
- García, R. A., Acosta, M. A., & Flórez, E. (2015). *Análisis del comportamiento de los frenos de disco de los vehículos a partir de la aceleración del proceso de corrosión*. Bogota: Revista Tecnura.
- Goncalves, R. (2016). *Los frenos y su evolución*. Recuperado el 02 de Noviembre de 2021, de Motor y Racing: <https://www.motoryracing.com/pruebas/noticias/los-frenos-y-su-evolucion/>
- GRIP. (2020). *GRIP*. Obtenido de <https://www.grip.com.uy/>
- Jara, J. (2016). *ESPE*. Recuperado el 6 de Enero de 2022, de Diseño y construcción de un prototipo de sistema estructural para un vehículo tricimotom adaptado para las necesidades de personas con capacidades especiales".: <https://slideplayer.es/slide/12673220/>
- Lavayen, B. (2016). *Análisis de funcionamiento y detección de fallas del sistema de dirección electro asistida del vehículo Toyota Prius 2010*. Guayaquil: Universidad Internacional del Ecuador.

- Llvisaca, C. (2018). *Diseño y construcción del sistema de dirección de un vehículo de competencia de fórmula SAE eléctrico*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- Ludeña, J. (2017). *Construcción de un banco didáctico de funcionamiento del sistema de frenos ABS Mazda BT-50 en la Universidad Tecnológica Equinoccial*. Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Paez, D. (2019). *Diseño de un banco de pruebas para analizar el comportamiento tribológico de los sistemas de frenos de disco automotrices*. Agosto: Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.
- Paucar, A. (2018). *Diseño y fabricación de un nuevo perfil metálico que se utilizará como bastidor auxiliar para los camiones HINO de hasta seis toneladas de peso utilizando el Método de Elementos Finitos MEF*. Quito: Universidad Internacional SEK.
- SOLDARCO. (2015). *Westarco*. Recuperado el 2022 de Enero de 15, de Electroodos SOLDARCO:
<https://www.westarco.com/westarco/sp/support/documentation/upload/catalogo-soldarco-revisado-9-10-2015.pdf>
- Treviño, A. (2019). *Estudio para el Diseño y Construcción de un Buggy para la Fórmula Automovilística Universitaria*. Riobamba: Universidad Internacional del Ecuador.

ANEXOS