



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO

AUTOMOTRIZ

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL

TÍTULO DE INGENIERO EN MANTENIMIENTO

AUTOMOTRIZ

TEMA: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PLATAFORMA

ELÉCTRICA VEHICULAR

AUTORES: VÍCTOR HUGO GUASGUA ANDRANGO

CRISTIAN FRENANDO SALAZAR CEVALLOS

DIRECTOR: ING. HERNÁNDEZ RUEDA ERIK PAUL MSC.

Ibarra, 2023

CERTIFICADO

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

En mi calidad de director del plan de trabajo de grado, previo a la obtención del título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, nombrado por el Honorable

Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de grado cuyo título es "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PLATAFORMA ELÉCTRICA VEHICULAR" presentado por el señor: Salazar Cevallos Cristian Fernando con número de cédula 1722365333 y el señor Guasgua Andrango Víctor Hugo con número de cedula 1723977391, doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 02 días del mes agosto del 2023.

Atentamente



Ing. Paul Hernández, MSc

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1722365333		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Salazar Cevallos Cristian Fernando		
DIRECCIÓN:	27 de Noviembre y Camilo Pompeyo Guzmán		
EMAIL:	cfsalazarc@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	022932036	TELÉFONO MÓVIL:	0987620925

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PLATAFORMA ELÉCTRICA VEHICULAR"
AUTOR (ES):	Salazar Cevallos Cristian Fernando, Guasgua Andrango Víctor Hugo
FECHA: DD/MM/AAAA	02/08/2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Paul Hernandez, MSc

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 07 días del mes de agosto de 2023

EL AUTOR:


Salazar Cevallos Cristian Fernando



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1723977391		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Guasgua Andrango Víctor Hugo		
DIRECCIÓN:	Tabacundo Panamericana norte Vía cajas Km 1 ½ Oe 25-018		
EMAIL:	vhguasgaaa@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	-	TELÉFONO MÓVIL:	0967390338

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PLATAFORMA ELÉCTRICA VEHICULAR"
AUTOR (ES):	Salazar Cevallos Cristian Fernando, Guasgua Andrango Víctor Hugo
FECHA: DD/MM/AAAA	02/08/2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Paul Hernández, MSc

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 07 días del mes de agosto de 2023

EL AUTOR:

Guasgua Andrango Víctor Hugo

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedico a Dios, ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera.

A mis padres; Juan y María por su amor y apoyo en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser su hijo, son los mejores padres.

A Liliana, Odalis e Isabel pues de no ser por ustedes quizá ni siquiera lo hubiese intentado, a mis hermanos: Jenny, Nelson, Henry y Byron por estar siempre presentes y siempre estar predispuestos en brindarme su ayuda, gracias hermanos

Para Luis Guasgua, que desde el cielo estarás muy orgulloso de mí, sé que esperábamos con ilusión este día y por ello quiero dedicarte mi esfuerzo de todos estos años pues fuiste quien más confiaba en mí.

Víctor Guasgua

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres Edgar y Eugenia, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy ahora. Me llena de orgullo y agradezco por el privilegio que me dio la vida de ser su hijo.

También agradezco a mi hermano Daniel por estar siempre presente y por el apoyo moral, que me brindo a lo largo de esta etapa, y como olvidarme de mi hijo Matias por darme la fuerza para seguir con este camino.

Y por último agradezco a mi novia Marcela por el apoyo incondicional y por retarme para que cada día ponga más ganas y pueda obtener esta meta importante en nuestras vidas.

Cristian Salazar

AGRADECIMIENTO

Agradezco a los docentes de la Carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad Técnica del Norte, por haber compartido sus conocimientos para formarme como un buen profesional, de manera especial, a los Ingenieros Paul Hernández y Carlos Mafla quienes con su conocimiento nos ayudaron a sacar adelante este trabajo de titulación.

Gracias a mis padres, hermanos, amigos y todo quienes son parte de mi vida y me brindan su apoyo.

Víctor Guasgua

Gracias a mis padres Edgar y Eugenia, a mi hermano Daniel, a mi novia Marcela y a mi hijo Matias por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

Agradezco a los docentes de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial, al Master Paul Hernández tutor y al Master Carlos Mafla opositor de nuestro proyecto de investigación quienes ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docentes.

Cristian Salazar

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PÁGINA

RESUMEN	xviii
ABSTRAC	¡Error! Marcador no definido.
INTRODUCCIÓN	xx
1 CAPITULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	1
1.1 OBJETIVOS.....	1
1.1.1 OBJETIVO GENERAL.....	1
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	1
1.3 ALCANCE	1
1.4 ANTECEDENTES.....	2
1.5 VEHÍCULO ELÉCTRICO	3
1.5.1 HISTORIA.....	3
1.5.2 DEFINICIÓN DE VEHÍCULO ELÉCTRICO	3
1.5.3 IMPACTO DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO SOBRE EL SISTEMA ENERGÉTICO	4
1.5.4 Eficiencia y sostenibilidad	5
1.5.5 Eficiencia energética.....	5
1.5.6 Autonomía.....	5
1.6 FUNCIONAMIENTO DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO	5
1.6.1 Propulsión de los vehículos eléctricos	6
1.6.2 Motores comunes en vehículos eléctricos.....	7
1.7 COMPONENTES PRINCIPALES DE UN VEHÍCULO ELÉCTRICO	8
1.7.1 Cargador.....	8

1.7.2	Batería.....	8
1.7.3	Convertor.....	8
1.7.4	Inversores.....	9
1.8	MOTOR ELÉCTRICO.....	9
1.8.1	Motor síncrono.....	9
1.8.2	Motor síncrono de imán permanente.....	10
1.9	RECARGA DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS.....	11
1.9.1	Puntos de recarga.....	12
1.10	SOLDADURA.....	13
1.10.1	Soldadura smaw.....	13
1.10.2	Soldadura MIG/mag.....	15
1.11	DISEÑO DE LA PLATAFORMA.....	16
1.11.1	COMPONENTES DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN.....	16
1.12	PARÁMETROS GEOMÉTRICOS.....	18
1.12.1	Ángulo camber.....	18
1.12.2	Angulo caster.....	19
1.13	VEHÍCULO MONOPLAZA.....	19
1.13.1	Distancia entre ejes (WHEELBASE).....	19
1.13.2	Ancho de vía (TRACK).....	19
2	CAPITULO II MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
2.1	MATERIALES Y EQUIPOS.....	21
2.1.1	Materiales.....	21
2.2	Equipos.....	30
2.2.1	Soldadura eléctrica.....	30
2.2.2	AMOLADORA Y TALADRO.....	31
2.3	METODOLOGÍA.....	31
2.3.1	Normativa.....	33

2.3.2	diseño del bastidor	33
2.3.3	Simulación del bastidor.....	34
2.3.4	Análisis de cargas en bastidor con tubo redondo.....	34
2.3.5	Análisis de tensión bastidor tubo cuadrado	37
2.3.6	Desplazamiento estático.....	38
2.3.7	Construcción del bastidor	41
2.3.8	CONSTRUCCIÓN SUSPENSIÓN	42
2.3.9	Calculo distribución de masas	43
2.3.10	Suspensión delantera.....	43
2.3.11	diseño de mesas.....	45
2.3.12	FABRICACIÓN de soportes para la suspensión	47
2.3.13	INSTALACIÓN de la DIRECCIÓN	48
2.3.14	INSTALACIÓN de ejes posteriores	49
2.3.15	INSTALACIÓN de frenos	49
2.3.16	TRANSMISIÓN	50
2.3.17	CALCULO DE RELACIÓN DE TRANSMISIÓN EN CAJA DE TRANSFERENCIA.....	52
2.3.18	INSTALACIÓN de asiento.....	52
2.3.19	INSTALACIÓN motor	53
2.3.20	FABRICACIÓN de catalina	54
2.3.21	INSTALACIÓN caja	54
2.3.22	CONSTRUCCIÓN de piso y caja protectora de BATERÍA	55
2.3.23	INSTALACIÓN de chumacera.....	56
3	CAPITULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN	56
3.1	Pruebas de campo.....	56
3.1.1	Prueba con 1 persona	60
3.1.2	Prueba con 2 personas.....	61

4	CAPITULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	63
4.1	CONCLUSIONES	63
4.2	recomendaciones	63
5	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
6	ANEXOS	67

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1.1 Tabla Dimensiones mínimas para plazas de estacionamiento vehicular	8
Tabla 2.1 Materiales	21
Tabla 2.2 Características Motor.....	22
Tabla 2.3 Características Diferencial.....	23
Tabla 2.4 Características Controlador	23
Tabla 2.5 Características Caja Dirección.....	25
Tabla 2.6 Características Mangueta	26
Tabla 2.7 Características Bomba de Freno	26
Tabla 2.8 Características Tubo Cuadrado	28
Tabla 2.9 Características neumáticos delanteros	29
Tabla 2.10 Características neumáticos traseros	29
Tabla 2.11 Características rin delantero	29
Tabla 2.12 Características rin trasero	30
Tabla 2.13 Especificaciones de la soldadora	30
Tabla 2.14 Especificaciones de la Amoladora	31
Tabla 2.15 Especificaciones del taladro.....	31
Tabla 2.16 Características acero	34
Tabla 2.17 Características físicas	43

Tabla 2.18 Características suspensión	43
Tabla 2.19 Longitud mesas	45
Tabla 2.20 Número de dientes de piñón	51
Tabla 3.1 Resultados.....	59
Tabla 3.2 Resultados una persona.....	60
Tabla 3.3 Resultados dos personas.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

PÁGINA

Figura 1.1	Esquema básico de un VE.....	6
Figura 1.2	Sistema de propulsión de los VE	6
Figura 1.3	Tipos de motores en vehículos eléctricos	7
Figura 1.4	Motor Asíncrono	10
Figura 1.5	Motor síncrono de imanes permanentes.....	11
Figura 1.6	Soldadura SMAW	14
Figura 1.7	Equipo de Soldadura	15
Figura 1.8	Elementos de la suelda MIG/MAG.....	16
Figura 1.9	Brazo de suspensión.....	16
Figura 1.10	Resortes.....	17
Figura 1.11	Amortiguador	17
Figura 1.12	Rotula	18
Figura 1.13	Camber	18
Figura 1.14	Caster	19
Figura 1.15	Distancia entre ejes (Wheelbase)	19
Figura 1.16	Ancho de vía (Track)	20
Figura 2.1	Motor.....	22
Figura 2.2	Diferencial.....	22
Figura 2.3	Controlador	23
Figura 2.4	Batería	24
Figura 2.5	Caja de Dirección.....	24
Figura 2.6	Mangueta.....	25
Figura 2.7	Bomba de Freno	26
Figura 2.8	Volante	27
Figura 2.9	Platinas de Acero	27
Figura 2.10	Perfil tubo cuadrado	29
Figura 2.11	Diagrama de flujo procesos metodológicos	32
Figura 2.12	Dimensiones del chasis Normativa CIK-FIA	33
Figura 2.13	Diseño Bastidor programa CAD	34
Figura 2.14	Simulación SolidWorks tubo redondo	35
Figura 2.15	Simulación cargas	36
Figura 2.16	Simulación SolidWorks tubo cuadrado.....	37
Figura 2.17	Simulación Cargas	37
Figura 2.18	Simulación desplazamiento estático	38
Figura 2.19	Análisis de cargas.....	39
Figura 2.20	Propiedades físicas.....	40
Figura 2.21	Construcción de Chasis.....	41
Figura 2.22	Soldado de Estructura	41
Figura 2.23	Construcción chasis.....	42
Figura 2.24	Distancia entre ejes	42
Figura 2.25	Suspensión	44

Figura 2.26	Diseño mesa	45
Figura 2.27	Mesa superior.....	46
Figura 2.28	Sistema de regulación de camber.....	46
Figura 2.29	Punto de unión con la araña	47
Figura 2.30	Soportes y Suspensión	48
Figura 2.31	Instalación dirección	48
Figura 2.32	Eje posterior	49
Figura 2.33	Frenos de tambor.....	50
Figura 2.34	Adaptación para frenos	50
Figura 2.35	Acople del asiento.....	53
Figura 2.36	Base de motor.....	53
Figura 2.37	Fabricación de acople.....	54
Figura 2.38	Base de caja.....	55
Figura 2.39	Elaboración de piso	55
Figura 2.40	Fabricación base.....	56
Figura 3.1	Trayectoria 1	57
Figura 3.2	Trayectoria 2	57
Figura 3.3	Trayectoria 5	58
Figura 3.4	Trayectoria 4	58
Figura 3.5	Trayectoria 3	58

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
Anexo I Gastos del proyecto	67
Anexo II Pruebas dinamómetro	68
Anexo III Ensamble eje transmisión.....	68
Anexo IV Ensamblaje del eje de caja para colocar cadena	69
Anexo V Ensamblaje sistema de frenos.....	69
Anexo VI Ensamblaje de motor y cableado eléctrico.....	70
Anexo VII Proceso de medición y corte de los materiales	70
Anexo VIII Proceso de manufactura	71
Anexo IX Proceso de soldadura	71

RESUMEN

El presente trabajo de investigación hace referencia al “Diseño y construcción de una plataforma eléctrica vehicular” En un principio se recopiló información sobre las medidas adecuadas para un monoplaza haciendo énfasis en el ancho y largo, además, se investigó sobre los sistemas necesarios respecto a la propulsión eléctrica. El diseño de la plataforma se lo realizó en SolidWorks, este software permitió realizar simulaciones de cargas sobre el bastidor. Los sistemas complementarios como son: suspensión, dirección, frenos y sistema eléctrico son de construcción sencilla, pero cumplen con sus funciones adecuadamente. Para el enfoque específico del trabajo, que es la propulsión eléctrica se tomaron en cuenta el peso total del proyecto que era de 295kg, obteniendo una autonomía de 8km con una velocidad promedio de 15km/h. Para lograr la propulsión del vehículo se utilizó un motor de 2500W y era necesario conseguir una batería de 60 V y 20 A, de esta manera usando una conexión serie-paralelo entre las pilas de litio que cada una tiene 3.7 V se consiguió estos valores. Finalmente fue necesario un módulo de control capaz de ejecutar el encendido, aceleración y carga de batería de manera simultánea para el motor eléctrico. Una vez terminada la construcción de la plataforma fue necesario realizar pruebas de campo en las cuales dieron como resultado que el proyecto sea capaz de culminar una ruta urbana cotidiana de 8km en un tiempo estimado de 2 horas y media con una velocidad media de 15km/h para cuidar sobrecalentamientos.

ABSTRACT

The present work refers to the "design and construction of an electric vehicle platform". At a first stage, information was collected for a single-seater vehicle with an emphasis on the width and length, in addition, it was investigated about the necessary systems with respect to an electric powered vehicle. The design of this platform was created with SolidWorks, this software made it possible to perform load simulations on the frame. The complementary systems such as: suspension, steering, brakes, and electrical systems are of a simple construction, but they perform their functions appropriately. For the specific approach of the work, which is the electric propulsion, we considered the total weight of the project, which was 295kg, obtaining an autonomy of 8km with an average speed of 15km/h. To achieve the propulsion of the vehicle a 2500W motor was used and a 60V and 20A battery was needed, in this way using a series-parallel connection between the lithium batteries that each have 3.7 V, these values were achieved. Finally, a control module capable of executing ignition, acceleration and battery charging simultaneously for the electric motor was required. Once the construction of the platform was concluded, it was necessary to perform a field test which has to prove that the project is capable of complete a daily urban route of 8km in an estimated time of 2 hours and a half with an average speed of 15km/h in order to avoid overheating.

INTRODUCCIÓN

La importancia de tener una transición de motores de combustión a motores eléctricos va en aumento cada día, lo cual afecta directamente a la movilidad y la eficiencia con la cual la realizamos, de ahí nace la propuesta de diseñar y construir una plataforma eléctrica de fácil adaptación y bajos costos para su producción.

Debido al recambio en la propulsión automotriz que se realiza para con el fin de precautelar nuestros recursos, esta propuesta es la base de un vehículo eléctrico la cual puede ser modificada en su estructura superior sin que afecte de manera sustancial su autonomía y desempeño.

Este trabajo tiene como finalidad guiar en la construcción de vehículos monoplaza e incentivar a futuras regeneraciones a enfocarse en la propulsión eléctrica e invertir en esta industria, puesto que de esta manera se podrá en un futuro bajar aún más los costos tanto de producción como de respuestas.

Este documento presenta una guía fácil de leer y la construcción de esta plataforma, enfatizando que la mayoría de sus componentes fueron adquiridos en nuestra región local y a precios razonables.

1 CAPITULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GENERAL

Construir una plataforma eléctrica multi-vehicular de fácil adaptación, para la creación de un monoplaza prototipo con base eléctrica.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los componentes para la construcción de una plataforma eléctrica.
- Construir una plataforma vehicular con las dimensiones adecuadas para un monoplaza.
- Construir un prototipo de vehículo eléctrico de baterías.
- Demostrar por medio de pruebas técnicas la eficiencia del proyecto planteado.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Un ciudadano común en nuestro medio utiliza el vehículo de combustión interna por alrededor de 1,5 horas por día, siendo esta la necesidad de utilizar un medio de transporte eficiente y sin incurrir en elevados costos de adquisición en vehículos más comunes de nuestro medio.

De ahí la necesidad de contar con una plataforma eléctrica de fácil adaptación que cumpla con las medidas de seguridad, confort y se pueda modificar su configuración sin la necesidad de realizar muchos cambios.

El diseño de una plataforma eléctrica vehicular sirve como base para el desarrollo de prototipos de vehículos eléctricos en nuestro medio ya que el contar con un prototipo de plataforma eléctrica vehicular de base, esto estimulará a realizar más inversión en vehículos totalmente eléctricos.

1.3 ALCANCE

El proyecto está enfocado al sector automovilístico que demande de pocas horas de autonomía vehicular, puesto que un vehículo eléctrico en nuestro medio cuenta con una autonomía máxima de 50 km, dependiendo del relieve del terreno en el cual transita.

El alcance de este proyecto tiene como tope la realización de un chasis o plataforma eléctrica vehicular la misma que cuenta con el sistema de dirección y transmisión con control desde el volante de conducción.

1.4 ANTECEDENTES

Los vehículos eléctricos son los menos contaminantes en la actualidad. Pueden funcionar usando pocos combustibles derivados del petróleo o, incluso, no llegar a usarlos.

Un kilo de baterías equivale a unos 20 g de combustible. La autonomía típica de un VEB oscila entre 100 y 200 km, frente a uno convencional que es de unos 500 km de media.

A los VEB (Vehículo eléctrico con baterías) se les llama de emisiones cero (VEC), pues no producen ninguna contaminación relativa a las emisiones. (Secundino, 2011)

Las baterías suelen ser el componente más caro de los vehículos eléctricos, además de requerir un alto mantenimiento o recambio. El elevado coste se reduciría si la producción de vehículos de este tipo fuera mayor y se invirtiera más en el desarrollo tecnológico. (Secundino, 2011)

Un automóvil eléctrico tiene cero emisiones de efecto invernadero porque depende de una batería para alimentar su motor y no quema ningún combustible internamente. También requieren menos cantidad de líquidos dañinos y contaminantes, como el aceite de motor y refrigerantes. (Motors, 2021)

El primer coche eléctrico data de 1834, mientras que el motor de combustión interna, más complejo que un motor eléctrico, no llegó hasta 1861. La comercialización de coches eléctricos comenzó en 1852, pero esos primeros vehículos eléctricos no usaban baterías recargables. Éstas no llegarían hasta finales del siglo XIX gracias a que las invenciones de los franceses Gastón Planté y Camille Fauré. (Murias, 2019)

Desde su fabricación los vehículos siguen una línea de diseño que garantiza el funcionamiento con una configuración rentable para sus propietarios, es este hecho que resulta muy complicado realizar nuevas configuraciones utilizando la misma plataforma, puesto que se incurriría en temas de derechos de autor y problemas legales por el cambio de diseño de estos vehículos.

Las plataformas convencionales presentan una configuración basada en el funcionamiento de un motor de combustión, dando por consecuencia una configuración casi obsoleta para el rediseño.

1.5 VEHÍCULO ELÉCTRICO

1.5.1 HISTORIA

El vehículo eléctrico empezó a fabricarse a partir del año 1832 en Europa, fue uno de los primeros automóviles que se desarrollaron. El primer vehículo se llamó “ABAM de Berlín, la Gottfr.Hagen de Colonia y Krieger de Paris 30 km/h 100 km” (Endesa, Endesa S.A., 2013) Entre los años 1906 y 1940 la estadounidense Anderson Electric Car Company en Detroit produjo alrededor de 40.000 unidades, estos autos alcanzaban una velocidad máxima de unos 40 kilómetros por hora y recorrió unos 80 kilómetros antes de que necesitara recarga en sus baterías. (BBC, 2016) De manera resumida el vehículo eléctrico, pasó por diferentes modificaciones y fueron varios los atenuantes que hicieron que este tipo de vehículo esté en el mercado, considerando la protección del medio ambiente y la comodidad de quien lo utilice.

A lo largo del tiempo se fueron creando diferentes modelos, en diferentes partes del mundo, de esta manera empezó la competencia entre los fabricantes y la necesidad de añadirle valor a los modelos ya existentes y a su vez el captar más clientes y satisfacer sus necesidades. Esto hizo el implementar nuevas y modernas aplicaciones, tecnología, tamaños, modelos, entre otros factores importantes para atraer a los compradores más exigentes. En el Ecuador los vehículos eléctricos serán un factor de importancia relevante, pero para esto se debe llevar capacitaciones tanto para quien adquiera el vehículo como para la casa automotriz que lo fabrique. En el país existen diferentes marcas como Nissan, Renault, KIA y BYD que introducirán este tipo de vehículos al mercado local, y se ven en la obligación de instruir a la demanda para el correcto uso y manejo del vehículo eléctrico, el objetivo es el aporte al cambio de la matriz productiva y energética, logrando así la sustitución de vehículos importados y generar nuevas plazas de empleo a quienes se dediquen a esta actividad y reducir las afectaciones que se dan por el uso del combustible fósil.

1.5.2 DEFINICIÓN DE VEHÍCULO ELÉCTRICO

Los vehículos eléctricos utilizan la energía química acumulada en baterías recargables, y son propulsados por la fuerza generada por un motor eléctrico, y estos motores pueden ser

instalados en el sistema eléctrico para ser recargables, la batería está mientras el vehículo está en marcha.

Un motor eléctrico convierte la energía eléctrica en energía mecánica mediante la acción de un campo magnético, dentro del cual hay un elemento conductor que tiende a moverse en el campo magnético. Estos motores presentan una serie de ventajas frente a los motores de combustión interna, empezando por una mayor masa, peso y sencillez. El uso de tales motores tiene ventajas desde el punto de vista ambiental, ya que pueden reducir el nivel de emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera.

1.5.3 IMPACTO DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO SOBRE EL SISTEMA ENERGÉTICO

El Ecuador es uno de los países más ricos del mundo debido a que cuenta con una ubicación privilegiada en la zona tropical del planeta lo cual le permite contar con importantes recursos energéticos renovables y no renovables, entre los que se destacan el solar, el hídrico, el eólico y el petróleo por el gran potencial que presentan para la generación de electricidad (Biocomercio, 2014) El primordial interés de fabricar vehículos eléctricos es por las constantes afectaciones al medio ambiente y por ende esto conlleva al calentamiento global, sin duda alguna el impacto que trae este tipo de vehículos sobre el sistema energético es bastante importante para de esta forma reducir contaminaciones al planeta por los combustibles fósiles.

Las importantes evoluciones que el sistema energético ha tenido en los últimos años obligan a este sistema a analizar y considerar los más relevantes esfuerzos por realizar cambios significativos sobre los recursos hidroeléctricos con los que cuenta el país, llevando a cabo una planificación de las opciones que pueden ser incorporadas en este sistema y sobre todo que esta planificación sea a largo plazo con el propósito de inducir a un cambio positivo para el país. El gobierno nacional a través de su ministerio de electricidad y energía renovable acota que “la eficiencia energética es realizar un aprovechamiento óptimo de la energía y ello no implica a renunciar a la calidad de vida sino a obtener los mismos bienes, servicios y realizar las mismas actividades sin desperdiciarla” (renovable, 2015) analizando aquello se puede notar que la eficiencia energética requiere de pilares fuertes para avanzar con medidas que sean vitales e indispensables para lograr mejores resultados en la matriz productiva y energética y dentro de estas medidas está la fabricación de vehículos eléctricos, pero se debe de llevar a cabo un plan piloto para que el mismo tenga excelente acogida.

1.5.4 EFICIENCIA Y SOSTENIBILIDAD

La fabricación de un vehículo eléctrico conlleva a considerar distintos factores y ver el grado de eficiencia que repercute la implantación de este tipo de vehículos en el país, tomando en cuenta las necesidades de quien lo adquiera y el efecto positivo que genere al medio ambiente, sin dejar de lado el crecimiento económico del Ecuador. El Gobierno del Ecuador, a través del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), tiene como uno de sus principales objetivos el mejorar el desempeño energético del sector industrial, para lo cual implementó el Proyecto: “Eficiencia Energética”. Primeramente, debemos conocer que el sector energético es una rama estratégica de la economía de cualquier país del mundo, dado que los recursos naturales constituyen la base de los tres pilares del desarrollo sostenible que son económico, social y medioambiental, prueba de ello es la importancia que ha dado el Gobierno en su nuevo período de gestión para impulsar la diversificación de la matriz energética en el Ecuador. (Rodríguez, 2013)

1.5.5 EFICIENCIA ENERGÉTICA

La eficiencia de los vehículos eléctricos es aproximadamente 3 veces más que los de combustión. No consume energía cuando no está en movimiento, a diferencia de los motores actuales, que continúan funcionando incluso estando en ralentí. Sin embargo, considerando la eficiencia de la rueda de los eléctricos, sus emisiones son comparables a la eficiente de un motor de gasolina o de diésel, ya que, en la mayoría de los países, la generación de electricidad se basa en combustibles fósiles. (Valera, 2011)

1.5.6 AUTONOMÍA

Muchos de los diseños tienen un alcance limitado, debido a la baja densidad de energía de las baterías en comparación con el combustible de los vehículos de combustión interna. Los eléctricos con frecuencia también tienen largos tiempos de recarga en comparación con el proceso relativamente rápido de recarga de un tanque de combustible. "La ansiedad de autonomía" es uno de los puntos pendientes de la gama de los eléctricos. (Valera, 2011)

1.6 FUNCIONAMIENTO DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO

Los vehículos eléctricos tienen esencialmente un motor eléctrico montado en los cubos de las ruedas para convertir la energía cinética de las ruedas en electricidad y así recargar la batería mediante el frenado regenerativo. Es importante señalar que los coches eléctricos tienen motores más adecuados a los diseños convencionales, ya que se obtienen motores más potentes, a pesar de que tienen una pérdida de rendimiento por el rozamiento, mientras que

los vehículos con motor independiente en cada rueda evitarán la pérdida de transmisión. Los coches eléctricos tienen un sistema de admisión eléctrica con un controlador que almacena la energía de la batería y la transfiere al motor eléctrico. La velocidad de un vehículo eléctrico se genera a partir de la energía que se obtiene cuando la unidad de control está conectada al pedal del acelerador del vehículo. La creación de vehículos eléctricos está destinada principalmente a las zonas urbanas debido al volumen de tráfico.

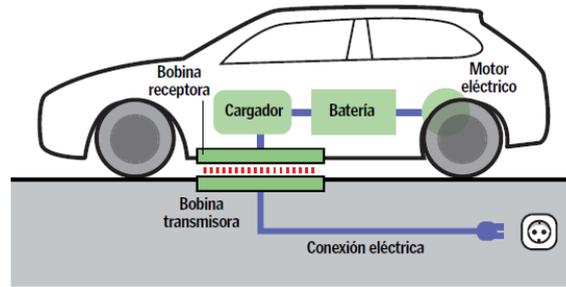


Figura 1.1 Esquema básico de un VE

El vehículo eléctrico posee un sistema de tracción eléctrico el mismo que cuenta con un controlador que acumula la energía de la batería y la envía al motor eléctrico. La velocidad del vehículo eléctrico se genera por la energía obtenida al vincular el controlador con el acelerador del vehículo. La creación del vehículo eléctrico está especialmente dada para entornos urbanos debido al tráfico vehicular.

1.6.1 PROPULSIÓN DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

La figura 1.2 ilustra el diagrama a bloques funcional de un sistema de propulsión de un VE, donde las flechas delgadas son señales, y las gruesas representan el flujo de potencia.

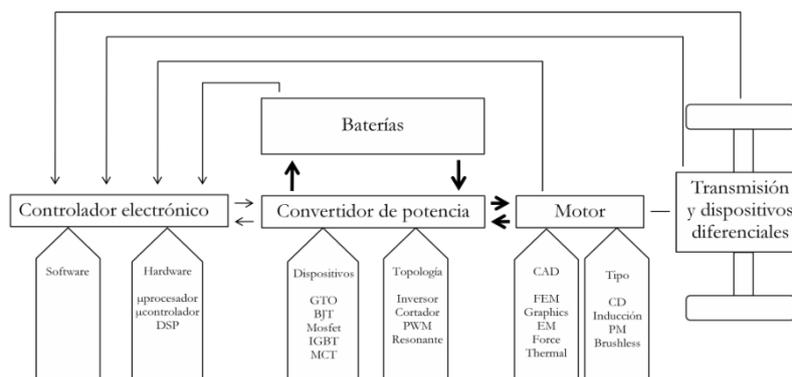


Figura 1.2 Sistema de propulsión de los VE

Debido a la posibilidad de frenado regenerativo el flujo de potencia es reversible. Dependiendo de la estrategia de control del motor y los datos obtenidos de los sensores, se proporcionan al controlador electrónico las señales que se envían al convertidor de potencia. Estas señales son amplificadas para activar los dispositivos de potencia. Finalmente, el motor se interconecta con las ruedas a través del sistema de transmisión. Los vehículos eléctricos utilizan dos motores (Nissan FEV) o más, y en otros casos solo uno (GM impact 4, BMW E1/E2, y U2001).

1.6.2 MOTORES COMUNES EN VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

De la búsqueda de las diferentes marcas y modelos de vehículos eléctricos se ha encontrado que se utilizan principalmente cinco tipos de motor que son, motor DC, motor asíncrono o de inducción, motor síncrono de flujo axial, motor síncrono de imanes permanentes y motor tipo Brushless o sin escobillas; cada uno de estos tipos de motor con prestaciones diferentes dependiendo del objetivo para el cual sea diseñado el vehículo, se encuentran desde vehículos pequeños para máximo dos pasajeros, hasta camionetas o minivan de mayor capacidad, por otro lado no todos los modelos de vehículos eléctricos ubican el motor en la parte delantera del mismo, en algunos casos los motores se encuentran montados sobre las mismas ruedas, cada una de estas ubicaciones con ventajas y desventajas.

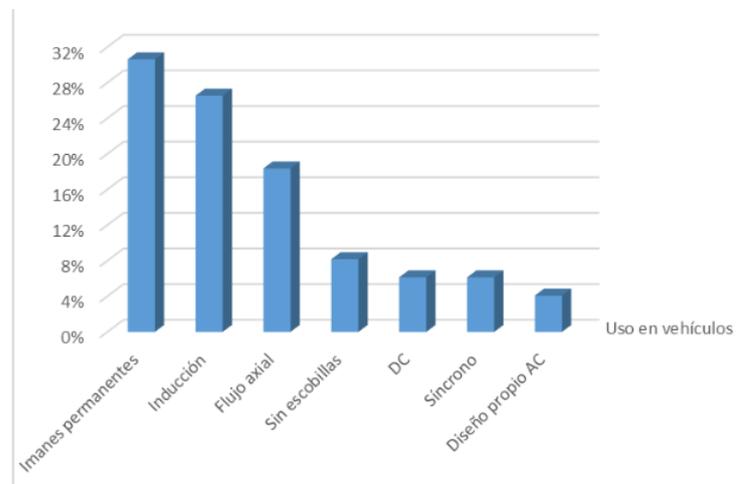


Figura 1.3 Tipos de motores en vehículos eléctricos

Dimensiones mínimas para plazas de estacionamiento vehicular, NTE INEN 2248. (2016).

Tabla 1.1 Tabla Dimensiones mínimas para plazas de estacionamiento vehicular

TIPO DE VEHÍCULO	DIMENSIONES MÍNIMAS (mm)		
	a	b	h
L	2400	2400	2200
N1 Y M1	2400	5000	2200
M2	2400	5400	2600
SC	3500	5400	2600

a= ancho

b= longitud

h= altura mínima

1.7 COMPONENTES PRINCIPALES DE UN VEHÍCULO ELÉCTRICO

Un vehículo eléctrico se compone básicamente de los siguientes elementos:

1.7.1 CARGADOR

El cargador o transformador convertidor es aquel elemento que absorbe la electricidad de forma alterna directamente desde la red y la transforma en corriente continua, para así poder cargar la batería principal. (Camila, 2017).

1.7.2 BATERÍA.

Las baterías de Litio-ion almacenan la energía que le cede el cargador en forma de corriente continua (DC). Esta batería principal es el medio por el que se alimenta todo el coche eléctrico. En los coches que tienen un motor eléctrico de corriente continua, esta batería iría directamente conectada al motor. En cambio, en los coches eléctricos que tienen un motor eléctrico de corriente alterna, la batería va conectada a un inversor. (Camila, 2017).

1.7.3 CONVERTOR.

El convertor transforma la alta tensión de corriente continua, que aporta la batería principal, en baja tensión de corriente continua. Este tipo de corriente es el que se utiliza para alimentar las baterías auxiliares de 12 V, que son las que alimentan los componentes auxiliares eléctricos del coche. (Camila, 2017).

1.7.4 INVERSORES.

Los inversores u onduladores son los encargados de transformar la corriente continua que cede la batería principal, en corriente alterna. De esa manera se puede alimentar el motor en corriente alterna del coche eléctrico. En el caso de un vehículo con el motor en corriente continua, este componente no se requiere. (Camila, 2017).

1.8 MOTOR ELÉCTRICO.

El motor de un vehículo eléctrico puede ser un motor de corriente alterna o de corriente continua. La diferencia entre estos los dos tipos, principalmente, es la forma de alimentación. El de corriente continua se alimenta directamente desde la batería principal, y el de corriente alterna se alimenta a través de la energía que emite la batería previamente transformada en corriente alterna a través del inversor, (Camila, 2017).

1.8.1 MOTOR SÍNCRONO.

Este tipo de motor eléctrico se caracteriza por que su velocidad de giro es proporcional a la frecuencia de la red de corriente alterna que lo alimenta. Utiliza el concepto de un campo magnético giratorio producido por estator, su rotor está conformado por electroimanes o imanes permanentes que giran sincrónicamente con el campo del estator.

Se pueden encontrar dos tipos de flujo magnético permanente en el rotor. Los que disponen de una bobina en el rotor, la que se alimenta desde el estator y los que poseen imanes permanentes en el rotor. En el primer tipo de motor síncrono se utilizan escobillas para el contacto entre el rotor y el estator lo que significa pérdidas. En el segundo tipo de motor se reemplaza la estructura de polos y embobinados en el rotor por imanes permanentes.

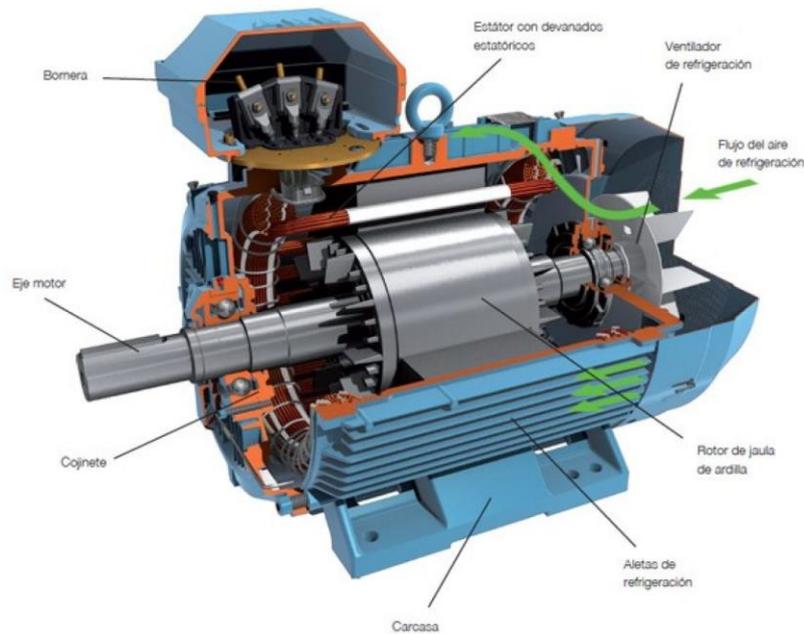


Figura 1.4 Motor Asíncrono

Al conectar el devanado trifásico del estator a una red externa de alimentación, la corriente trifásica que circulará por las bobinas del estator generará una onda giratoria, lo que a su vez dará un campo giratorio de igual velocidad.

1.8.2 MOTOR SÍNCRONO DE IMÁN PERMANENTE.

El imán que posee en el centro gira a una velocidad constante síncrona con la rotación el Campo magnético. La velocidad del motor que está conectado a una red trifásica es constante y está regida por la frecuencia de la red. A mayor número de electroimanes, se produce que el campo magnético gire a la mitad. Cuando los bordes de los imanes alcanzan su límite de funcionamiento, un detector, como

Un sensor de efecto Hall que está alojado en el estator, avisando que requiere un mantenimiento.



Figura 1.5 Motor síncrono de imanes permanentes

1.8.2.1 Principio de funcionamiento

Su principio de funcionamiento se fundamenta en que los imanes permanentes están fijos al eje de rotación produciendo la creación de un flujo magnético constante. Este flujo generalmente tiene una magnitud constante. Al pasar energía por las bobinas del estator se crea un campo magnético rotario, el que es controlado a través del estator. La interacción de los flujos del rotor y el estator generan torque. Como el estator se encuentra fijo al rotor este comienza a girar produciendo energía mecánica útil.

1.9 RECARGA DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS.

La recarga es un proceso que va desde minutos hasta horas. La principal ventaja de los vehículos eléctricos es recargarlos en la noche, cuando la demanda energética es muy baja, para utilizar mejor la potencia generada en un país.

Durante el proceso de carga, con ayuda de ventiladores las baterías se conservan a una temperatura controlada. El tiempo de carga depende del amperaje y voltaje, una toma doméstica no admite una recarga rápida. Cuanto más vacías están las baterías, más rápido se recargan. Cuanto más llenas, más cuesta que se llenen.

Es decir, la primera mitad de carga es rápida, mientras que la otra mitad se demora en cargar. Si el vehículo no se usa en días, va perdiendo la carga por limitaciones electroquímicas, y si hace frío se descarga más rápido.

1.9.1 PUNTOS DE RECARGA

La capacidad limitada de las baterías en los vehículos eléctricos hace que la recarga de energía sea más estricta en los VE que en los vehículos de combustión interna. La introducción del vehículo eléctrico no es únicamente un cambio tecnológico, sino que, además, conlleva un cambio en el comportamiento de los usuarios. La recarga del vehículo es un factor decisivo en la planificación de viajes, trayectos y tiempos, por lo que es importante tener una amplia red de abastecimiento capaz de satisfacer las necesidades de los usuarios.

El vehículo eléctrico necesita de una fuente de suministro para su recarga. Los puntos de recarga necesitan la potencia requerida que deberá ser variable dependiendo de varios parámetros como son: la potencia, la franja horaria de recarga, las incidencias en la red, los perfiles de recarga del usuario, entre otros.

Según los perfiles de los usuarios los puntos de recarga se podrían clasificar en los siguientes parámetros:

- Vías públicas.
- Parqueaderos eléctricos.
- Recarga en residencias privadas.
- Estaciones de servicio eléctricas (electro linero).

1.9.1.1 Recarga en la vía pública

Brinda facilidad a los propietarios de los vehículos eléctricos en alcanzar a la recarga de su vehículo en el transcurso de su trabajo o paseo familiar, obteniendo una mayor autonomía disponible.

La recarga en la vía pública, debe ser entregada como un complemento en caso de necesidad. Hay que tener en cuenta que el vehículo eléctrico tarda en cargarse 8 horas aproximadamente y a más de esto, siempre habrá más de un usuario que requiera recargar su batería.

1.9.1.2 Recarga en parqueaderos eléctricos

Tomando en cuenta la movilidad sostenible y que cada vez los medios de transporte crecen más y de forma satisfactoria, al ofrecer a los usuarios comodidad y rapidez; la opción más factible, son los parqueaderos eléctricos públicos y privados que son adecuados mientras los vehículos no están siendo usados.

1.9.1.3 Recarga en residencias privadas

Es la más importante debido a que la mayoría de los usuarios guardan el vehículo en su residencia y en especial por las noches, donde el vehículo estará unas 10 horas detenido y es cuando la opción de recargar su vehículo resulta beneficiosa.

1.10 SOLDADURA

La variedad de métodos y equipos de soldadura en la industria es muy amplia, debido a que cada uno de ellos presenta unas peculiaridades, en forma de ventajas y limitaciones de uso, que hacen de cada uno de ellos un determinado trabajo orientativo.

Los equipos de soldadura se dividen en métodos de soldadura por arco, soldadura por llama o soldadura por resistencia. En esta clasificación, a su vez, se puede distinguir entre procedimientos de soldadura homogéneos, autógenos y heterogéneos suaves o fuertes.

Para la industria automotriz, estos son los métodos de soldadura más comunes utilizados en las reparaciones:

1.10.1 SOLDADURA SMAW

El proceso de soldadura por arco es uno de los más usados y abarca diversas técnicas. Una de esas técnicas es la soldadura por arco con electrodo metálico revestido (SMAW, por sus siglas en inglés), también conocida como soldadura por arco con electrodo recubierto, soldadura de varilla o soldadura manual de arco metálico.

Se trata de una técnica en la cual el calor de soldadura es generado por un arco eléctrico entre la pieza de trabajo (metal base) y un electrodo metálico consumible (metal de aporte) recubierto con materiales químicos en una composición adecuada (fundente). (DE MAQUINAS Y HERRAMIENTAS, 2014)

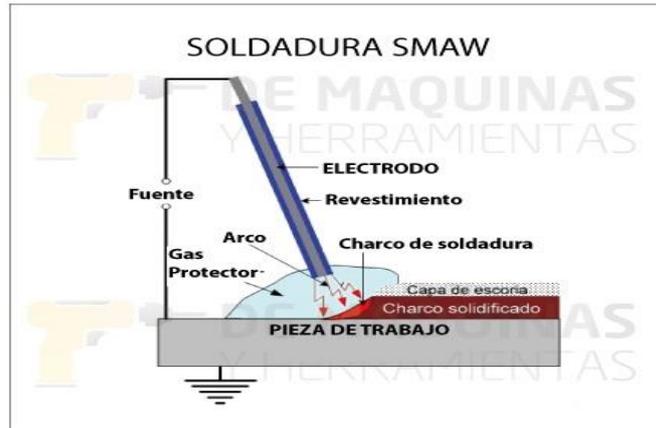


Figura 1.6 Soldadura SMAW

(DE MAQUINAS Y HERRAMIENTAS, 2014)

Todos los elementos que participan en la soldadura SMAW cumplen una función importante. Veamos por qué:

- **El arco:** el comienzo de todo proceso de soldadura por arco es precisamente la formación del arco. Una vez que este se establece, el metal de aporte y el fundente que lo recubre empiezan a consumirse. La fuerza del arco proporciona la acción de excavar el metal base para lograr la penetración deseada. Este proceso continúa a medida que la soldadura se ensancha y el electrodo avanza a lo largo de la pieza de trabajo.
- **El metal de aporte:** al derretirse, forma gotas que se depositan sobre la pieza de trabajo dando lugar al charco de soldadura, que llena el espacio de soldadura y une las piezas en lo que se denomina una junta de soldadura.
- **El fundente:** se derrite junto con el metal de aporte formando un gas y una capa de escoria, que protegen el arco y el charco de soldadura. El fundente limpia la superficie metálica, suministra algunos elementos de aleación a la soldadura, protege el metal fundido contra la oxidación y estabiliza el arco. La escoria se retira después de la solidificación. (DE MAQUINAS Y HERRAMIENTAS, 2014).

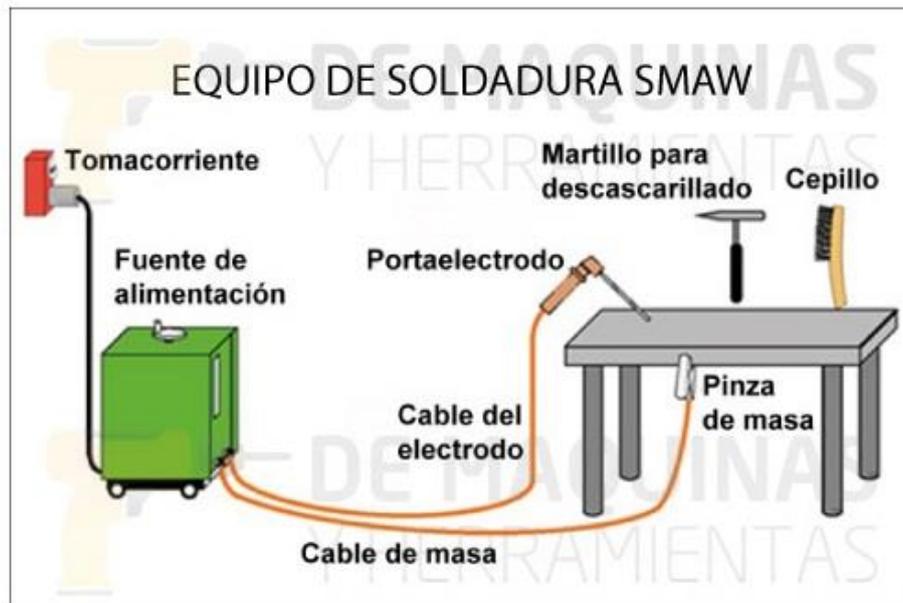


Figura 1.7 Equipo de Soldadura
(DE MAQUINAS Y HERRAMIENTAS, 2014)

1.10.2 SOLDADURA MIG/MAG

La soldadura MIG/MAG se conoce también como GMAW o soldadura de hilo. Es un soldeo por fusión por arco que utiliza un alambre electrodo macizo, en el cual el arco y el baño de soldadura se protegen de la atmósfera por medio de gas suministrado por una fuente externa. Está dividido en dos tipos: MIG (el gas protector es inerte) y MAG (el gas protector es activo). Actualmente, es el proceso más utilizado debido a su alta productividad, permitiendo obtener una velocidad de soldadura muy alta. (Fronius, 2020).

Para la soldadura MAG se utilizan gases activos como CO₂ puro o gases mezcla (argón, CO₂, O₂) de diferente composición. Estos son muy reactivos. El proceso de soldadura MAG se utiliza para materiales no aleados, de baja y alta aleación.

A cambio, la soldadura MIG utiliza gases inertes, como el argón y el helio, o gases mixtos formados por argón y helio. Este proceso resulta adecuado para soldar materiales como aluminio, cobre, magnesio y titanio. (Fronius, 2020).

Como ventajas de este tipo de proceso se tendría que es fácil de aprender, tiene una alta velocidad al momento de soldar, ideal para aplicaciones mecánicas, y algunas desventajas

de este proceso sería que si existen corrientes de aire elevadas dificultaría el aporte del gas y tiene alta sensibilidad con la corrosión y la humedad.



Figura 1.8 Elementos de la suelda MIG/MAG
(Fronius, 2020)

1.11 DISEÑO DE LA PLATAFORMA

1.11.1 COMPONENTES DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN

1.11.1.1 Brazos de suspensión

Conectan el neumático al chasis, generalmente a través de compresión o tracción. La parte principal de los basculantes es un empujador que transmite las vibraciones de los neumáticos inducidas por el terreno a los amortiguadores y resortes.



Figura 1.9 Brazo de suspensión

1.11.1.2 Resortes

Absorben las vibraciones del suelo transmitidas desde los la suspensión a la carrocería, manteniendo el vehículo firmemente plantado en la carretera.



Figura 1.10 Resortes

1.11.1.3 Amortiguadores

Son los encargados de transformar la energía cinética generada sobre los muelles en calor y resistencia dinámica, de tal modo que las oscilaciones se atenúen lo más pronto posible. La combinación ideal resorte-amortiguador sería un muelle sensible y un amortiguador firme. Cauquilla, L., & Torres, C. (2016). DISEÑO DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN DE UN VEHÍCULO MONOPLAZA ELÉCTRICO FÓRMULA SAE.



Figura 1.11 Amortiguador

1.11.1.4 Rótulas

Los componentes mecánicos estandarizados con capacidades de auto alineación permiten movimientos de alineación multidireccionales. Auquilla, L., & Torres, C. (2016). DISEÑO DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN DE UN VEHÍCULO MONOPLAZA ELÉCTRICO FÓRMULA SAE.



Figura 1.12 Rotula

1.12 PARÁMETROS GEOMÉTRICOS

1.12.1 ÁNGULO CAMBER

Este es el ángulo formado por el eje vertical de la rueda en relación con la dirección perpendicular al suelo cuando se ve desde la parte delantera del vehículo. Se considera negativo cuando la parte superior del neumático apunta hacia el centro del vehículo, y positivo cuando esta parte apunta al lado contrario del auto.



Figura 1.13 Camber

1.12.2 ANGULO CASTER

Corresponde al ángulo formado por la proyección del eje central de la mangueta, con la vertical del neumático (visto lateralmente). Se considera negativo cuando la proyección de la mangueta apunta hacia adelante.

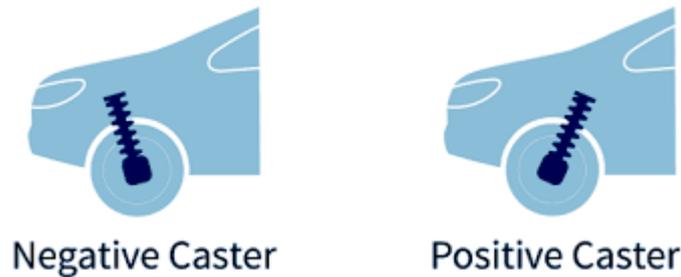


Figura 1.14 Caster

1.13 VEHÍCULO MONOPLAZA

1.13.1 DISTANCIA ENTRE EJES (WHEELBASE)

Es la distancia entre los puntos medios del eje delantero con respecto al punto medio del eje posterior, cuando las suspensiones están en reposo. Si bien el wheelbase está restringido por el reglamento y pese a no ser un factor relevante en cuanto a exactitud, tiene influencia en la maniobrabilidad del vehículo.

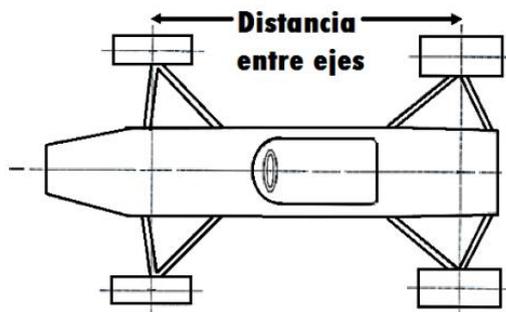


Figura 1.15 Distancia entre ejes (Wheelbase)

1.13.2 ANCHO DE VÍA (TRACK)

En el diseño de la cinemática, el ancho de vía del vehículo ocasiona que la distribución de masas sea distinta. Infiere en la conducta del vehículo en curvas y en la colocación del roll center. Se define como la distancia entre los puntos medios de los neumáticos del mismo eje.

La elección del valor a usar para el ancho de vía se elige de tal manera que se reduzca el momento flector de la suspensión ocasionadas por las fuerzas en los neumáticos. Del mismo modo, se lo hace con el fin de reducir la transferencia de carga y mejorar la estabilidad especialmente en curvas. Si mayor es el track, menor será la transferencia de carga, el inconveniente es que a la hora de superar obstáculos necesita mayor movimiento lateral; al no poder curvar de forma cerrada. Es decir, a la hora de entrar a una curva siempre se tendrá ventaja con un vehículo de menor ancho de vía, pero presenta menor variación de cargas en los neumáticos el que posee mayor ancho de vía. El ancho de vía puede ser diferente para los ejes frontal y posterior.



Figura 1.16 Ancho de vía (Track)

2 CAPITULO II MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 MATERIALES Y EQUIPOS

Para la ejecución de este proyecto, fue necesario el uso de equipos de manufactura industrial para la construcción del chasis y materiales.

2.1.1 MATERIALES

Se utilizó materiales para la construcción del chasis, el mismo que deben cumplir especificaciones de flexibilidad y resistencia, los cuales se detallan a continuación:

Tabla 2.1 Materiales

Materiales	Cantidad
Motor con diferencial	1
Controlador	1
Batería	5
Eje de salida	2
Disco de freno	4
Mangueta	4
Caja de dirección	1
Volante	1
Tubos de acero	8

2.1.1.1 Motor eléctrico con diferencial

El motor eléctrico transforma la energía eléctrica de las baterías en energía mecánica que se transfiere por medio del diferencial hacia las ruedas.



Figura 2.1 Motor

Tabla 2.2 Características Motor

Características del motor	
Voltaje de entrada	40 V
Potencia de salida	2000W
Rpm	3000



Figura 2.2 Diferencial

Tabla 2.3 Características Diferencial

Características del diferencial	
Relación de salida	9.9 :1
Diámetro de ejes de salida	15mm
lubricación	Aceite de transmisión

2.1.1.2 Controlador

Este se encarga de controlar el voltaje de entrada hacia el motor para generar la corriente para cargar las baterías e invertir la polaridad para realizar el cambio de giro en el motor.



Figura 2.3 Controlador

Tabla 2.4 Características Controlador

Características del controlador	
Voltaje de entrada	40 V
Corriente máxima de salida	20 Amp/h
Potencia máxima de salida	2500W
Polaridad	Normal e inversa

2.1.1.3 Baterías 60 V 20 Amp/h

Las mismas que proporcionan la energía eléctrica para el funcionamiento del motor eléctrico, debido a especificaciones del motor fue necesario conectar más de una, para cumplir con los 60V y 20 Amp/h que necesita el motor.



Figura 2.4 Batería

2.1.1.4 Caja de dirección

Está formada por todos aquellos elementos y mecanismos que trabajan conjuntamente con el objetivo de transmitir a las ruedas los movimientos del volante efectuados por el conductor.



Figura 2.5 Caja de Dirección

Tabla 2.5 Características Caja Dirección

Características de Caja de dirección	
Longitud	900mm
Material	Acero
Hidráulico	No

2.1.1.5 Mangueta

En este elemento este acoplado tanto los ejes de transmisión como los discos de freno y el caliper.



Figura 2.6 Mangueta

Tabla 2.6 Características Mangueta

Características de mangueta	
Diámetro del rodamiento	15mm
Material	Acero

2.1.1.6 Bomba de freno

Se encarga de suministrar la presión del líquido de freno para que se efectúe el frenado del vehículo.



Figura 2.7 Bomba de Freno

Tabla 2.7 Características Bomba de Freno

Características de bomba de freno	
Numero de salidas	2
Líquido	Líquido de freno DOT 3
Válvula de purga	SI

2.1.1.7 Volante

Se encarga de generar el movimiento lineal para la dirección del vehículo.



Figura 2.8 Volante

2.1.1.8 Platinas de acero

Se utilizarán para ajustar los componentes mecánicos ya que el material del que están hechos aguanta la corrosión y son resistentes.



Figura 2.9 Platinas de Acero

2.1.1.9 Tubo cuadrado estructural negro

Para la selección del tubo más adecuado para la construcción del chasis se la realizó basándose en el peso establecido para el chasis y la facilidad de maquinad de los mismos.

Se disponía de varias opciones por lo cual se procedió a investigar las presentaciones de los tubos que más se asemejaban a nuestras necesidades

A continuación, se detallan todas las variantes que se disponía a elección:

El tubo de acero cuadra de 40mm se utilizó para la construcción del chasis de la plataforma, se escogió este tubo debido a su facilidad de soldar la rigidez que se necesita en el chasis y a que se necesita que el chasis sea.

Se determinó que el espesor adecuad del tubo es de 2 mm debido a Fácil de soldar, cortar, dar forma y maquinar.

Tabla 2.8 Características Tubo Cuadrado

Especificaciones de Tubería 40 x 40	
Medida exterior	40
Medida interior	36
Espesor	2 mm
Área	2.25 cm ²
Peso	10.62
Momento de inercia	5.48 cm ⁴
Módulo de resistencia	2.74 cm ³
Radio de giro	1.56 cm
Norma	NTE INEN 2415
Calidad	SAE J 403 1008
Propiedades mecánicas	
límite de fluencia (Mpa) min	269
Resistencia a la tracción (Mpa) min.	310
Elongación probeta 8"	25% mínimo

Fuente: (Reiproaceros, 2020)

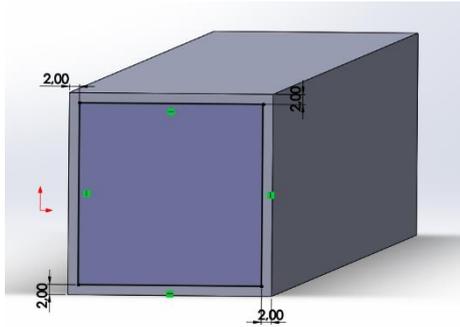


Figura 2.10 Perfil tubo cuadrado

El tubo cuadrado de acero estructural laminado al caliente (LAC), presenta una soldadura interna con el sistema ERW.

2.1.1.10 NEUMÁTICOS

Neumáticos delanteros

Tabla 2.9 Características neumáticos delanteros

Diámetro de Rin	13 in
Ancho	206 mm
Peso	6 kg

Neumático trasero

Tabla 2.10 Características neumáticos traseros

Diámetro de Rin	12 in
Ancho	160 mm
Peso	4 kg

2.1.1.11 RIN

Rin delantero

Tabla 2.11 Características rin delantero

Ancho	185 mm
Diámetro	13 in
Peso	7 kg

Rin trasero

Tabla 2.12 Características rin trasero

Ancho	145 mm
Diámetro	12 in
Peso	5 kg

2.2 EQUIPOS

2.2.1 SOLDADURA ELÉCTRICA

Genera calor mediante un procedimiento termoeléctrico. La corriente eléctrica pasa a través de las piezas que se desean ensamblar y las calienta hasta que terminan juntándolas. Cuando apartamos el foco de electricidad, las piezas se enfrían, solidificándose y quedando fusionadas.

Tabla 2.13 Especificaciones de la soldadora

SOLDADORA NEO MIG-MAG ELECTRODO IME 9250/2/220M	
Voltaje	220 V
Frecuencia	60Hz
Potencia	6.19 KVA
Diámetro material de aporte	0.6 - 1.2 mm
Voltaje en vacío	56V
Rango de corriente	50 – 250 A
Peso	15 kg

2.2.2 AMOLADORA Y TALADRO

Tabla 2.14 Especificaciones de la Amoladora

AMOLADORA NEO AA1023/4/120	
Voltaje	110 V
Potencia	2600 W
Peso	6.7 Kg
Frecuencia	60 Hz

Tabla 2.15 Especificaciones del taladro

AMOLADORA DEWALT DWD024-B3	
Voltaje	110 V
Potencia	650 W
Peso	4.6 Kg
Frecuencia	60 Hz

2.3 METODOLOGÍA

En el capítulo siguiente se muestra los métodos, herramientas, materiales y equipos que fueron utilizados para la construcción de la plataforma eléctrica vehicular.

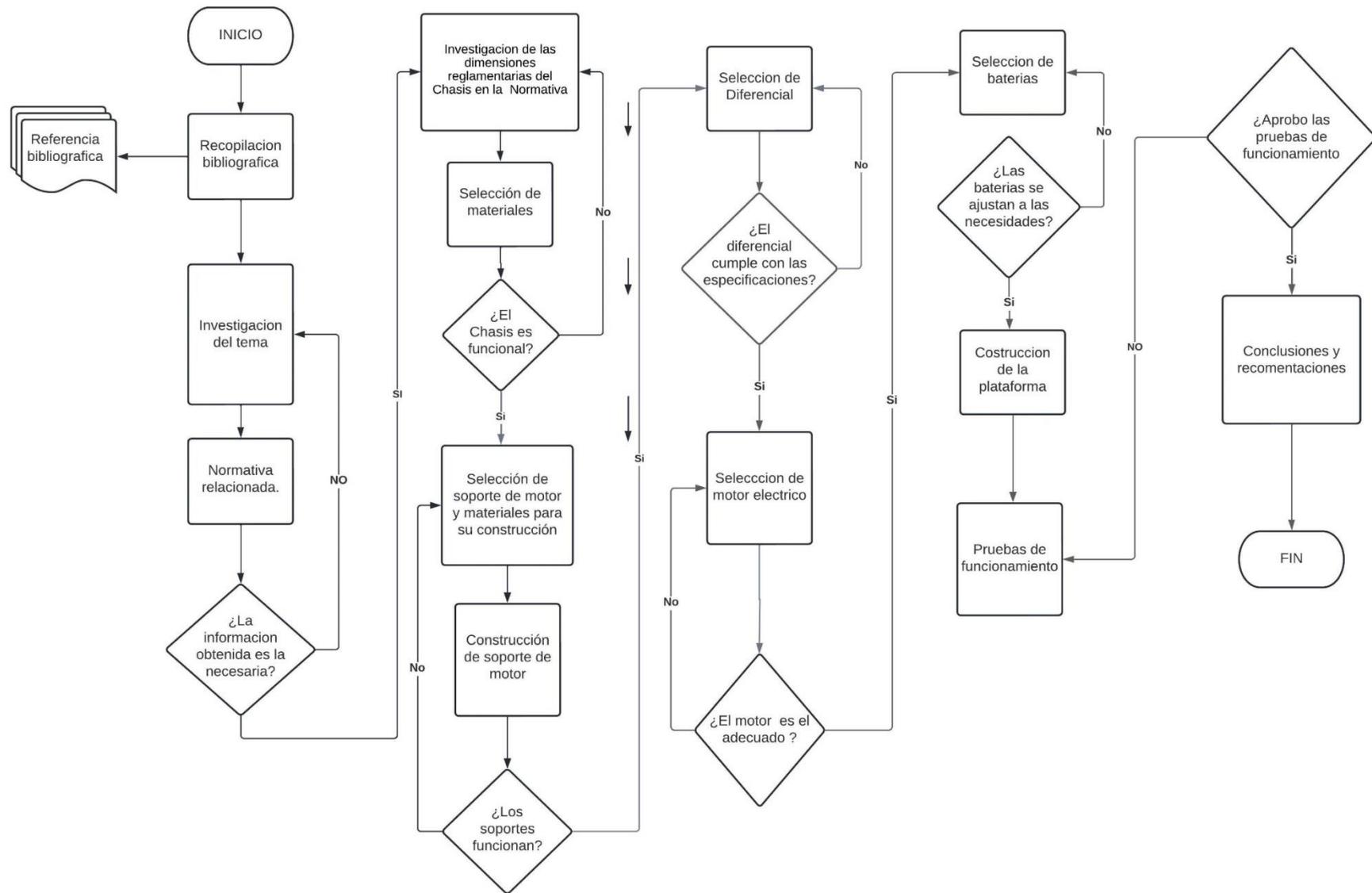


Figura 2.11 Diagrama de flujo procesos metodológicos

2.3.1 NORMATIVA

Para la construcción del vehículo se tomó como base la normativa de la CIK/FIA, que habla sobre los requerimientos para la construcción de un chasis, ya que nuestro proyecto no cuenta con una reglamentación obligatoria, se tomará algunos de los aspectos descritos para la construcción del mismo.

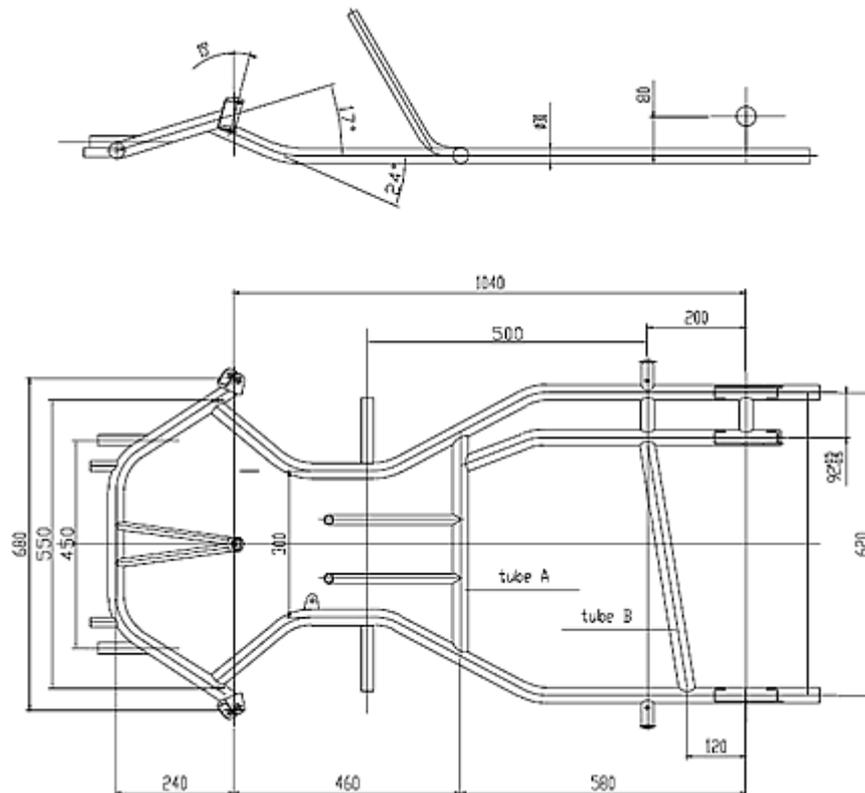


Figura 2.12 Dimensiones del chasis Normativa CIK-FIA

2.3.2 DISEÑO DEL BASTIDOR

Para empezar la construcción del chasis se estudió previamente la selección del material adecuado y se escogió el tubo cuadrado de 4cm de las paredes del mismo por 2 mm de ancho del perfil, una vez determinado, se procedió a realizar un diseño en el programa SOLIDWORKS.

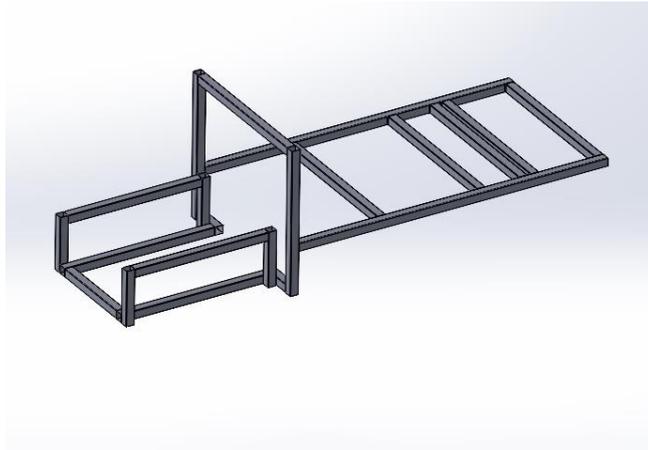


Figura 2.13 Diseño Bastidor programa CAD

2.3.3 SIMULACIÓN DEL BASTIDOR

Para realizar el análisis de cargas, se tomó en cuenta las propiedades de los materiales que la FSAE estipulan para construcción del bastidor.

Tabla 2.16 Características acero

Densidad	7.85 g/cm ³
Esfuerzo ultimo a la tracción (σ_u)	400 MPa
Módulo cortante	7.93e+10 N/m ²
Limite elástico	2.5e+8 N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.26

Propiedades de acero estructural ASMT A36

Es importante mencionar que se realizó un primer análisis de cargas a un bastidor hecho con tubo redondo de 42mm de diámetro y 2 milímetros de espesor.

A continuación, se muestra el análisis de cargas realizado al primer bastidor hecho con tubo redondo.

2.3.4 ANÁLISIS DE CARGAS EN BASTIDOR CON TUBO REDONDO

Para realizar el análisis de cargas estáticas se sometió a la estructura a una carga de 2 veces el peso con el cual contara cuando esté en funcionamiento incluyendo el peso del conductor que se estima en 65Kg.

$$2PG = 2 * (\text{Peso del bastidor} + \text{Peso del conductor}) * 9,81 \frac{m}{s^2}$$

$$2PG = 2 * (295Kg + 65Kg) * 9,81 \frac{m}{s^2}$$

$$2PG = 5101.2 \text{ N}$$

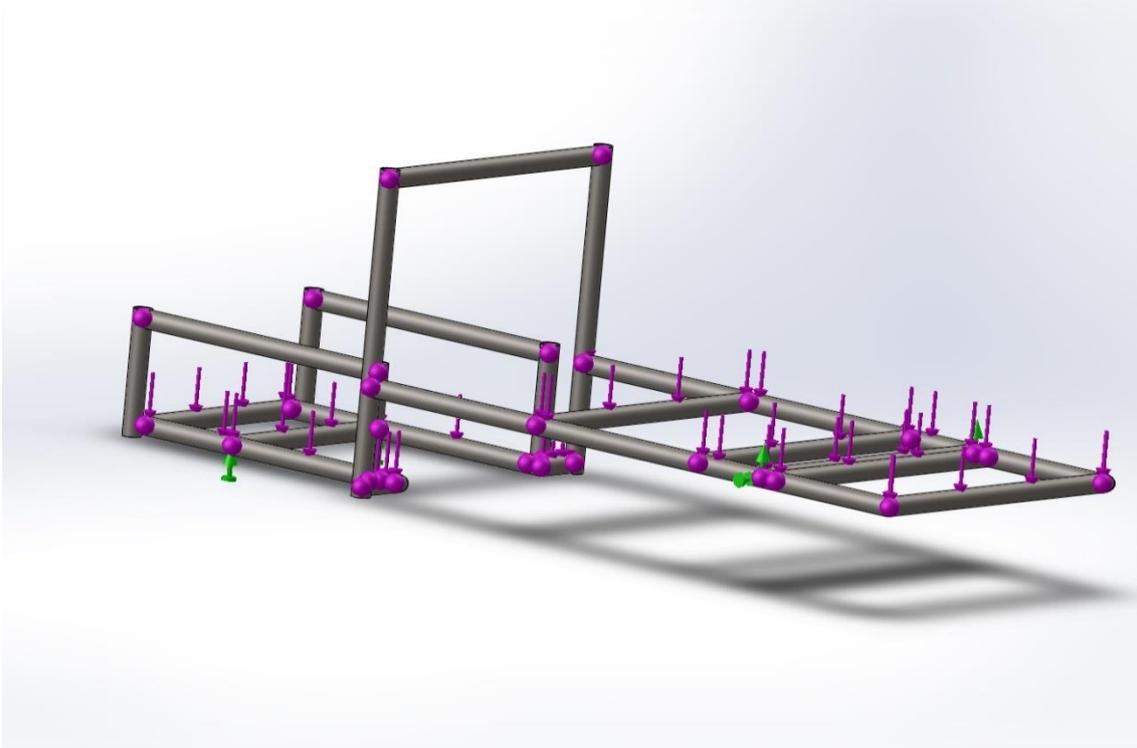


Figura 2.14 Simulación SolidWorks tubo redondo

En la figura se muestra el lugar donde se ubicó los puntos de anclaje del bastidor, estos puntos son los que van sujetos a la suspensión de la plataforma, además se delimita la zona en la cual se aplican las cargas.

Nombre del modelo: Chasis solidworks tubo redondo
Nombre de estudio: Análisis estático 3-(Pre-determinado < Como mecanizada > -)
Tipo de resultado: Tensión axial y de flexión en el límite superior Tensiones1
Escala de deformación: 1

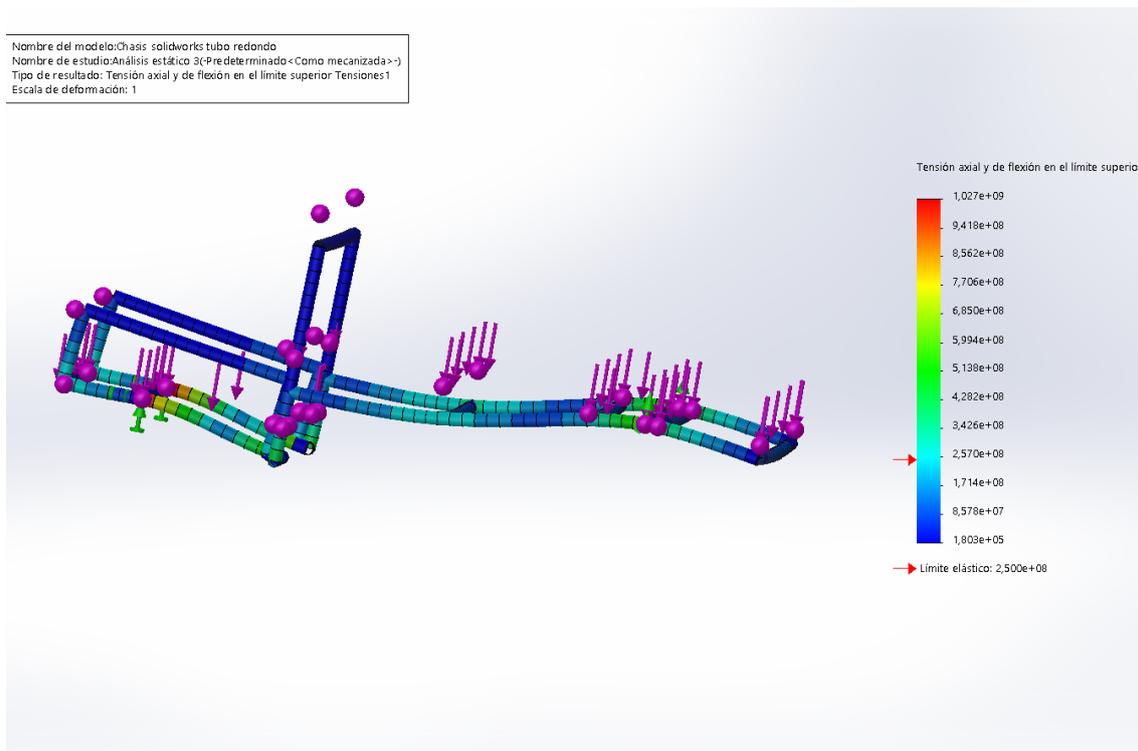


Figura 2.15 Simulación cargas

En la figura se observa la las partes en la cual el bastidor se deforma debido a la tensión que generan las cargas, el límite elástico del Acero ASNT A36 es de $2,5e+8$ N/m², por lo cual al superar este valor empieza la deformación del bastidor.

El diseño del bastidor con tubo redondo no soporta las tensiones producidas por las cargas (las mismas son superiores a $2,5e+8$ N/m²) y se deforma, por lo cual se determinó que la geometría de los tubos no es la adecuada para la construcción de la plataforma

Análisis de cargas en bastidor con tubo cuadrado.

El bastidor con tubo cuadrado (40x40x2) a distintos análisis para determinar la conveniencia de la geometría de tubos cuadrados para la construcción del bastidor.

2.3.5 ANÁLISIS DE TENSION BASTIDOR TUBO CUADRADO

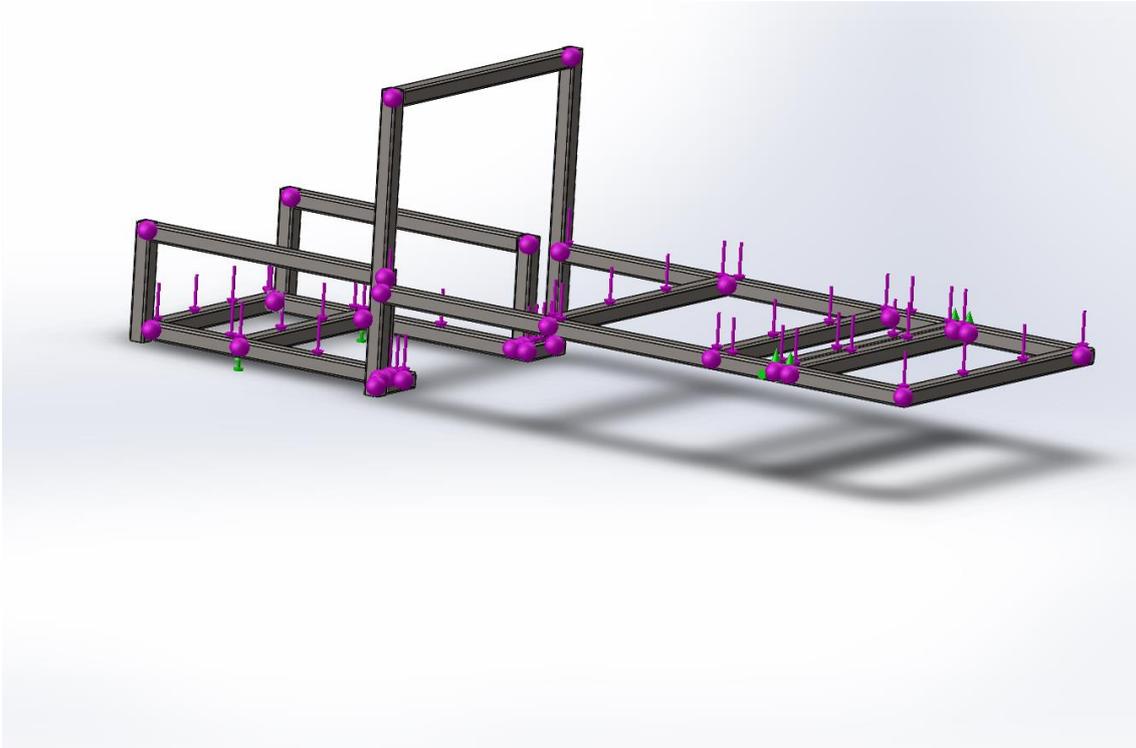


Figura 2.16 Simulación SolidWorks tubo cuadrado

En la figura se muestra donde se ubicó los puntos de anclaje, así como la ubicación de las cargas para determinar si existe una posible deformación del bastidor

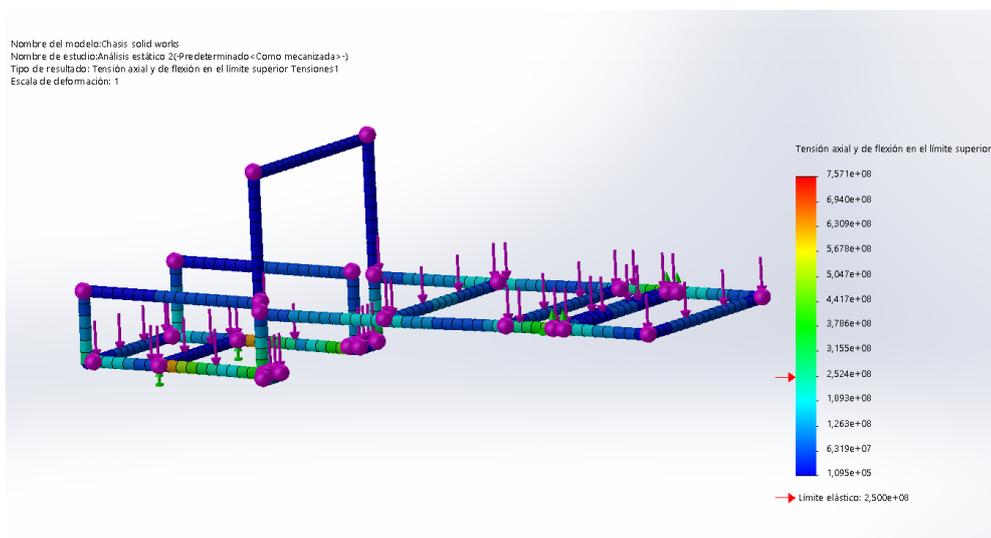


Figura 2.17 Simulación Cargas

En la figura se observa el bastidor con tubo cuadrado de 40x40x2 el mismo que al ser sometido al análisis de cargas da como resultado que aplicar 2P (5101.2 N) como fuerza no supera el límite elástico por lo cual no se deforma.

2.3.6 DESPLAZAMIENTO ESTÁTICO

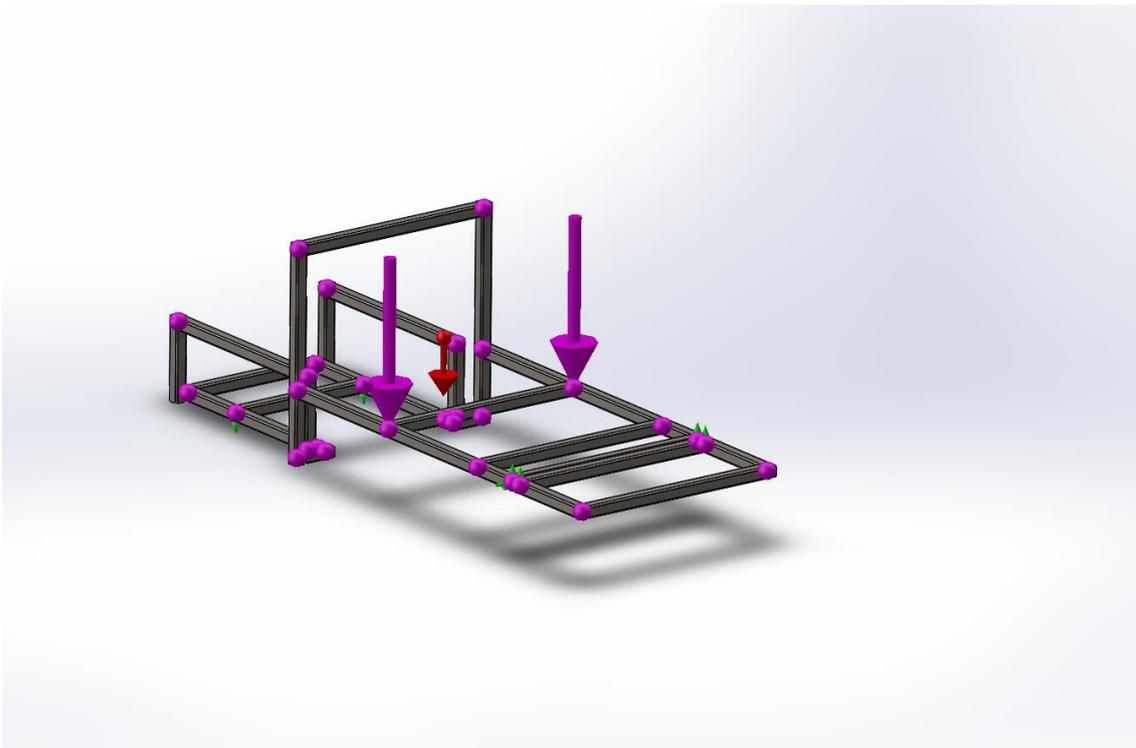


Figura 2.18 Simulación desplazamiento estático

En la figura se muestra la ubicación de las fuerzas para determinar el desplazamiento estático.

Las flechas moradas indican el lugar donde se ubicó la fuerza de 5101.2 N, la flecha roja indica la fuerza de gravedad que actúa sobre el bastidor, todas estas fuerzas actúan conjuntamente intentando superar el límite de resistencia elástica.

Nombre del modelo: Chasis solidworks tubo cuadrado
Nombre de estudio: Análisis estático 3 (Predefinido < Como mecanizada > ->)
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
Escala de deformación: 1
Valor global: -15,9254 a 7,76364 mm

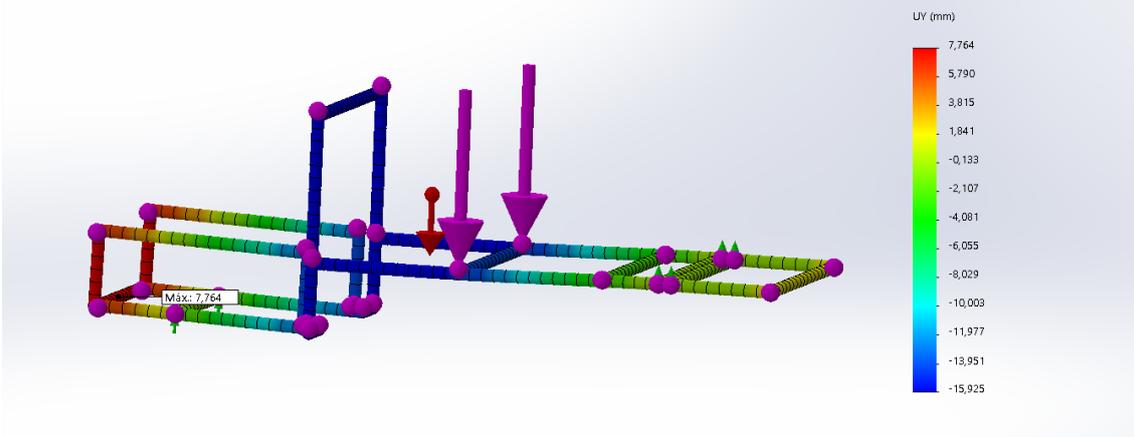


Figura 2.19 Análisis de cargas

En la figura se muestra el desplazamiento en el eje “X” el mismo que podría llegar como un valor máximo de 7,64 mm el mismo que está dentro de los parámetros de la FSAE, este es un indicador para aprobar la construcción del bastidor.

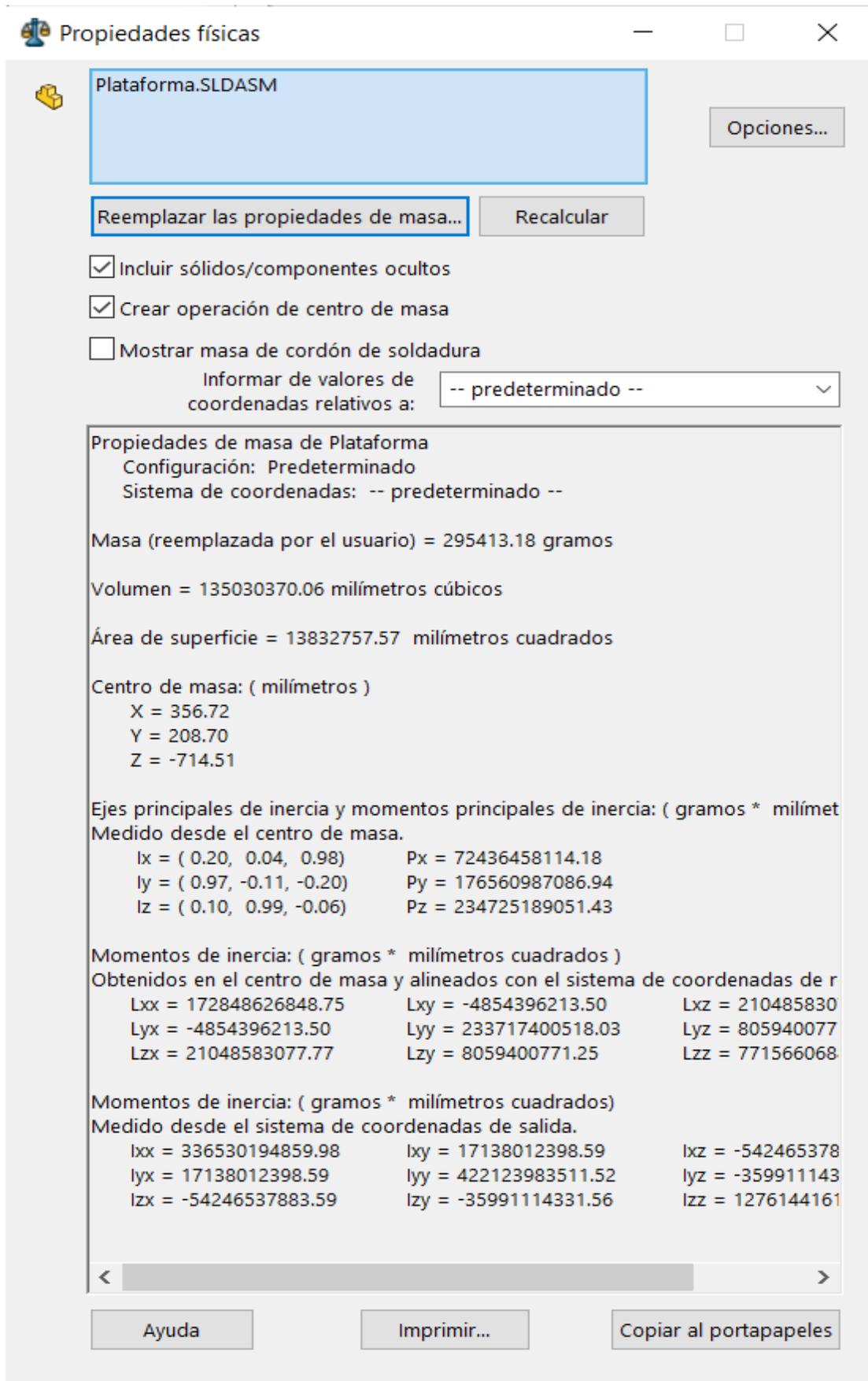


Figura 2.20 Propiedades físicas

2.3.7 CONSTRUCCIÓN DEL BASTIDOR

Una vez realizado dicho diseño se empezó con la construcción física del mismo utilizando técnicas de soldado estructural y manteniendo las medidas determinadas en el diseño.



Figura 2.21 Construcción de Chasis



Figura 2.22 Soldado de Estructura



Figura 2.23 Construcción chasis

2.3.8 CONSTRUCCIÓN SUSPENSIÓN

Se realizó la construcción de las mesas con la ayuda de la soldadura MIG para la unión de los tubos, a su vez se realizó un sistema para poder regular la alineación de nuestro neumático como se observa en la figura.

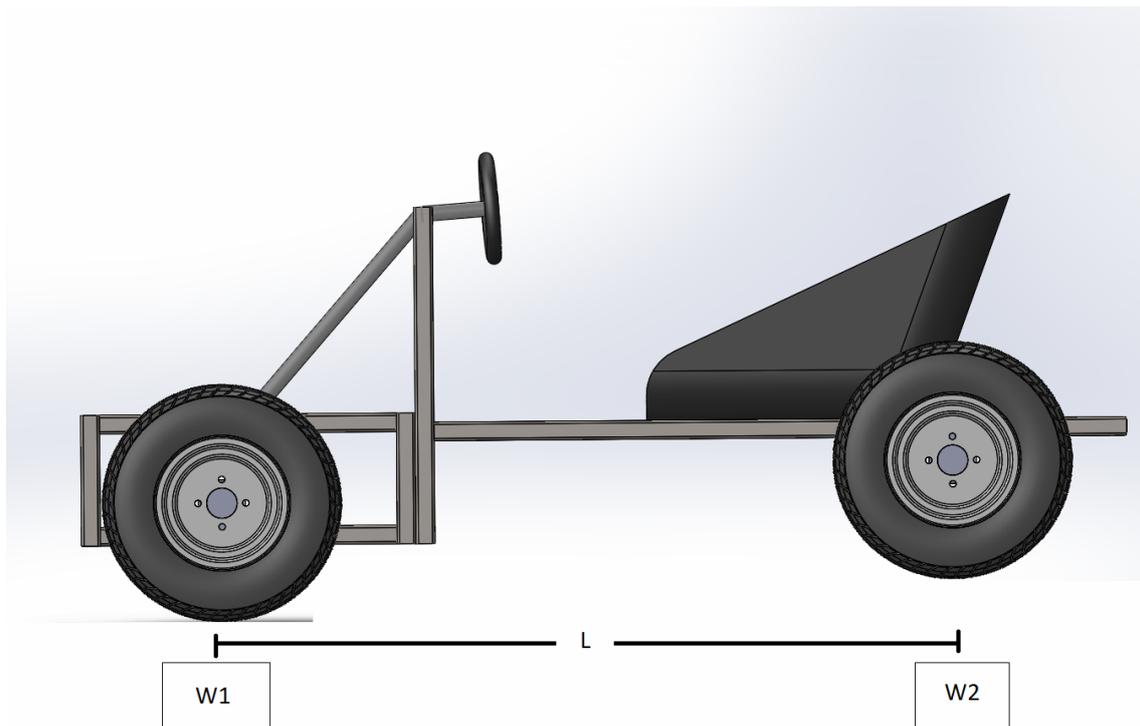


Figura 2.24 Distancia entre ejes

Tabla 2.17 Características físicas

Características Físicas de la Plataforma	
Distancia entre ejes (L)	1521 mm
Masa total de la plataforma (W)	295 kg
Centro de gravedad eje "Y" (C)	208 mm

2.3.9 CALCULO DISTRIBUCIÓN DE MASAS

$$W_1 = \frac{100\%}{2} - \frac{100\% \times C}{L}$$
$$W_1 = \frac{100\%}{2} - \frac{100\% \times 208 \text{ mm}}{1521 \text{ mm}}$$
$$W_1 = 36.32 \%$$

$$W_1 = 107.14 \text{ Kg}$$

$$W_2 = \frac{100\%}{2} + \frac{100\% \times C}{L}$$
$$W_2 = \frac{100\%}{2} + \frac{100\% \times 208 \text{ mm}}{1521 \text{ mm}}$$
$$W_2 = 63.67 \%$$

$$W_2 = 187.82 \text{ Kg}$$

2.3.10 SUSPENSIÓN DELANTERA

Tabla 2.18 Características suspensión

Amortiguador Monoshock Yamaha Xtz 125/150	
Capacidad de carga	200Kg
Largo	32 cm
Diámetro	56 mm

En la parte delantera se necesita un par de amortiguadores que soporten 107.14Kg, pero se utilizó Amortiguador Monoshock Yamaha Xtz 125/150 con una capacidad de carga de 200Kg debido a que se plantea que la plataforma seguirá desarrollándose y posteriormente se incorporara carrocería, haciendo que esto último aumente el peso total de la plataforma, por consiguiente, estos amortiguadores cumplen los requerimientos para la suspensión de la plataforma.



Figura 2.25 Suspensión

2.3.11 DISEÑO DE MESAS

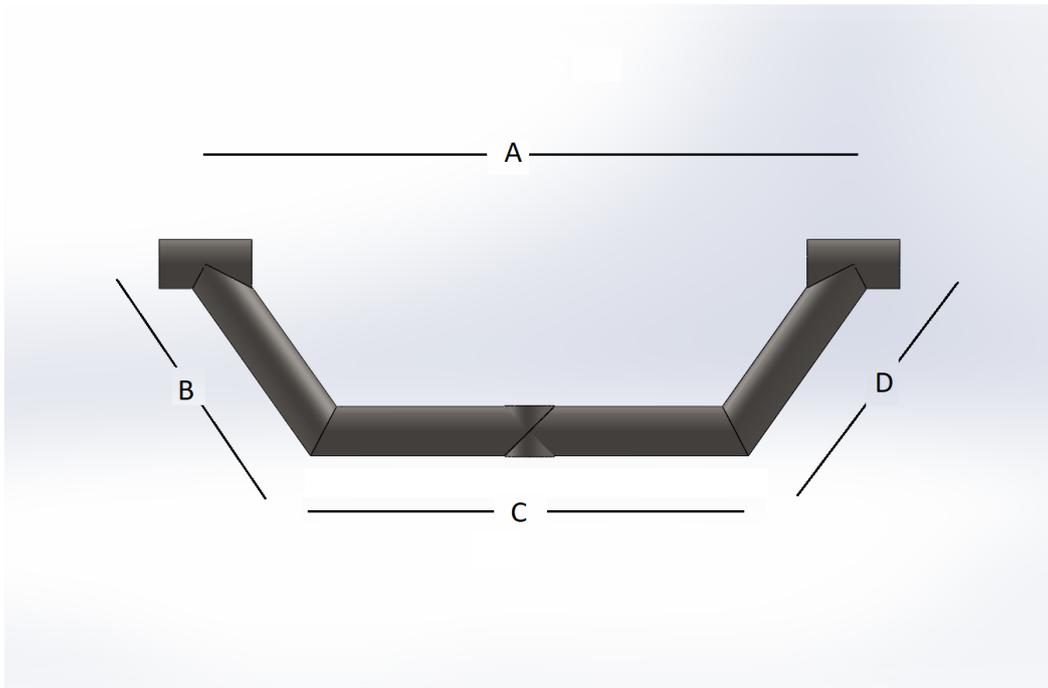


Figura 2.26 Diseño mesa

Tabla 2.19 Longitud mesas

Longitud de aristas de mesas	
A	600mm
B	200mm
C	200mm
D	400mm



Figura 2.27 Mesa superior

Estas mesas fueron diseñadas para para la sujeción entre el bastidor y el tren de rodaje, las mesas se sujetan al bastidor por medio de una rotula que a su vez ayuda a la regulación del camber.



Figura 2.28 Sistema de regulación de camber

Para la sujeción de dichas mesas con el neumático se lo realizo por medio de rotulas fijadas a una araña.



Figura 2.29 Punto de unión con la araña

2.3.12 FABRICACIÓN DE SOPORTES PARA LA SUSPENSIÓN

Como se mostró anteriormente se utilizó una mesa inferior reciclada en la cual realizamos la fabricación de soportes para acoplar el sistema de suspensión, siendo este de un amortiguador y muelles en un mismo cuerpo.



Figura 2.30 Soportes y Suspensión

2.3.13 INSTALACIÓN DE LA DIRECCIÓN

La cremallera del vehículo Chevrolet Sail fue reducida por temas de espacio, obteniendo la medida necesaria de acuerdo con los acoples respectivos en la mangueta realizando cortes en la carcasa y en el eje interior.



Figura 2.31 Instalación dirección

Con la ayuda de la suelda MIG se unió el extremo cortado con el extremo que poseía el estriado adecuado para los terminales de dirección y a su vez dicha dirección debe ir fijada correctamente ya que los esfuerzos realizados por el conductor y el movimiento de los neumáticos al girar podría doblar los componentes, se colocó abrazaderas de acero que rodona a la caja de dirección y por la parte inferior está sujeta con platinas y tuercas.

2.3.14 INSTALACIÓN DE EJES POSTERIORES

En la parte posterior del chasis se instaló un eje seminuevo de mototaxi, con la ayuda de tubos de acero se lo fijo al chasis y a su vez para ayudar con la amortiguación se le colocó muelles acoplados a la parte inferior del chasis y a una base realizada con platinas en el eje.



Figura 2.32 Eje posterior

2.3.15 INSTALACIÓN DE FRENOS

Como se mencionó anterior mente se utilizó un eje seminuevo de mototaxi, este elemento viene incorporado un sistema de frenos de tambor.



Figura 2.33 Frenos de tambor

A su vez se realizó una adaptación para poder accionar dichos frenos tratando de obtener el mejor funcionamiento de los mismos.



Figura 2.34 Adaptación para frenos

2.3.16 TRANSMISIÓN

Cálculo de relación de transmisión y rpm en caja de transferencia.

Tabla 2.20 Número de dientes de piñón

Piñón	Numero de dientes
Z1	10
Z2	30
Z3	24
Z4	8

$$i_x = \frac{Z2}{Z1} = \frac{W_1}{W_2}$$

Relación de trasmisión en caja de transferencia

$$i_1 = \frac{Z2}{Z1}$$

$$i_1 = \frac{30}{10}$$

$$i_1 = 3.3$$

$$i_2 = \frac{Z4}{Z3}$$

$$i_2 = \frac{24}{8}$$

$$i_2 = 3$$

$$i_T = i_1 \times i_2$$

$$i_T = 3.3 \times 3$$

$$i_T = 9.9$$

Cálculo de RPM en caja de transferencia

$$i_T = \frac{W1}{W2}$$

Sabiendo que W1 es igual a 3000 RPM

$$w_2 = \frac{W1}{i_T}$$

$$w_2 = \frac{3000 \text{ rpm}}{9.9}$$

$$w_2 = 303 \text{ rpm}$$

2.3.17 CALCULO DE RELACIÓN DE TRANSMISIÓN EN CAJA DE TRANSFERENCIA

Relación de transmisión en diferencial

$$i_d = \frac{Z_2}{Z_1}$$

$$i_d = \frac{40}{12}$$

$$i_d = 3.3$$

Cálculo de RPM en diferencial

Sabiendo que W_1 es igual a 303 rpm

$$w_2 = \frac{W_1}{i_d}$$

$$w_2 = \frac{303 \text{ rpm}}{3.3}$$

$$w_2 = 91 \text{ rpm}$$

Debido a los datos obtenidos determinamos que con esta relación de transmisión total la plataforma no alcanza altas velocidades

Mediante los cálculos de transmisión tanto de la caja de transferencia como del diferencial se determinó que la relación total de transmisión es de 32,67, es decir por cada giro de los neumáticos el motor debe girar 32,67 veces.

2.3.18 INSTALACIÓN DE ASIENTO

Se obtuvo un asiento de autobús para mayor facilidad de acople y por la comodidad que tiene, se adaptó dos mesas para la sujeción del mismo acoplado directamente al chasis.



Figura 2.35 Acople del asiento

2.3.19 INSTALACIÓN MOTOR

De la misma manera para poder sujetar el motor a nuestro chasis se construyó una base fijada mediante suelda y teniendo en cuenta la distancia con la caja ya que van unidas con cadena fijándonos que la cadena no este demasiado templada y evitar posibles rupturas.



Figura 2.36 Base de motor

2.3.20 FABRICACIÓN DE CATALINA

Con la ayuda de una catalina se fabricó un acople para fijarlo con el eje del motor y dicha fijación se la realizo con una chaveta y tuercas. De igual manera se la unió a un rodamiento para reducir los problemas de fricción entre metales.

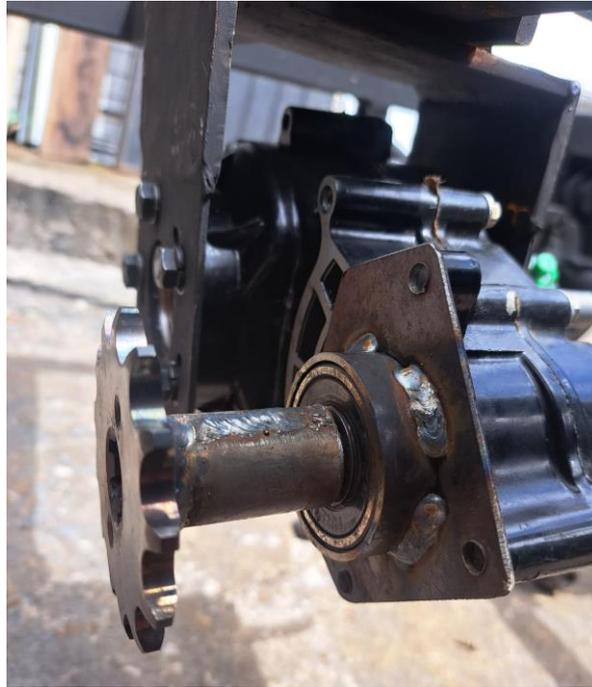


Figura 2.37 Fabricación de acople

2.3.21 INSTALACIÓN CAJA

Como se mencionó anteriormente se fabricó la base teniendo en cuenta la distancia de la cadena entre la caja y el motor, también se centró el eje saliente de la caja con el eje del diferencial que viene incorporado en el eje trasero de nuestra plataforma.



Figura 2.38 Base de caja

2.3.22 CONSTRUCCIÓN DE PISO Y CAJA PROTECTORA DE BATERÍA

Con la ayuda de un TOL se construyó el piso de la plataforma y con las medidas respectivas de la batería se formó una especie de caja para proteger la batería y de igual manera fijarla al chasis y no exista inconvenientes con la misma, todo esto con la ayuda de suelda MIG.



Figura 2.39 Elaboración de piso

2.3.23 INSTALACIÓN DE CHUMACERA

El fin de instalar una chumacera es para evitar que el eje de salida de la caja no tienda a vibrar ni a salirse de los piñones internos que poseen; con la ayuda de la mesa realizada para la fijar la caja al chasis se le incorporo una platina del tamaño de la chumacera para fijarla y evitar las vibraciones antes dichas.



Figura 2.40 Fabricación base

3 CAPITULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 PRUEBAS DE CAMPO

Para el presente proyecto se determinó hacer una ruta urbana de uso cotidiano de una persona en la ciudad de Ibarra, tomando en cuenta que dicha persona utilice el vehículo para ir a su trabajo y volver de el sin tener problemas técnicos, ni agotamiento de batería imprevisto.

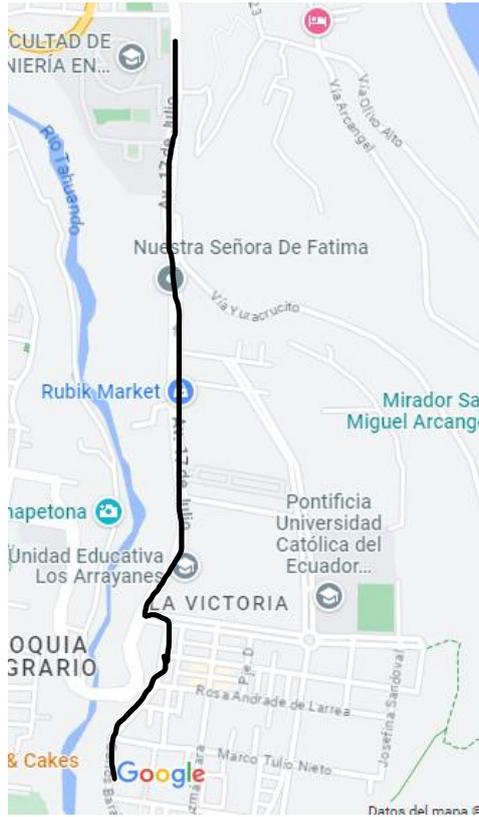


Figura 3.1 Trayectoria 1

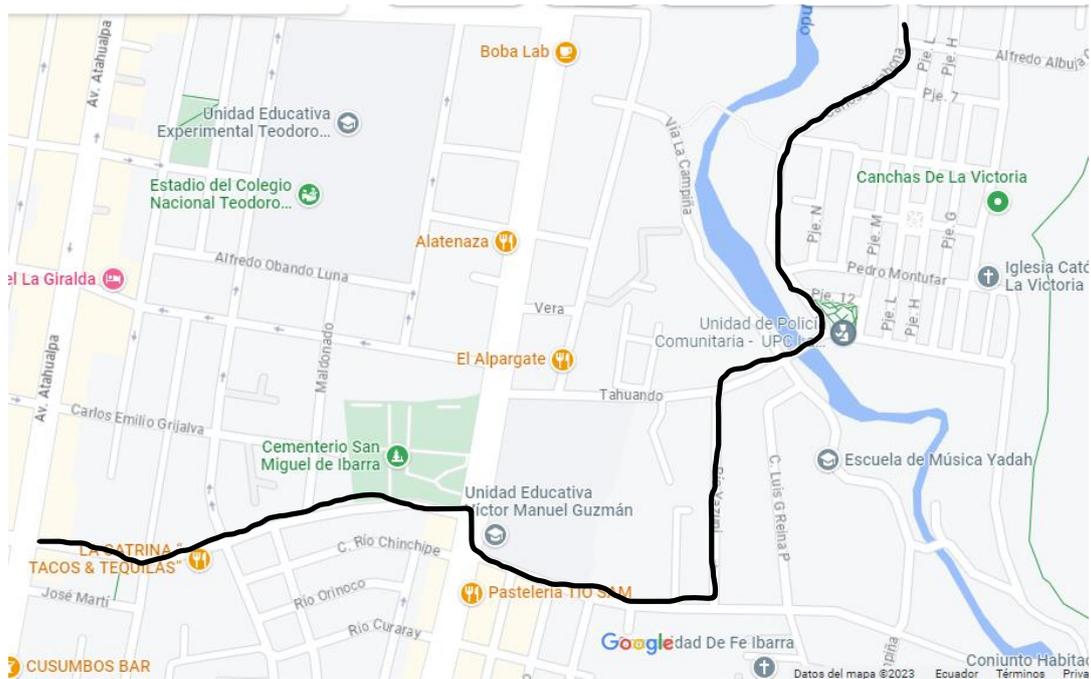


Figura 3.2 Trayectoria 2

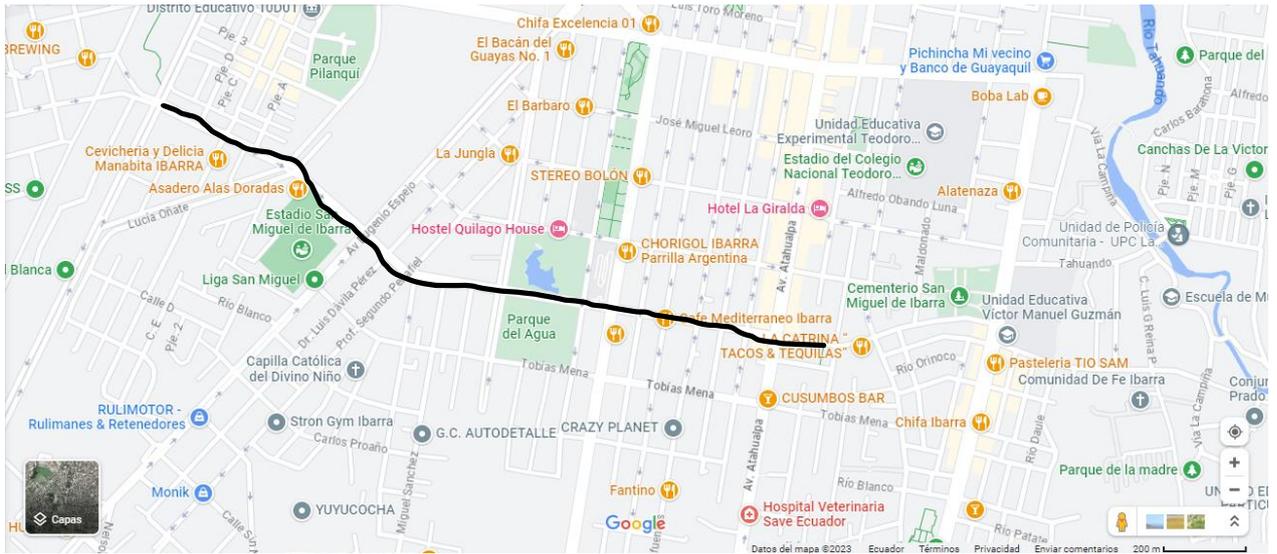


Figura 3.5 Trayectoria 3

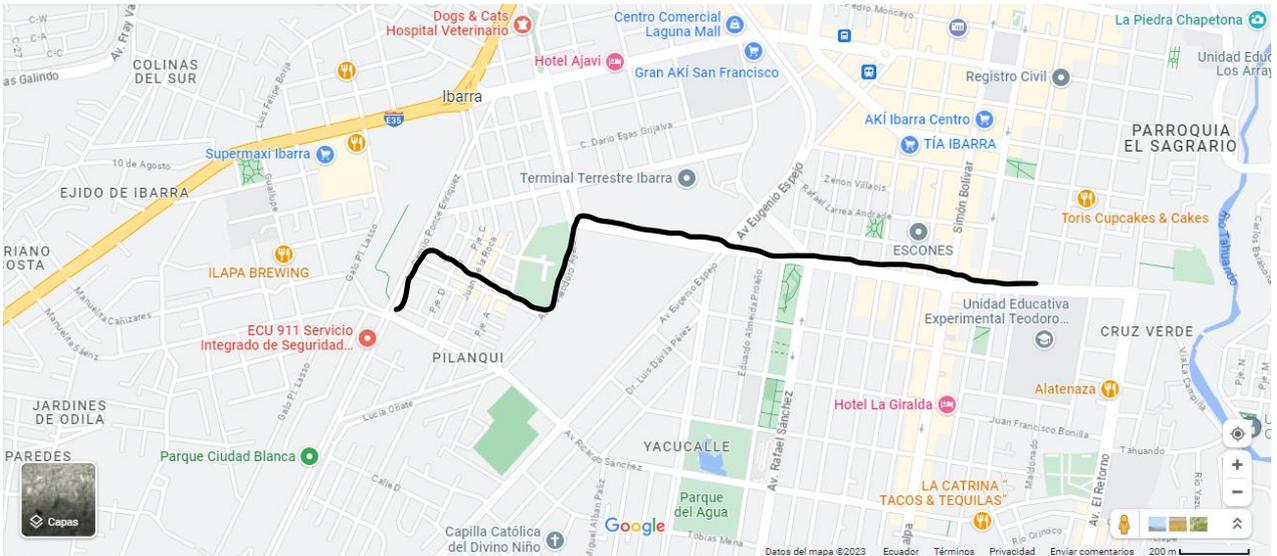


Figura 3.4 Trayectoria 4

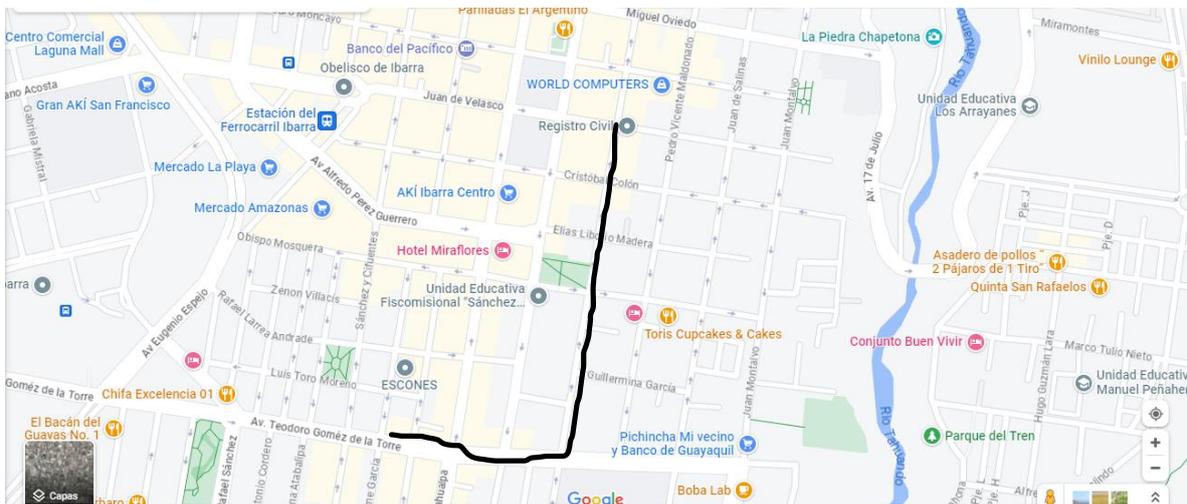


Figura 3.3 Trayectoria 5

La ruta mostrada anteriormente fue la seguida, siendo el punto de partida la Universidad Técnica del Norte siguiendo la Avenida 17 de Julio para seguir por la Avenida Padre Aurelio Espinoza seguido por la calle Carlos Barahona, hasta llegar al UPC La Victoria y tomar la calle Tahuando para seguir por la calle Rio Yasuní para después tomar la calle Rio Chinchipe hasta llegar a la Avenida el Retorno y enseguida la calle Ricardo Sánchez hasta llegar al parque Ciudad Blanca, para seguir por la Avenida Camilo Ponce Enríquez con dirección al Redondel de la Madre, a continuación por la Calle Carlos Emilio Grijalva hasta llegar al parque de Pilanqui siguiendo por la avenida Heleodoro Ayala para tomar la Avenida Teodoro Gómez de la Torre hasta llegar a la Unidad Educativa Experimental Teodoro Gómez de la Torre para continuar por la Calle Vicente Rocafuerte hasta llegar al Registro Civil de la Ciudad de Ibarra, siendo este el punto de llegada ya que el nivel de batería llegaba a estar a un 20% de su capacidad.

Se llega a ese porcentaje para cuidar el uso de vida útil de la batería ya que si se llega a cero podría dañarse algunas de las pilas y ya no cargaría al mismo nivel la próxima vez.

Tabla 3.1 Resultados

Hora	Nivel de carga inicio	Nivel de carga final	Velocidad	Kilómetros
9am	100%	20%	15-20km/h	8.070Km
3pm	100%	20%	15-20km/h	7.450Km
9am	100%	25%	15-20km/h	8.00km
3pm	100%	20%	15-20km/h	8.070km
10am	100%	20%	15-20km/h	6.235km

En la tabla presentada se puede observar que con una carga completa de la batería se puede obtener 8Km de conducción con un tiempo estimado de 2h27m32s, pero en la última prueba realizada fue hecha con dos personas obteniendo una menor distancia de recorrido ya que el peso extra derivó en un mayor consumo de batería.

Con los datos obtenidos se podría afirmar que el proyecto rendiría de buena manera para un uso cotidiano tomando en cuenta que la persona viva en el centro de la ciudad de Ibarra y sea utilizado dentro del mismo ya sea para dirigirse al trabajo o realizar alguna diligencia.

3.1.1 PRUEBA CON 1 PERSONA

Tabla 3.2 Resultados una persona

Resultados de prueba N1				
Distancia recorrida	8.07 Km		Velocidad promedio	15 Km/h
Temperatura ambiente	27 °C		Peso Aproximado	350 Kg
Ocupantes	1 persona		Tiempo	2.27 Horas
	Temperatura inicial	Temperatura final		
Motor	27 °C	45 °C		
Baterías	27 °C	34 °C		
	Carga inicial	Carga final		
Baterías	100%	20%		

Luego de realizar estas pruebas de campo se realizó valoraciones cualitativas para evaluar el funcionamiento de la plataforma.

- **Chasis**

El chasis soporta todas las fuerzas externas que se generan mientras la plataforma está en funcionamiento.

- **Suspensión**

El sistema de suspensión no cumple a cabalidad la función de amortiguar las irregularidades del camino, debido a que la suspensión fue sobreestimada esta puede mantenerse en posibles cambios en la estructura de la plataforma.

- **Frenos**

Cumplen con un alto grado de eficiencia, se le otorgó una valoración del 90%.

- **Dirección**

La dirección es bastante suave de maniobrar, el inconveniente se presenta a que después de girar el volante este necesita que se proporcione fuerza al lado contrario al giro inicial para que la dirección vuelva al punto inicial.

- **Baterías**

Presentan una carga final del 20% luego de haber transitado una distancia de 8.07 Km, además se midió la temperatura de las mismas con un termómetro tipo pistola en el cual se apreció que la temperatura final era de 32 °C.

- **Motor**

Debido a la alta exigencia de la plataforma el motor presenta un cambio de temperatura, esto como resultado de las altas revoluciones de trabajo, para realizar las siguientes pruebas fue necesario esperar que la temperatura del motor sea igual a la temperatura ambiente.

3.1.2 PRUEBA CON 2 PERSONAS

Tabla 3.3 Resultados dos personas

Resultados de prueba N1				
Distancia recorrida	6.425 km		Velocidad promedio	15 km/h
Temperatura ambiente	27 °C		Peso Aproximado	410 kg
Ocupantes	2 persona		Tiempo	2.27 Horas
	Temperatura inicial	Temperatura final		
Motor	27 °C	45 °C		
Baterías	27 °C	34 °C		
	Carga inicial	Carga final		
Baterías	100%	20%		

Luego de realizar estas pruebas de campo se realizó valoraciones cualitativas para evaluar el funcionamiento de la plataforma

- **Chasis**

El chasis soporta todas las fuerzas externas que se generan mientras la plataforma está en funcionamiento.

- **Suspensión**

El sistema de suspensión mejora en contraste con la prueba con una sola persona dando evidenciar que la suspensión funcionara de mejor manera cuando la plataforma este construida en su totalidad.

- **Frenos**

Cumplen con un alto grado de eficiencia, se le otorgó una valoración del 80%, esto se debe a que los frenos necesitan disipar mayor energía a consecuencia de una mayor carga en la plataforma.

- **Dirección**

La dirección se mantiene como en las anteriores pruebas.

- **Baterías**

Presentan una carga final del 20% luego de haber transitado una distancia de 8.07 Km, además se midió la temperatura de las mismas con un termómetro tipo pistola en el cual se apreció que la temperatura final era de 32 °C.

- **Motor**

El motor se sobrecalienta cuando la plataforma se encuentra en situaciones de alto tráfico.

Nota: En esta prueba se debe detener la prueba cuando la batería sea igual o menor al 20% o cuando el Motor se calienta por encima de los 50 °C.

4 CAPITULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- La plataforma cuenta con tres marchas para adelante y una de retro y una velocidad máxima de 4,17 m/s para adelante y 1.33 m/s en retro en condiciones normales. (Batería a más del 75%, temperatura menor a 30 grados Celsius)
- No es posible implementar un motor con una potencia menor a 2500 watts, debido a que la transmisión sobre exige al motor y este llega a dañarse.
- Teniendo en cuenta su configuración; motor de 2500 Watts, controlador de 60V, baterías de 60 V a 20Ah, relación total de transmisión 1:30, sin carrocería y pruebas de conducción en superficies variadas se concluye que la autonomía de la plataforma es de 2H 27m.
- Debido a que el motor gira a 3000 rpm y la transmisión cuenta con dos diferenciales de 1:10 y 1:3.3 respectivamente da como resultado que los 3000 rpm se conviertan en 91,82 rpm en las ruedas.
- Se determinó que el vehículo tiene un soporte de carga mayor a 360 Kg (incluido el peso del conductor), pero cuanto mayor carga tiene el mismo, el motor tiende a sobrecalentarse y con esto un mayor gasto de batería.

4.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda rediseñar la transmisión para aumentar la velocidad de la plataforma eliminando perdidas de potencia tanto en la cadena como en la caja de transferencia
- Incorporar un sistema de carga auxiliar para aumentar la autonomía de la plataforma o en su defecto incorporar mínimo otro banco de baterías con las mismas características al que cuenta y al tener peso de 8 Kg no representa una carga sustancial a la plataforma.
- Se recomienda utilizar la Plataforma con una carga en las baterías superior al 20% puesto que con esas condiciones la plataforma funciona de manera normal y el motor no se sobrecalienta.
- Se recomienda mejorar el sistema de propulsión incorporando un motor eléctrico que cuente con un sistema de refrigeración o a su vez incorporando un sistema auxiliar de refrigeración.
- Se recomienda implementar carrocería no mayor a 1.20 metro puesto que esto modificaría el centro de gravedad, además con la carrocería se puede simular impactos frontales y laterales y con ello identificar zonas de seguridad.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 401, R. (s.f.). loctite teroson. Obtenido de <https://blog.reparacion-vehiculos.es/metodos-y-equipos-de-soldadura-utilizados-en-la-reparacion-de-vehiculos>
- ABB. (2023). Motores síncronos de imanes permanentes. Obtenido de <https://new.abb.com/motors-generators/es/motores-de-ca-de-baja-tension-nema/variable-speed-ac/motores-sincronos-de-imanes-permanentes>
- Auquilla, L. &. (2016). DISEÑO DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN DE UN VEHÍCULO MONOPLAZA ELÉCTRICO FÓRMULA SAE. PUEBLA: PAE.
- Camila, S. M. (2017).
- CRUDILEJ. (2018). VEHÍCULO ELÉCTRICO. Obtenido de <https://grudilec.com/wp-content/uploads/prontuario-grudilec-el-mundo-smart-vehiculo-electrico.pdf>
- Cuántas horas pasas al año en coche (y más cifras que te harán pensar). (2019). Obtenido de <https://noticias.coches.com/noticias-motor/cuantas-horas-pasas-al-ano-en-coche-y-mas-cifras-que-te-haran-pensar/146162>
- DE MAQUINAS Y HERRAMIENTAS. (2014). Obtenido de <https://www.demaquinasyherramientas.com/soldadura/soldadura-smaw-que-es-y-procedimiento>
- dipacmanta. (2023). Tubo Estructural Cuadrado Negro. Obtenido de <https://dipacmanta.com/producto/tubos/tubo-estructural/tubo-estructural-cuadrado-negro/>
- El coche eléctrico. (2020). Obtenido de Rincón educativo: <https://rinconeducativo.org/es/recursos-educativos/el-coche-electrico/>
- frenkit. (2023). Qué es una bomba de freno o cilindro maestro y para qué sirve. Obtenido de <https://blog.frenkit.es/es/que-es-una-bomba-de-freno>
- Fronius. (2020). Obtenido de <https://www.fronius.com/es-es/spain/tecnologia-de-soldadura/el-mundo-de-la-soldadura/soldadura-mig-mag>
- Group, H. I. (2022). brazo de una suspensión. Obtenido de <https://helloauto.com/glosario/brazo-de-una-suspension>
- Gruparia Ingeniería. (2014). Como medir tu vehículo. Obtenido de <http://www.gruparia.es/como-medir-tu-vehiculo/>
- issuu. (2018). Catalogo Neo - Neo Next 2017-2018. Obtenido de https://issuu.com/importacionesvega/docs/catalogo_neo-neo_next_2017-18_full
- metinvestholding. (2023). Aceros ASTM A36. Obtenido de <https://metinvestholding.com/es/products/steel-grades/astma36>
- NEO. (2023). SOLDADORA INV. MIG-MAG-ARCO IME 9250/2/220M. Obtenido de <https://neo.cl/soldadora-inv-mig-mag-arco-ime-92502220m/>

- Nitro, M. (2016). ¿Qué significa camber, caster, convergencia y divergencia? Obtenido de <https://mundonitro.com/que-significa-camber-caster-convergencia-y-divergencia/>
- Reiproaceros. (2020). Obtenido de <https://reiproacero.ec/m/producto/tubo-cuadrado/>
- rentingfinders. (2022). Que es una mangueta. Obtenido de <https://rentingfinders.com/glosario/mangueta/>
- solarplak. (2023). Qué es y para qué sirve un motor asíncrono. Obtenido de <https://solarplak.es/energia/que-es-y-para-que-sirve-un-motor-asincrono/>
- Toyota.es. (Enero de 2023). Componentes de un coche 100% eléctrico. Obtenido de <https://www.toyota.es/world-of-toyota/articles-news-events/componentes-de-un-coche-electrico-toyota>
- trujilloduqueferreterias. (2023). Obtenido de <https://trujilloduqueferreterias.com.ec/?producto=taladro-dewalt-1-2-dwd024-b3>
- Valera, L. I. (2011). Los vehículos eléctricos.
- wstandard. (2023). Amortiguador Monoshock Yamaha Xtz 125 / 150 Far. Obtenido de https://www.tienda.wstandard.com.ar/MLA-919399485-amortiguador-monoshock-yamaha-xtz-125-150-far-_JM
- Baron, A. E. G., Castro, A., & Yuliana Rios, Y. (2020). Diseño del chasis de un vehículo eléctrico autónomo. *2020 9th International Congress of Mechatronics Engineering and Automation, CIIMA 2020 - Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/CIIMA50553.2020.9290309>
- Hidalgo, H., & Huerta, H. (2021). Sliding mode control for an electric vehicle with differential speed | Control por modos deslizantes para vehículo eléctrico con velocidad diferencial. *RIAI - Revista Iberoamericana de Automatica e Informatica Industrial*, 18(2), 119–128. <https://doi.org/10.4995/RIAI.2020.13440>
- Martinez, W., Cortes, C. A., Munoz, L. E., & Yamamoto, M. (2016). Design of a 200 kW electric powertrain for a high performance electric vehicle | Diseño de un tren de potencia eléctrico de 200 kW para un vehículo eléctrico de alto desempeño. *Ingenieria e Investigacion*, 36(3), 66–73. <https://doi.org/10.15446/ing.investig.v36n3.53792>
- Rocha-Hoyos, J., Tipanluisa, L. E., Reina, S. W., & Ayabaca, C. R. (2017). Evaluation traction system of electric vehicle a two-seat tubular structure | Evaluación del sistema de tracción en un vehículo eléctrico biplaza de estructura tubular. *Informacion Tecnologica*, 28(2), 29–36. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000200004>

Aquilla, L., & Torres, C. (2016). *DISEÑO DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN DE UN VEHÍCULO MONOPLAZA ELÉCTRICO FÓRMULA SAE.*

Suarez Montoya Maria Camila. (2017). *CARACTERIZACION DE MOTORES PARA VEHICULOS ELECTRICOS.*

Roas Valera, L. I. (2011). *Los vehículos eléctricos.*

Cevallos R., A. (1996). *Hablemos de electricidad.*

NTE INEN 2248. (2016).

6 ANEXOS

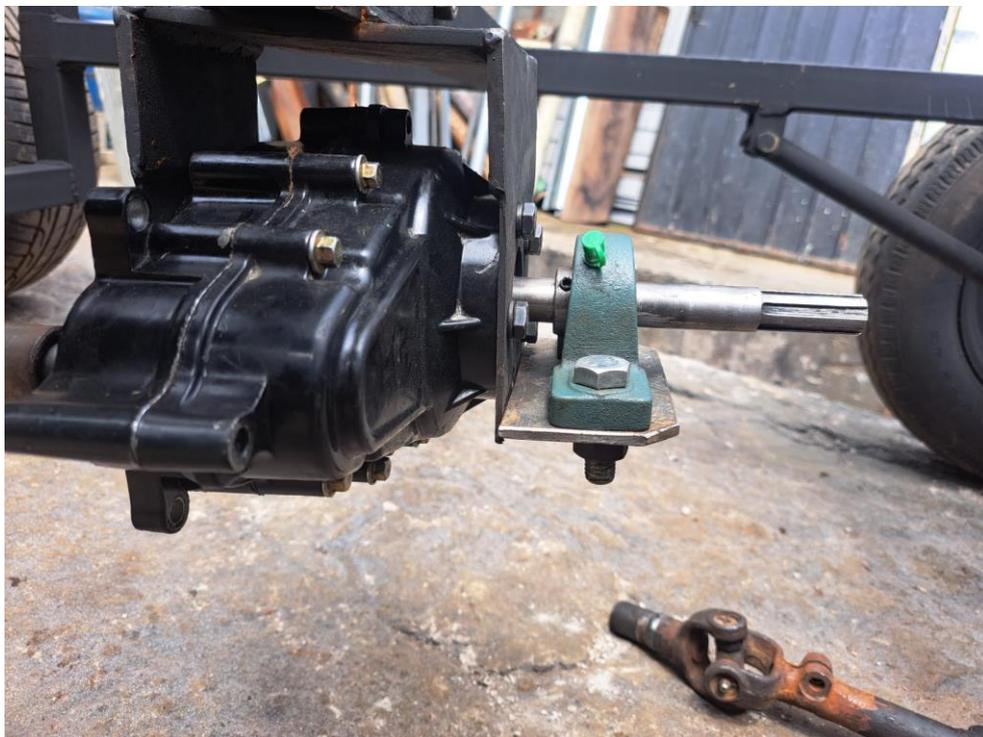
Anexo I Gastos del proyecto

Cantidad	Denominación	Característica	Valor unitario	Valor total
1	Motor	2,5 Hp	300	300
1	Baterías	60V	450	450
1	Controlador		150	150
1	Cargador	3 A/h	70	70
1	Diferencial con ejes		150	150
1	Caja de transferencia	R= 1:10	75	75
2	Piñones	12	100	200
1	Árbol de distribución		50	50
2	Amortiguador monoshock		50	100
2	Llantas delanteras	Rin 13	50	100
2	Llantas traseras	Rin 12	50	100
2	Manzanas		45	90
2	Rin delantero	13"	40	80
2	Rin trasero	12"	65	130
2	Tambor de freno	mecánico	20	40
4	Ferodos		10	40
1	Asiento	plástico antillamas	20	20
1	Volante		20	20
1	Caja de dirección	Aveo	85	85
1	Columna de dirección		20	20
2	Terminal de dirección		5	10
2	Axial		5	10
2	Tubo cuadrado 40mm	acero negro	24,19	48,38
			Valor Total	2338,38

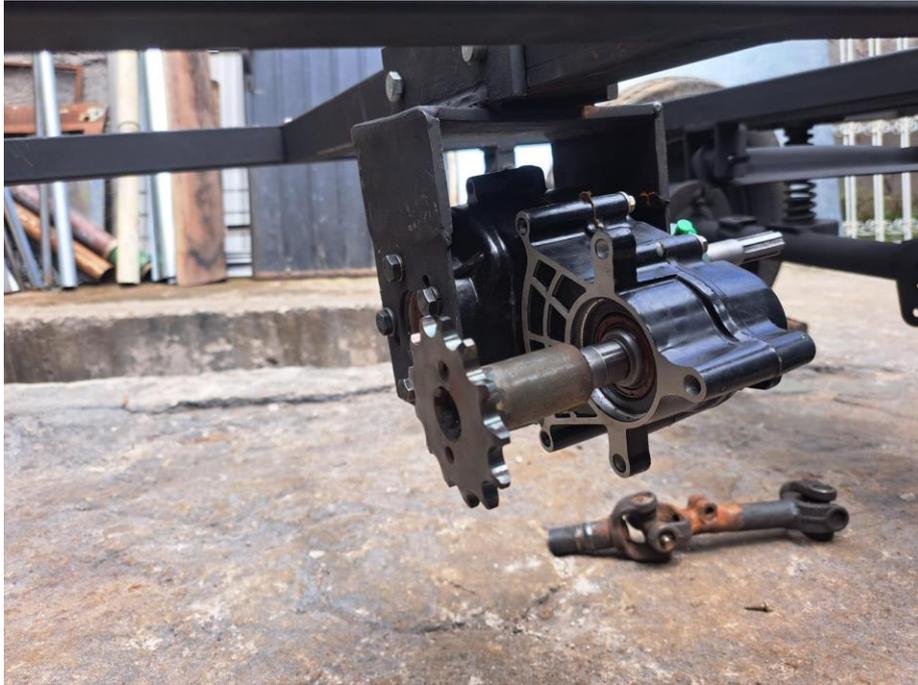
Anexo II Pruebas dinamómetro



Anexo III Ensamble eje transmisión



Anexo IV Ensamblaje del eje de caja para colocar cadena



Anexo V Ensamblaje sistema de frenos



Anexo VI Ensamblaje de motor y cableado eléctrico



Anexo VII Proceso de medición y corte de los materiales



Anexo VIII Proceso de manufactura



Anexo IX Proceso de soldadura

