



**Construcción de un bastidor tubular de un go-kart eléctrico para la Carrera de  
Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas  
Armadas ESPE.**

Vásquez Lema, Franklin Israel.

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Monografía, Previo a la Obtención del Título de Tecnólogo Superior en Mecánica  
Automotriz

Ing. Arias Pérez, Ángel Xavier

Latacunga, 20 de septiembre del 2021



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

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que la monografía, “**Construcción de un Bastidor Tubular de un Go-Kart Eléctrico para la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.**” Fue realizado por el señor **Vasquez Lema, Franklin Israel** el cual ha sido revisado y analizado 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, septiembre de 2021

Firma:



**Ing. Arias Pérez, Ángel Xavier**

C. C.: 050345481-1



## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** MONOGRAFIA VASQUEZ LEMA FRANKLIN ISRAEL.pdf  
(D112032962)  
**Submitted:** 9/3/2021 4:19:00 PM  
**Submitted By:** jc.altamiranoc@uta.edu.ec  
**Significance:** 5 %

### Sources included in the report:

Lascano Cristopher Monografia.pdf (D111573109)  
<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn69.html>  
<https://repositorio.uta.edu.ec/browse?type=author&value=Lizano+N%C3%BA%C3%B1ez%252C+Carlos+David>

### Instances where selected sources appear:

17

Firma:



.....  
**Ing. Arias Pérez, Ángel Xavier**

C. C.: 050345481-1



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

**RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA**

Yo, **Vasquez Lema, Franklin Israel**, con cédula de ciudadanía n° 050369053-9, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **“Construcción de un Bastidor Tubular de un Go-Kart Eléctrico para la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

**Latacunga, septiembre 2021**

Firma:

**Vasquez Lema, Franklin Israel**

C.C.: 050369053-9



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

**CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA  
AUTOMOTRIZ**

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN**

Yo, **Vásquez Lema, Franklin Israel** con cédula de ciudadanía n° 050369053-9, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“Construcción de un Bastidor Tubular de un GO-Kart Eléctrico para la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

**Latacunga, septiembre 2021**

Firma:

**Vásquez Lema, Franklin Israel**

C.C.: 050369053-9

## DEDICATORIA

El presente proyecto va dedicado a mis padres Martha Lema y Rafael Vásquez por el sacrificio y apoyo incondicional en circunstancias buenas y malas, ya que son pilares fundamentales e indispensables para cada día poder ser una mejor persona y acompañarme en el arduo camino de mi formación profesional.

A mis hermanos Pamela y Matías ya que son mi inspiración para poder seguir superándome cada día, por el inmenso amor que les tengo, por los momentos de felicidad y tristeza que hemos compartido.

A mi Tía Ana Lema y mi Abuelita Juliana Cando por siempre motivarme y llenarme de positivismo para cumplir mi objetivo además de estar conmigo en los momentos más difíciles, llenándome con palabras de sabiduría y amor.

A mi familia en general por siempre confiar en mí, por su ayuda incondicional y consejos que llenan mi alma y espíritu de amor.

**Vásquez Lema, Franklin Israel**

## AGRADECIMIENTO

Agradecer inmensamente a Dios por darme salud y vida para poder lograr mi objetivo. Ya que con su bendición me permitió seguir escalando y superando obstáculos y me regalo la dicha de tener a mis padres aún con vida para que pudieran verme alcanzar mi objetivo.

A mis padres quien con su infinito apoyo y constante sacrificio me acamparon durante esta trayectoria para mi formación profesional, a mi familia por sus buenos deseos, comprensión, paciencia y consejos que de la mano con amor me guiaron por el camino del bien. De la misma manera a mis compañeros quienes compartí, trabajé todo este tiempo para la finalización de este proyecto.

De igual manera a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE y a los docentes de la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz por abrirme las puertas y guiarme hacia el camino del éxito.

Por último y no menos importante a mi tutor académico Ing. Xavier Arias por su instrucción, paciencia y dedicación para poder culminar exitosamente el proyecto.

**Vásquez Lema, Franklin Israel**

## Tabla de Contenido

Carátula.....	1
Certificación.....	2
Reporte Urkund .....	3
Responsabilidad de Autoría .....	4
Autorización de Publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento .....	7
Tabla de Contenido .....	8
Índice de Tablas .....	12
Índice de Figuras.....	13
Resumen .....	16
Abstract.....	17
Planteamiento del Problema.....	18
Antecedentes .....	18
Planteamiento del Problema .....	20
Justificación e Importancia .....	21
Objetivos .....	22
<i>Objetivo General</i> .....	22
<i>Específicos</i> .....	22
Alcance.....	23
Marco Teórico.....	24
Historia del Go-kart.....	24
Tipos de Go-karts .....	25
<i>Buggies</i> .....	25
<i>Go-karts de sendero</i> .....	26



<i>Go-karts de pista</i> .....	27
<i>Go-karts eléctricos</i> .....	27
<b>El Bastidor</b> .....	28
<b>Tipos de Bastidores</b> .....	29
<i>Bastidor Independiente</i> .....	29
<i>Bastidor de tipo columna o en “x”</i> .....	30
<i>Bastidor Perimetral</i> .....	30
<i>Bastidor de Plataforma</i> .....	31
<i>Bastidor Monocasco</i> .....	32
<i>Bastidor Tubular</i> .....	33
<b>Bastidores con Enfoque a Go-karts</b> .....	34
<i>Go-karts con “Jaula”</i> .....	34
<i>Go-karts con Bastidor “recto”</i> .....	35
<i>Go- karts con Bastidor “offset”</i> .....	35
<i>Especificaciones Técnicas</i> .....	38
<b>Procesos de Soldadura</b> .....	40
<i>Soldadura Mig/ Mag</i> .....	40
<i>Soldadura Gmaw</i> .....	41
<i>Soldadura Tig</i> .....	42
<i>Soldadura Manual (mma/smaw)</i> .....	43
<b>Consideraciones Geométricas</b> .....	45
<b>Conceptos Básicos para la Fabricación</b> .....	45
<i>Ancho total</i> .....	45
<i>Largo total</i> .....	46
<i>Altura total</i> .....	47
<i>Ergonomía del piloto</i> .....	48

<i>Características que influyen en la ergonomía del piloto</i> .....	49
Conceptos de Construcción .....	50
<i>Material del Bastidor</i> .....	50
<i>Requisitos</i> .....	51
<i>Conceptos de rigidez del bastidor</i> .....	51
Rigidez a Flexión .....	52
Rigidez a Torsión.....	53
Dimensiones y Pesos .....	54
Modelado y Simulación.....	56
Proceso de Modelado del Bastidor.....	56
Modelado del Bastidor.....	57
Selección de Perfil.....	58
<i>Perfil Estructural Redondo</i> .....	58
Distribución de Cargas.....	65
Asignación del Material.....	65
Construcción del bastidor y montaje de elementos .....	67
Corte, doblado y maquinado de los tubos .....	67
Requerimientos de construcción.....	68
<i>Materiales</i> .....	68
<i>Marcado de tubo</i> .....	69
<i>Corte del tubo</i> .....	69
<i>Preparacion de tubos</i> .....	71
<i>Doblado de tubos</i> .....	72
<i>Soldadura de la estructura</i> .....	73
Posiciones a soldar y secuencias de soldadura. ....	75
<i>Soldadura circular a 360°</i> .....	75

<i>Soldadura horizontal</i> .....	76
<i>Soldadura circular a 180°</i> .....	77
<i>Soldadura vertical ascendente</i> .....	77
Uniones Soldadas.....	78
Soldadura de Arco .....	79
<i>Defectos en la soldadura</i> .....	80
Falta de penetración. ....	80
Falta de fusión .....	81
Porosidad .....	82
Fisuras.....	82
Armado de la Estructura Tubular. ....	83
Inspección y Limpieza de las juntas soldadas. ....	84
Selección del proceso de pintura .....	85
<i>Aplicación de la pintura electrostática</i> .....	86
Montaje de los sistemas del go-kart eléctrico .....	88
<i>Sistema de tren de potencia</i> .....	88
<i>Sistema de frenos</i> .....	88
<i>Sistema de dirección</i> .....	89
<i>Carrocería</i> .....	90
Protocolo de Pruebas .....	90
<i>Pruebas en pista</i> .....	92
Conclusiones y Recomendaciones.....	100
Conclusiones: .....	100
Recomendaciones: .....	101
Bibliografía.....	102
Anexos .....	107

**Índice de Tablas**

<b>Tabla 1</b> <i>Pesos del Go-Kart Electrico</i> .....	39
<b>Tabla 2</b> <i>Pesos del Go-Kart en Movimiento</i> .....	40
<b>Tabla 3</b> <i>Dimensiones del Bastidor Tubular</i> .....	55
<b>Tabla 4</b> <i>Pesos Aplicables al Bastidor</i> .....	65
<b>Tabla 5</b> <i>Materiales Utilizados</i> .....	68
<b>Tabla 6</b> <i>Hoja de Ruta</i> .....	94

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> <i>Primer Kart Comercial</i> .....	25
<b>Figura 2</b> <i>Buggy</i> .....	26
<b>Figura 3</b> <i>Go-Kart de Sendero</i> .....	26
<b>Figura 4</b> <i>Go-Kart de Pista</i> .....	27
<b>Figura 5</b> <i>Go-Kart Eléctrico</i> .....	28
<b>Figura 6</b> <i>Bastidor</i> .....	29
<b>Figura 7</b> <i>Bastidor Independiente</i> .....	29
<b>Figura 8</b> <i>Bastidor de tipo Columna</i> .....	30
<b>Figura 9</b> <i>Bastidor de tipo Columna</i> .....	31
<b>Figura 10</b> <i>Bastidor de Plataforma</i> .....	32
<b>Figura 11</b> <i>Bastidor Monocaso</i> .....	33
<b>Figura 12</b> <i>Bastidor Tubular</i> .....	33
<b>Figura 13</b> <i>Bastidor Tipo Jaula</i> .....	34
<b>Figura 14</b> <i>Bastidor Tipo Recto</i> .....	35
<b>Figura 15</b> <i>Bastidor tipo Offset</i> .....	35
<b>Figura 16</b> <i>Bastidor de Go-Kart</i> .....	36
<b>Figura 17</b> <i>Go-Kart</i> .....	37
<b>Figura 18</b> <i>Efecto de Elevación</i> .....	38
<b>Figura 19</b> <i>Soldadura MIG /MAG</i> .....	41
<b>Figura 20</b> <i>Soldadura GMAW</i> .....	42
<b>Figura 21</b> <i>Soldadura TIG</i> .....	43
<b>Figura 22</b> <i>Soldadura Manual</i> .....	44
<b>Figura 23</b> <i>Ancho Total</i> .....	46
<b>Figura 24</b> <i>Longitud Total</i> .....	47
<b>Figura 25</b> <i>Altura Total</i> .....	47

<b>Figura 26</b> <i>Distancia de Posicionamiento para el asiento</i> .....	48
<b>Figura 27</b> <i>Altura de las Manos</i> .....	49
<b>Figura 28</b> <i>Posición de conducción</i> .....	50
<b>Figura 29</b> <i>Representación de Cargas</i> .....	52
<b>Figura 30</b> <i>Partes Principales del chasis</i> .....	54
<b>Figura 31</b> <i>Bastidor Tubular</i> .....	56
<b>Figura 32</b> <i>Croquis del bastidor tubular</i> .....	57
<b>Figura 33</b> <i>Croquis del Bastidor Tubular</i> .....	58
<b>Figura 34</b> <i>Perfil Estructural</i> .....	59
<b>Figura 35</b> <i>Características del perfil Redondo</i> .....	59
<b>Figura 36</b> <i>Miembro Estructural Tubular</i> .....	60
<b>Figura 37</b> <i>Dimensionamiento del perfil estructural</i> .....	61
<b>Figura 38</b> <i>Dimensionamiento del perfil estructural</i> .....	61
<b>Figura 39</b> <i>Dimensionamiento del perfil estructural</i> .....	62
<b>Figura 40</b> <i>Unión de nodos del bastidor tubular</i> .....	63
<b>Figura 41</b> <i>Unión de nodos del bastidor tubular</i> .....	63
<b>Figura 42</b> <i>Unión de nodos del bastidor tubular</i> .....	64
<b>Figura 43</b> <i>Modelado culminado del bastidor tubular</i> .....	64
<b>Figura 44</b> <i>Asignación del Material</i> .....	66
<b>Figura 45</b> <i>Modelado del Bastidor Tubular</i> .....	67
<b>Figura 46</b> <i>Marcado del tubo</i> .....	69
<b>Figura 47</b> <i>Corte de tubos</i> .....	70
<b>Figura 48</b> <i>Corte boca de pescado</i> .....	71
<b>Figura 49</b> <i>Perfiles de tubos</i> .....	71
<b>Figura 50</b> <i>Doblado de Tubos</i> .....	72
<b>Figura 51</b> <i>Doblado de Tubos</i> .....	73

<b>Figura 52</b> <i>Suelda tipo MIG</i> .....	74
<b>Figura 53</b> <i>Ensamble del bastidor tubular</i> .....	75
<b>Figura 54</b> <i>Soldadura a 360°</i> .....	76
<b>Figura 55</b> <i>Soldadura Horizontal</i> .....	76
<b>Figura 56</b> <i>Soldadura a 180°</i> .....	77
<b>Figura 57</b> <i>Soldadura vertical ascendente</i> .....	78
<b>Figura 58</b> <i>Unión de nodos por puntos de suelda</i> .....	79
<b>Figura 59</b> <i>Soldadura de Arco MIG</i> .....	80
<b>Figura 60</b> <i>Falta de Penetración</i> .....	81
<b>Figura 61</b> <i>Falta de Fusión</i> .....	81
<b>Figura 62</b> <i>Porosidad</i> .....	82
<b>Figura 63</b> <i>Fisuras</i> .....	83
<b>Figura 64</b> <i>Bastidor Tubular</i> .....	84
<b>Figura 65</b> <i>Limpieza e Inspección</i> .....	85
<b>Figura 66</b> <i>Preparación de pintura</i> .....	86
<b>Figura 67</b> <i>Bastidor Pintado</i> .....	87
<b>Figura 68</b> <i>Proceso de pintura culminado</i> .....	87
<b>Figura 69</b> <i>Tren de potencia</i> .....	88
<b>Figura 70</b> <i>Sistema de Frenos</i> .....	89
<b>Figura 71</b> <i>Sistema de Dirección</i> .....	89
<b>Figura 72</b> <i>Carrocería</i> .....	90
<b>Figura 73</b> <i>Protocolo de Pruebas Go-Kart Eléctrico</i> .....	91
<b>Figura 74</b> <i>Pista de Prueba</i> .....	92
<b>Figura 75</b> <i>Protocolos de Pruebas</i> .....	93
<b>Figura 76</b> <i>Indicaciones</i> .....	93
<b>Figura 77</b> <i>Protocolo de Pruebas</i> .....	94

## Resumen

El presente proyecto de titulación expone como objetivo primordial la construcción de un bastidor tubular para un Go-Kart Eléctrico, de tal manera que se pueda aplicar diferentes parámetros y conocimientos que se obtuvo a lo largo de la Carrera además de garantizar el óptimo funcionamiento en circunstancias adversas de manejo al igual garantizar la seguridad al momento de pilotar el Go-Kart de la misma manera ayude como fuente bibliográfica para futuros proyectos de investigación. Para la verificación del desempeño del bastidor se optó por la utilización de un software el cual ayude a verificar el dimensionamiento, así como el modelado, para que pueda ser fabricado de manera óptima, eficaz y rápida. El trabajo está dividido en 6 capítulos, los cuales permitirán interpretar de mejor manera la fabricación del bastidor tubular ya que explica desde el origen del primer Go-Kart comercial, las dimensiones el cual se adhiere las diferentes especificaciones de la entidad reguladora CIK-FIA, los perfiles y los materiales incorporados para la construcción y ensamble del bastidor al igual que los sistemas complementarios del Go-Kart, para finalizar con el protocolo de pruebas para el intérprete de datos como el óptimo funcionamiento del bastidor tubular del karting.

Palabras Clave:

- **AUTOMÓVILES - BASTIDOR TUBULAR**
- **AUTOMÓVILES SOLDADURA**
- **GO-KART**



## **Abstract**

The present degree project exposes as a primary objective the construction of a tubular frame for an Electric Go-Kart, in such a way that different parameters and knowledge that was obtained throughout the Race can be applied in addition to guaranteeing optimal operation in adverse driving circumstances as well as guaranteeing safety when piloting the Go-Kart in the same way as helping as a bibliographic source for future research projects. For the verification of the performance of the frame, it was chosen to use a software which helps to verify the sizing, as well as the modeling, so that it can be manufactured optimally, efficiently, and quickly. The work is divided into 6 chapters, which will allow to better interpret the manufacture of the tubular frame since it explains from the origin of the first commercial Go-Kart, the dimensions which adheres to the different specifications of the regulatory entity CIK-FIA, the profiles and the materials incorporated for the construction and assembly of the frame as well as the complementary systems of the Go-Kart, to finish with the test protocol for the data interpreter as the optimal operation of the tubular frame of the karting.

Keywords:

- **AUTOMOBILES - TUBULAR FRAME**
- **AUTOMOBILE WELDING**
- **GO-KART**

## Capítulo I

### 1. Planteamiento del Problema.

“Construcción de un bastidor tubular de un Go-kart eléctrico para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE”

#### 1.1 Antecedentes

El diseño y construcción del primer prototipo para vehículos Go-Kart se originó en Estados Unidos en 1956 por Art Ingels donde la construcción del bastidor se logró mediante tubería de acero el cual era liviano y lo suficientemente resistente para soportar el peso del ocupante, este bastidor fue inspirado en los coches de competición que mediante su diseño se logró implementar el prototipo para el primer Go-Kart de la historia. De la misma manera se montó un motor de cortadora de césped marca West Bend de 2.5 hp de dos ciclos el cual serviría para dar impulso a dicho Go-Kart además de poseer ruedas no alineadas y un sistema de dirección el cual se controla por las ruedas delanteras de dicho Go-Kart cabe resaltar que este primer prototipo apenas superaba los 50 km/h.

No paso mucho tiempo en el cual el karting paso de ser un “hobby” a convertirse en uno de los deportes mundiales, es por esta razón debido a la necesidad de regulación técnica se formó el Go-Kart Club of América (GKCA), ahora conocido como “La federación internacional de kart” (CIK).

A partir de entonces la evolución del Go-Kart se ha dado mediante el avance del bastidor y motores experimentados para este tipo de competencias, tomando en cuenta las determinaciones de la industria automotriz.

El bastidor es una estructura metálica rígida que tiene como función soportar, adherir componentes mecánicos de los cuales están compuestos un vehículo, además de cumplir con la necesidad de tolerar cargas dinámicas, peso de los distintos elementos mecánicos y sobrecargas de estos.

(Núñez, 2017) cuyo tema es “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA TUBULAR PARA LA CARROCERÍA DEL PROTOTIPO DE UN AUTO ELÉCTRICO BIPLAZA UTA-CIM17” Alega: “Es necesario diseñar un sistema estructural bajo de peso, ligero, pero de cuerpo rígido de manera que brinde la seguridad adecuada al usuario, por esta razón se vuelve imprescindible el diseño y construcción del sistema estructural seleccionando materiales adecuados para su correcto funcionamiento” (Núñez, 2017)

Es importante el diseño del bastidor tubular así lo menciona (OJEDA MADRUÑERO, 2020) cuyo tema es “CONSTRUCCIÓN DE UN BASTIDOR TUBULAR PARA UN VEHÍCULO BIPLAZA TIPO BUGGY PARA LA CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS ESPE” llegando a concluir que el bastidor tubular tiene la finalidad de aporta rigidez a torsión y mejorar la dinámica del automóvil cuando este realiza una curva, es por eso que la mayoría de los bastidores tubulares que son utilizados para competición son construidos en base a estudios en la cual permite identificar las problemáticas que este puede presentar en medio de una competencia

Según lo fundamentado por estos indagadores, la construcción del bastidor tubular para un Go-Kart Eléctrico, es necesario contar con materiales resistentes y flexibles a la vez, debido a que la estructura debe ser rígida para mantener la estabilidad y seguridad al momento de operarlo ya que la mayor parte de bastidores son

construidos mediante análisis y estudios para la detección de fallas en aerodinámica y peso.

Por lo expuesto es esencial que la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Unidad De Gestión De Tecnologías, cuente con la construcción de un bastidor tubular de un Go-kart eléctrico mismo que facilitara el desarrollo de conocimiento científico y práctico.

## **1.2 Planteamiento del Problema**

La Unidad de Gestión en Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPEL tiene como objetivo forjar Tecnólogos Superiores en Mecánica Automotriz implementando conocimientos y fundamentos científicos que van de la mano con una metodología práctica para el desempeño óptimo del estudiante de manera que dicho conocimiento se vea reflejado en aplicaciones prácticas y tecnologías que sirvan de cimiento para establecer procesos innovadores en el sector automotriz.

El bastidor de todo automotor con mención al Go-Kart Eléctrico debe cumplir con características indispensables para su correcto aprovechamiento estos deben ser dúctiles, ligeros y rígidos a la vez, mediante estas características se obtiene estabilidad en el automotor. De no cumplir con las características está en riesgo la seguridad e integridad física del conductor y por concluyente el bastidor sufrirá una fractura o deformación en caso de un choque o impacto al momento de realizar pruebas de funcionamiento o uso cotidiano del mismo.

De la misma manera se debe analizar los distintos materiales para la elaboración del bastidor debido a que esto permite plantear una comparación entre “Peso y Potencia” del Go-Kart Eléctrico, al ocupar materiales que no cumplan con ventajas de ductilidad, peso y rigidez el vehículo optara por el desgaste y consumo

excesivo de energía esto implicaría tener menos autonomía del vehículo y por consiguiente un desgaste prematuro de los componentes es decir mientras mayor sea el peso mayor será la energía requerida para desplazar al Go-Kart Eléctrico.

De no solucionarse lo mencionado anteriormente el bastidor del Go-Kart Eléctrico tendrá un peso excesivo el cual provocará un limitante en la velocidad, por consiguiente todos los componentes eléctricos sufrirán un desgaste precoz llegando al punto de estropearlos.

Por lo mencionado es necesario investigar, indagar y analizar tipos de materiales y procesos de manufactura y fácil mecanizado para la construcción de un bastidor tubular de un Go-Kart Eléctrico para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE mismo que facilitara la adquisición de aprendizajes significativos.

### **1.3 Justificación e Importancia**

En el presente trabajo se elabora el proceso de construcción del bastidor tubular de un Go-Kart Eléctrico, esto permitirá realizar pruebas de funcionamiento que asegure la operatividad de dicho bastidor.

La elaboración de este bastidor tubular tiene como misión optimizar el rendimiento del Go-Kart por medio de análisis y estudios en base a lo indagado a las dificultades que se pueden presentar durante el mecanizado y ensamble de dicho bastidor. Desempeñando diferentes estrategias de ensamble y mecanizado para la construcción del bastidor tubular, así como la elección del material adecuado que se ajuste a los requerimientos necesarios como peso y ductilidad.

La fabricación de este proyecto es de vital importancia para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías-

ESPE. Este proyecto particularmente permite fundamentar conocimientos sobre tipos de materiales, técnicas de soldadura y prácticas de elaboración de un bastidor tubular.

Así como también ayuda a mejorar la relación interpersonal docente- estudiante debido a la aplicación de conocimientos significativos mediante el incremento de conocimiento con relación al tema.

Por lo tanto, es imprescindible que la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnología- ESPE, posea un bastidor tubular para un Go-Kart Eléctrico mismo que ayudara a desarrollar destrezas e ingenio propias del área de conocimiento e investigación.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Construir el bastidor tubular de un Go-Kart Eléctrico para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

### **1.4.2 Específicos.**

- Conocer los distintos tipos de bastidores y tipos de materiales ocupados en la construcción de Go-Karts mediante el análisis bibliográfico de los prototipos ya existentes.
- Modelar la estructura del bastidor tubular mediante el uso de un software CAD para el prototipo de Go-Kart Eléctrico de la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

- Seleccionar los materiales necesarios para la construcción del bastidor tubular de un prototipo de un Go-Kart Eléctrico mediante el análisis de gastos que intervienen en el proceso de mecanizado y manufactura.
- Construir el bastidor tubular de un prototipo de Go-Kart Eléctrico mediante procesos y estrategias de mecanizado y manufactura.

### **1.5 Alcance**

El presente trabajo implica la selección de materiales adecuados para la construcción del bastidor tubular de un prototipo de Go-Kart Eléctrico, así como la selección de procesos de fácil mecanizado y manufactura. El prototipo será implementado en la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, viéndose beneficiado de este proyecto la institución, los docentes y los estudiantes podrán aplicar los conocimientos teóricos a la práctica. Así como también servirá de base de información y consulta para todas aquellas personas interesadas en el tema.

## Capítulo II

### 2. Marco Teórico.

#### 2.1 Historia del Go-Kart

El primer kart comercial fue fabricado por Art Ingels de California en agosto de 1956, utilizando motores para cortacésped de West Bend Company, ubicada en West Bend, Wisconsin. Pronto, el Go-Kart se consolidó en otras bases de Estados Unidos y comenzó la primera carrera. La velocidad del Go-Kart superó los 50 Km/h y rápidamente se incorporaron muchas mejoras técnicas. (Lampito, 2016)

Desde 1956 la evolución de los Go-Karts ha ido en aumento, aunque las reglas no han cambiado mucho, el chasis ha ido mejorando en cuanto a estabilidad y frenada. Los primeros tubos soldados han dado paso a los chasis más complejos y los sistemas de freno más modernos. Hoy en día, los Go-Karts pueden alcanzar velocidades de más de 250 Km/h, pero su seguridad es comparable a la de un automóvil de Fórmula 1. (Lampito, 2016)

La estructura del Go-Kart se basa en un tubo metálico, 4 ruedas sin suspensión en 4 esquinas, un volante y una estructura de motor. La potencia se transmite al eje de transmisión trasero a través de una cadena sin ningún diferencial. (Formula1, 2013)



## Figura 1

### *Primer Kart Comercial*



*Nota.* Primer Kart fabricado por Art Ingels. Tomado de (Lampito, 2016)

## 2.2 Tipos de Go-Karts

El Go-Kart es un tipo de actividad de entretenimiento y profesional a la vez, aunque existen diferentes tipos de Go-Karts para distintos tipos de entornos. Los Go-Karts se pueden clasificar más específicamente según el tipo de motor y su conversión, existen importantes diferencias entre los Go-Karts Eléctricos y los motores de Gasolina. (Geniolandia, 2018)

### 2.2.1 *Buggies*

Los Go-Karts tipo “Buggy” se suelen utilizar en dunas de arena y pueden soportar golpes y presiones leves. Algunos modelos de este tipo de Go-Karts pueden acelerar hasta los 100 Km/h y tienen capacidad para 4 personas. A menudo tienen características de seguridad extendida porque están diseñadas para condiciones climáticas y carreteras impredecibles. Debido a la alta velocidad, este tipo de Go-Kart solo debe ser dirigido para conductores experimentados. (Geniolandia, 2018)

**Figura 2***Buggy*

*Nota.* Ejemplo de Buggy. Tomado de (Geniolandia, 2018)

**2.2.2 Go-Karts de sendero**

Los Go-Karts de sendero están diseñados para terrenos blandos como carreteras y colinas. Suelen implementarse y utilizarse para satisfacer las necesidades entre los “Buggies” y Go-Karts de Pista incluidos los Go-Karts de sendero, porque son más fuertes que los Go-Karts de Pista, pero no tan potentes como los “Buggies”.

También son más rápidos que los Go-Karts de pista, pero más lentos que los Buggies.

La velocidad de estos Go-Karts es de 55 y 70 Km/h (Geniolandia, 2018)

**Figura 3***Go-Kart de Sendero*

*Nota.* Ejemplo de Go-Kart. Tomado de (Geniolandia, 2018)

### 2.2.3 Go-Karts de Pista

El Go-Kart de pista es el tipo de Kart más común. Está diseñado para que lo usen adolescentes menores a 17 años porque son más lentos y estables. La mayoría de los karts de pista pueden alcanzar velocidades de 55 Km/h, aunque algunos están diseñados específicamente para alcanzar velocidades de entre 25km/h (Geniolandia, 2018)

#### Figura 4

*Go-Kart de Pista*



*Nota.* Ejemplo de Go-Kart de Pista. Tomado de (Geniolandia, 2018)

### 2.2.4 Go-Karts Eléctricos

Los karts eléctricos tienen un motor eléctrico como generador. Estos motores pueden ser de corriente alterna o corriente continua. Normalmente los motores son alimentados por baterías. Estas baterías se recargan conectándose a la red o mediante un sistema de batería extraíble que se puede instalar. Dependiendo del tipo de instalación, existen diferentes formas de alimentar el motor, que pueden ser solares o incluso nucleares. (Romero, 2016)

Estos sistemas son mucho más simples que los sistemas híbridos y se destacan de los sistemas de combustible tradicionales. Por esta razón, se mostró un sistema de

energía con baterías, que puede crear un sistema de propulsión diferente a los sistemas de energía tradicionales. (Romero, 2016)

### **Figura 5**

*Go-Kart Eléctrico*



*Nota.* Ejemplo de un Go-Kart Eléctrico. Tomado de (Spuch, 2014)

### **2.3 El bastidor**

La tarea del bastidor es formar un marco robusto para el automóvil, y los diferentes componentes que componen el automóvil están conectados al marco, como motores, dirección, elementos elásticos y ejes. El marco debe ser ligero, pero con buena resistencia y estabilidad de forma. Suele estar hecho de acero templado. Aunque el bastidor al que se ensamblan firmemente los largueros y los travesaños se sigue utilizando en camiones, en la mayoría de los automóviles y autobuses de pasajeros se ha producido un cambio hacia estructuras auto portantes. (Bohner Max, 2001)

## Figura 6

### *Bastidor*



*Nota.* Ejemplo de Bastidor. Tomado de (Pastor, 2016)

## 2.4 Tipos de Bastidores

### 2.4.1 *Bastidor Independiente*

El tipo de bastidor independiente está compuesto por una estructura de acero o un marco formado por la unión de dos vigas longitudinales mediante soldadura, roscado o remachado de vigas, y las vigas están dispuestas en horizontal o en diagonal. De esta forma, el bastidor es la estructura encargada de recibir y absorber todos los esfuerzos de flexión y torsión generados por el funcionamiento normal del motor y el movimiento del vehículo.

## Figura 7

### *Bastidor Independiente*



*Nota.* Ejemplo de un Bastidor Independiente. Tomado de (Galbarro H. R., 2015)

### **2.4.2 Bastidor de Tipo Columna o en “X”**

El nombre del bastidor en “X” proviene de su forma geométrica en forma de X. Este tipo de Bastidor se estrecha hacia abajo desde el centro para fortalecer la estructura del vehículo y está diseñado para compensar los puntos de alto torque. El travesaño delantero en este tipo de bastidor suele ser muy resistente, por lo que se puede fijar a los anclajes de la suspensión delantera y a los componentes del motor. (Galbarro H. R., 2015)

#### **Figura 8**

*Bastidor de tipo Columna*



*Nota.* Ejemplo de Bastidor en X. Tomado de (Galbarro H. R., 2015)

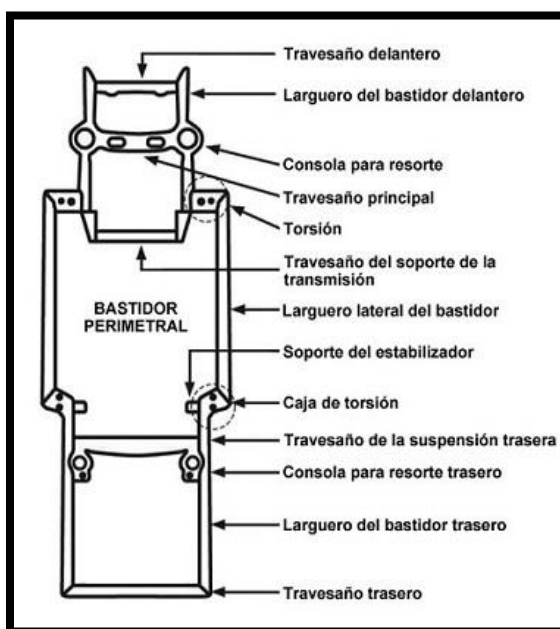
### **2.4.3 Bastidor Perimetral**

El bastidor perimetral se utiliza para ciertos modelos y camiones. Este tipo de bastidor, los largueros sostienen el cuerpo en la parte más ancha del cuerpo para brindar una mejor protección en caso de una colisión lateral. Están dispuestos en una configuración escalonada antes y después de las ruedas delanteras y traseras respectivamente. A través de esta configuración, el marco puede formar una estructura de caja de torsión, en el caso de una colisión frontal, puede absorber la mayor parte de la energía generada durante la colisión, además, este tipo de bastidores es ligeramente

más ancho, lo que puede aportar una mayor estabilidad al vehículo. (Galbarro H. R., 2015)

### Figura 9

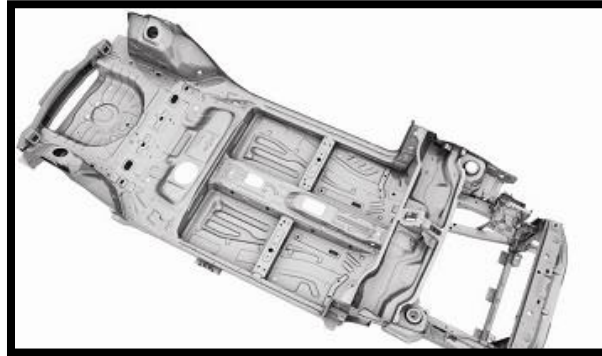
*Bastidor de tipo Columna*



*Nota.* Ejemplo de bastidor perimetral. Tomado de (Galbarro H. R., 2015)

#### 2.4.4 Bastidor de Plataforma

El tipo de bastidor de plataforma realiza las funciones de una poderosa plataforma de transporte implícita en su nombre. Consiste en un chasis liviano formado por la conexión de varias placas soldadas, generalmente mediante soldadura por puntos, el conjunto forma una base con suficiente rigidez para soportar los componentes mecánicos y el cuerpo posterior. Dado que la plataforma aporta una alta rigidez en este tipo de bastidores, además de estar compuesta por numerosos elementos desmontables, la carrocería puede ser más ligera, facilitando el trabajo de repuestos para evitar que alguna pieza dañe la carrocería. (Galbarro H. R., 2015)

**Figura 10***Bastidor de Plataforma*

*Nota.* Ejemplo de un Bastidor de Plataforma. Tomado de (Galbarro H. R., 2015)

**2.4.5 Bastidor Monocasco**

El bastidor Monocasco es la opción más utilizada en la fabricación de automóviles actual, especialmente los automóviles ligeros y de pasajeros, porque puede reducir significativamente el peso del vehículo, haciéndolo más flexible y su producción en mas es más económica. Es una carrocería con función de resistencia propia, es decir, no requiere de estructuras auxiliare para brindar mayor resistencia al vehículo. De esta forma, se puede reducir el peso de los componentes, lo que significa que se puede ahorrar combustible cuando el vehículo está en movimiento. En este caso casi todas las piezas que componen la carrocería rígida estarán conectadas principalmente por puntos de soldadura, aunque puede haber diseños para conectar la mayoría de las piezas mediante pernos para facilitar las tareas de sustitución o reparación de daños. (Galbarro H. R., 2015)



**Figura 11**

*Bastidor Monocasco*



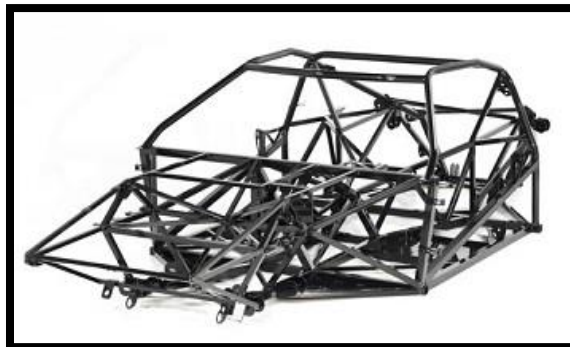
*Nota.* Ejemplo de un Bastidor Monocasco, Tomado de (Galbarro H. R., 2015)

#### **2.4.6 Bastidor Tubular**

El marco tubular está estructurado por miembros tubulares o varillas que pueden tener una sección transversal circular, ovalada o cuadrada. Este tipo de bastidor surge de la necesidad de obtener una estructura más ligera y delgada. Son principalmente de estructura de celosía, por lo que son muy resistentes y ligeros de montar. (Galbarro H. R., 2015)

**Figura 12**

*Bastidor Tubular*



*Nota.* Ejemplo de un Bastidor Tubular. Tomado de (Galbarro H. R., 2015)

## 2.5 Bastidores con enfoque a Go-Karts

El bastidor está hecho de tubos de acero, y los bastidores más competitivos y costosos utilizan tubos de acero Cr-Mo con un diámetro de 28 a 32 mm para aumentar la rigidez y reducir el peso. No hay suspensión, por lo que el bastidor debe ser lo suficientemente flexible para funcionar como suspensión y lo suficientemente fuerte como para no romperse o doblarse en una curva. Los bastidores de Go-Kart están clasificados según la "Asociación de Carreras de Karts" de Estados Unidos como "Abiertos", "Enjaulado", "Recto" o "Desplazado". Todos los bastidores aprobados por "CIK-FIA" son "rectos" y "abiertos". (Formula1, 2013)

### 2.5.1 Go-Karts con "Jaula"

Los Go- Karts "abiertos" no tienen jaula antivuelco. Como sugiere el nombre, los Go- Karts con "jaula" tienen una jaula antivuelco alrededor del conductor y se utilizan principalmente en pistas embarradas. (Formula1, 2013)

### Figura 13

*Bastidor Tipo Jaula*



*Nota.* Ejemplo de bastidor tipo Jaula para Kartings. Tomado de (Formula1, 2013)

### 2.5.2 Go-Karts con bastidor "Recto"

El bastidor "recto" es el chasis más utilizado y fácilmente reconocible, y el conductor se encuentra en el centro del kart. El bastidor "recto" se utiliza para esprintar. (Formula1, 2013)

#### Figura 14

*Bastidor Tipo Recto*



*Nota.* Ejemplo de Bastidor Tipo Recto. Tomado de (Formula1, 2013)

### 2.5.3 Go- Karts con Bastidor "Offset"

En el bastidor "desplazado", el asiento del conductor se mueve hacia la izquierda para mantener el equilibrio mientras se ejecuta a la velocidad de giro a la izquierda usando el bastidor. (Formula1, 2013)

#### Figura 15

*Bastidor tipo Offset*



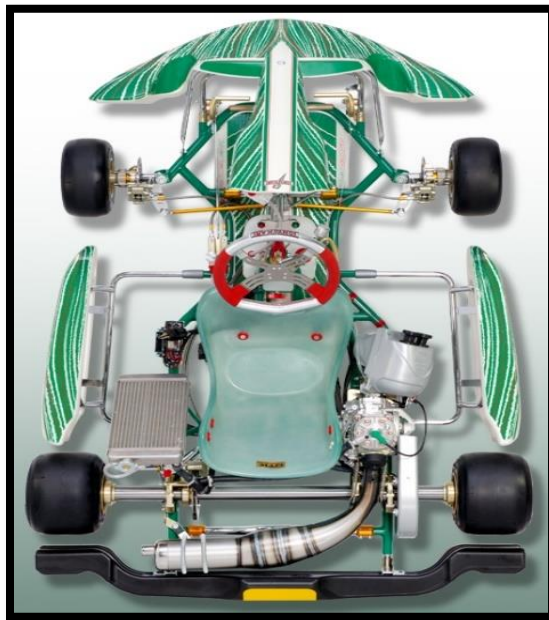
*Nota.* Ejemplo de Bastidor tipo Offset. Tomado de (Formula1, 2013)

Al cambiar la rigidez del chasis, se pueden obtener diferentes características de manejo en diferentes condiciones. Por lo general, en condiciones secas, es mejor usar un marco más duro, y en condiciones de humedad o con poca tracción, es más flexible. El marco puede funcionar mejor. (Formula1, 2013)

El bastidor de alta tecnología permite agregar o quitar barras de apoyo en la parte trasera, delantera y laterales según las condiciones de la pista. Para obtener el mejor rendimiento en diferentes condiciones, la inclinación de las ruedas se puede ajustar a la altura delantera y trasera. (Formula1, 2013)

### **Figura 16**

*Bastidor de Go-Kart*



*Nota.* Ejemplo de un Bastidor para Karting. Tomado de (Formula1, 2013)

Las significativas diferencias con el coche es que el Go-Kart no tiene suspensión y tiene un eje trasero rígido. El eje trasero rígido permite que las ruedas traseras

interiores y exteriores giren siempre a la misma velocidad. Sin embargo, al girar, la rueda interior debe recorrer una distancia más corta y, por lo tanto, debe girar más lentamente. En los coches con tracción trasera, esto se puede conseguir mediante un diferencial. Sin embargo, en los Go-Karts, la misma velocidad hará que los neumáticos frenen. Esto ralentiza la velocidad del Go-Kart y también puede provocar un mal manejo. Por esta razón, el Go-Kart está diseñado para levantar el neumático interno y trasero del suelo en una curva, convirtiéndolo efectivamente en un vehículo de tres ruedas al girar. (Formula1, 2013)

### **Figura 17**

*Go-Kart*



*Nota.* Ejemplo de Go-Kart. Tomado de (Formula1, 2013)

La elevación trasera interna se logra girando el chasis y la geometría delantera especialmente diseñada. El diseño geométrico de la parte delantera del kart hace que tienda a bajar la rueda delantera interior y a subir la rueda delantera exterior en las curvas. A esto se le llama "Efecto de Elevación" de la rueda. Esto ayuda a que el chasis del Go-Kart se vuelque durante las curvas y, por lo tanto, es el segundo factor que más contribuye al levantamiento interno de la rueda trasera. En un cuadro demasiado rígido, no puede levantar la cámara de aire y el cuadro seguirá atascándose. La solución es

eliminar la fuerza del chasis o aumentar el peso sobre el chasis para aumentar el grado de torsión alcanzado por el chasis. (Formula1, 2013)

### **Figura 18**

*Efecto de Elevación*



*Nota.* Efecto de Elevación. Tomado de (Formula1, 2013)

#### **2.5.4 Especificaciones Técnicas.**

Las especificaciones técnicas con enfoque al tipo de material que se va a utilizar para la construcción e implementación se orientaron mediante la regulación de la World Formula Chasis (FIA) y en base a la experiencia de un “Maestro” dedicado a la preparación de Go-Karts para competencia a nivel nacional e internacional.

Para la construcción del bastidor tubular de un Go-Kart Eléctrico, se tuvo gran influencia de las regulaciones de la CIK-FIA, pero se acogió un dimensionamiento libre con diferentes pautas para la implementación de los sistemas que compone el Go-Kart ya que al tratarse de un Go-Kart Eléctrico se debe tomar en cuenta varios parámetros como la disposición, conexión eléctrica, mecánicos y de confort.

**Tabla 1***Pesos del Go-Kart Eléctrico*

Pesos del Go-Kart Eléctrico	
MATERIAL	Diámetro o Área X Espesor
Tubería de acero negro Grueso	1.5 kg/m
Tubería de acero negro delgado	1 kg/m
Peso total estructura tubular	12.7 kg
Peso Motor	4.8 kg
Peso de la Batería y Bms	10.5 kg
Peso del Convertidor DC-DC	1.5 kg
Peso del Controlador	1.85 kg
Peso del eje	5.17 kg
Peso del asiento	1 kg
Peso de dirección	2.81 kg
Peso de las Ruedas	9.52 kg
Peso de la Carrocería	11.61 kg
Peso del Freno	3.62 kg
Otros Pesos	5.70 kg
Peso Total del Go-Kart	73.28 kg

*Nota.* Pesos distribuidos en el Go-Kart.

Se interpreta los pesos que presenta el Go-Kart Eléctrico con todos los implementos y sistemas que lo conforman con excepción del peso del piloto, cuando el Go-Kart se encuentre en movimiento.

**Tabla 2***Pesos del Go-Kart en Movimiento*

Peso del Go-Kart en Movimiento	
Peso Total del Go-Kart	73.28 kg
Peso del Piloto	70 kg
Peso Total del Vehículo en Movimiento	143.28 kg

*Nota.* Pesos del Go-Kart que posee cuando se encuentra en movimiento.

## **2.6 Procesos de Soldadura**

### **2.6.1 Soldadura MIG/ MAG**

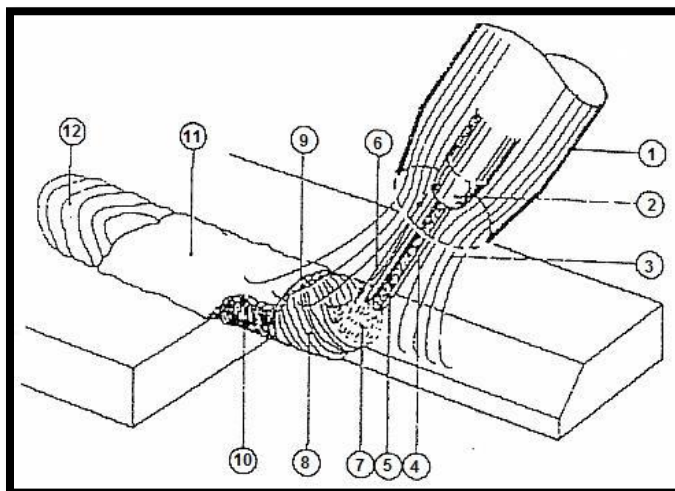
La soldadura tipo MIG es un proceso por arco con electrodos consumibles bajo gas protector. El electrodo formado por hilo metálico continuo y las piezas a conectar están fabricadas y protegidas por un gas inerte de la atmosfera circundante. (Soldadura MIG) o gas active (Soldadura MAG). (Galbarro H. R., 2012)

La soldadura MIG/MAG es un proceso universal que permite depositar metal a alta velocidad en todas las posiciones, este proceso es ampliamente utilizado para espesores pequeños y medianos de estructura de acero y aleaciones de aluminio, especialmente donde se requiere mucho trabajo manual. (Galbarro H. R., 2012)

La soldadura con gas inerte metálico (MIG) utiliza un electrodo metálico como material de relleno para la soldadura y se consume durante el proceso de soldadura. (Galbarro H. R., 2012)

La soldadura MIG está enfocada para metales no ferrosos, pero se puede aplicar al acero.



**Figura 19***Soldadura MIG /MAG*

*Nota.* Proceso de Soldadura MIG/ MAG. Tomado de (Galbarro H. R., 2012)

### **2.6.2 Soldadura GMAW**

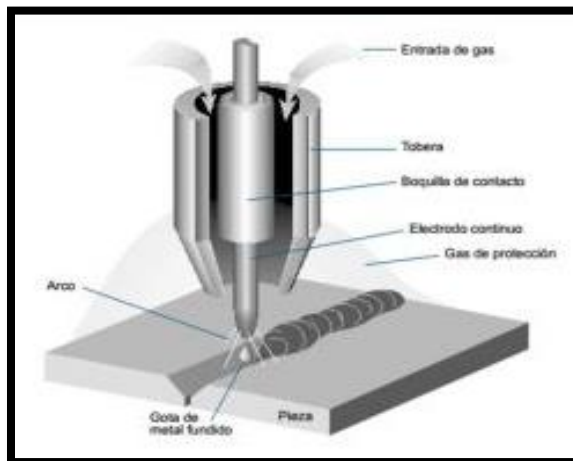
La soldadura MAG (Soldadura por arco metálico con protección de gas) es un tipo de soldadura que utiliza un gas de protección químicamente activo (CO<sub>2</sub>, Ar más CO<sub>2</sub> O Ar más O). El material de relleno tiene la forma de un palo largo y la maquina lo suministra de forma continua y automática. (Esab, 2017)

Se utiliza para aceros no aleados o de baja aleación. No se recomienda para uso en aceros inoxidables ni aluminio o aleaciones de aluminio. (Esab, 2017)

A diferencia de la soldadura tipo MIG (Soldadura por gas inerte) el gas protector que se emplea en la soldadura MAG es más barata debido al menor precio del gas que utiliza. (Esab, 2017)

## Figura 20

### Soldadura GMAW



*Nota.* Proceso de Soldadura GMAW. Tomado de (Online, 2020)

### 2.6.3 Soldadura TIG

La soldadura TIG se caracteriza por el empleo de un electrodo permanente de tungsteno, aleado a veces con torio o circonio en porcentajes que no sobrepasan a un 2%, por la elevada resistencia a la temperatura del tungsteno (funde a 3410° C), acompañada de la protección del gas, el electrodo apenas se desgasta tras un uso relativamente largo. Los gases más apropiados para la protección del arco son el argón y el helio o en su caso una mezcla de ambos. (Chevilan, 2020)

Este método de soldadura implica grandes ventajas como son; los cordones resistentes, más dúctiles y menos sensibles a la corrosión. Además, el gas reduce considerablemente la soldadura de metales ferrosos y no ferrosos, por no necesitar la aplicación de desoxidantes, con las anomalías o inclusiones de escorio o rebaba que puede implicar. (Chevilan, 2020)

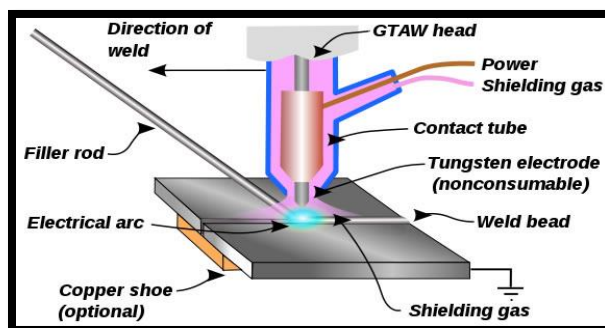
Otra ventaja considerable de la soldadura tipo TIG es que se obtiene soldaduras limpias y uniformes debido a la escasez de humos. La movilidad del gas inerte que

circula al arco da paso a que el soldador pueda apreciar de mejor manera el trabajo en todo momento, lo que da como resultado una excelente calidad de la soldadura.

(Chevilan, 2020)

## Figura 21

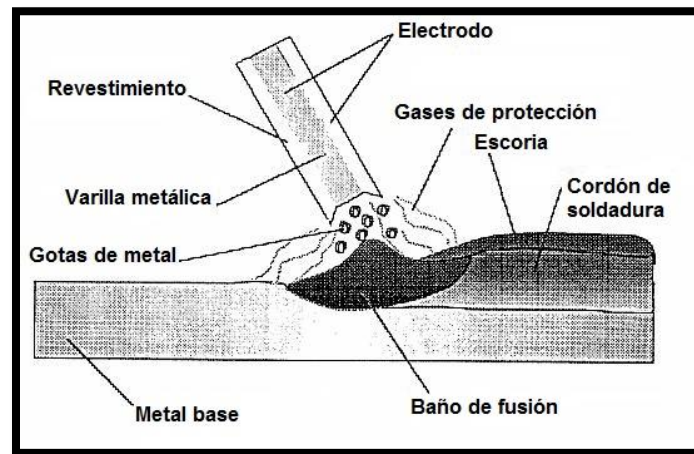
### Soldadura TIG



Nota. Proceso de soldadura TIG. Tomado de (Chevilan, 2020)

#### 2.6.4 Soldadura Manual (MMA/SMAW)

El arco eléctrico se mantiene de extremo del electrodo revestido y la pieza a soldar. Al momento en que el metal se funde, los residuos del electrodo se transfieren por medio del arco al baño de metal fundido, cuidándose de la atmosfera por los diferentes gases producidos en la descomposición del revestimiento del electrodo. Las múltiples escorias recubren la parte superior del baño de soldadura, donde protege al metal depositado de la atmosfera cuando se solidifica la suelda. Es recomendable eliminar la escoria para un próximo repaso de suelda. Existen diferentes tipos de electrodos, cada uno con diferentes contenidos de aleaciones las cuales proporcionan resistencia, dureza a la soldadura. Este proceso es utilizado en diferentes aleaciones ferrosas para unir estructuras de acero, en general en trabajo de metalurgia. Debido a que este proceso es lento por el intercambio de electrodos y al tener que eliminar la escoria es una de las técnicas de soldadura más utilizadas debido a su fácil adquisición y operatividad. (Galbarro H. R., 2012)

**Figura 22***Soldadura Manual*

*Nota.* Proceso de Soldadura SMAW. Tomado de (Galbarro H. R., 2015)

## Capítulo III

### 3. Consideraciones Geométricas.

#### 3.1 Conceptos Básicos para la fabricación.

Desde el punto de vista de la fabricación, es un objeto muy simple en apariencia, pero fabricar el bastidor tubular, significa tener un conocimiento técnico considerable (selección de forma, geometría, espesor) y materiales (Resistencia, mecanizado, ductilidad) para realizar el refinamiento del bastidor tubular, mediante el modelado a través de un software. En base a la construcción del bastidor para Go-Karts se debe tomar en cuenta que lo peculiar del bastidor es que carece de un sistema de suspensión. Por lo tanto, el bastidor debe ser ligero pero lo suficientemente rígido de manera que brinde la seguridad adecuada al piloto.

El bastidor debe ser diseñado para soportar los pesos de los elementos del Go-Kart, así como las fuerzas de inercia que se generan en el manejo de condiciones extremas como aceleración y frenada brusca, y al tomar curvas a su máxima velocidad. (SIMBAÑA, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LOS SISTEMAS DE BASTIDOR Y CAROCERIA PARA UN PROTOTIPO DE GO KART CON BASE AL REGLAMENTO DE LA FIA, 2016)

Para la elaboración del bastidor tubular de un Go-Kart Eléctrico es necesario conocer distintos parámetros que es indispensable a la hora de construir dicho bastidor, como el largo total, ancho total, altura, aunque estas medidas ya se especifican en las regulaciones según la CIK-FIA, pero es indispensable realizar un análisis para la correcta distribución de los componentes eléctricos y mecánicos.

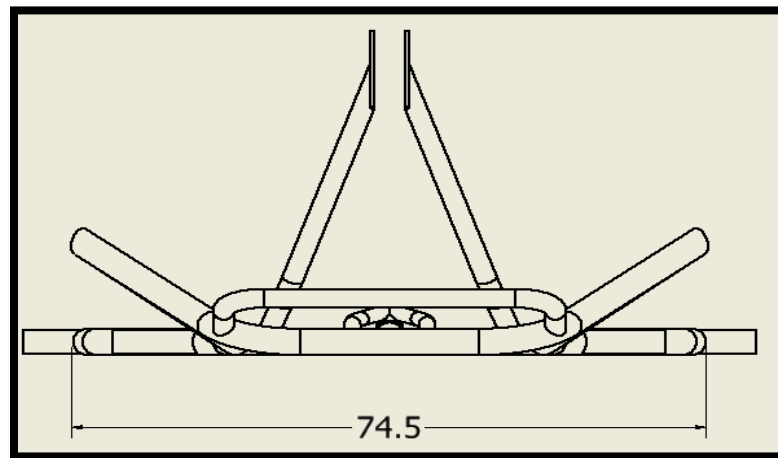
##### 3.1.1 *Ancho Total*

El ancho total que tendrá el Go-Kart será considerado según las especificaciones de la CIK-FIA debido a que esta entidad regula las dimensiones que se

toman en cuenta para la fabricación del bastidor, de la misma manera se considera el tamaño de los componentes eléctricos que serán distribuidos de manera estética a manera que no cause interferencia con la movilidad del piloto en caso de una emergencia.

### **Figura 23**

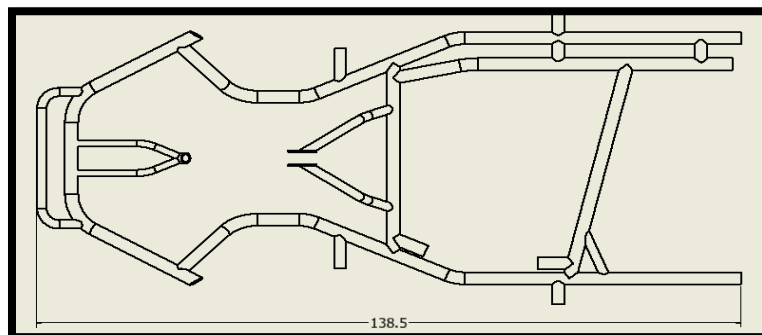
#### *Ancho Total*



*Nota.* Esquema ancho total del bastidor tubular.

#### **3.1.2 Largo Total**

El largo total del bastidor de un Go-Kart Eléctrico se considerará diferentes parámetros como la distancia entre los ejes, espacio requerido para el tren de potencia, esto será considerado por las regulaciones de la CIK-FIA que influyen el ámbito de construcción del bastidor.

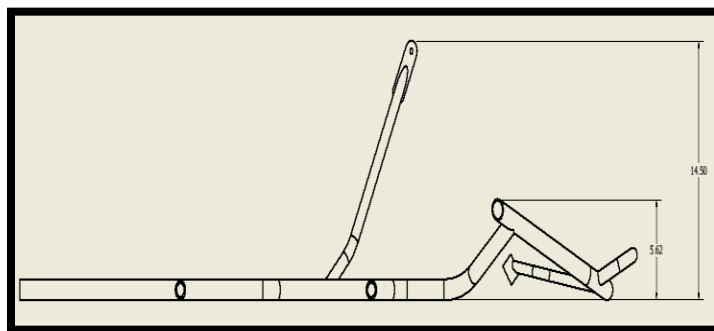
**Figura 24***Longitud Total*

*Nota.* Esquema largo total del bastidor.

### 3.1.3 *Altura Total*

La altura precisada para bastidor de un Go-Kart Eléctrico está ligada a la estabilidad que debe tener al momento de pilotarlo, debido a que un exceso de altura provoca inestabilidad cuando el Go-Kart se desplace por vías rectas y curvas a una velocidad considerada.

Dichos requerimientos se establecen mediante las regulaciones de la CIK-FIA, con los parámetros establecidos se puede interpretar la altura total que va a tener el bastidor de un Go-Kart Eléctrico.

**Figura 25***Altura Total*

*Nota.* Esquema de la altura total del bastidor tubular.

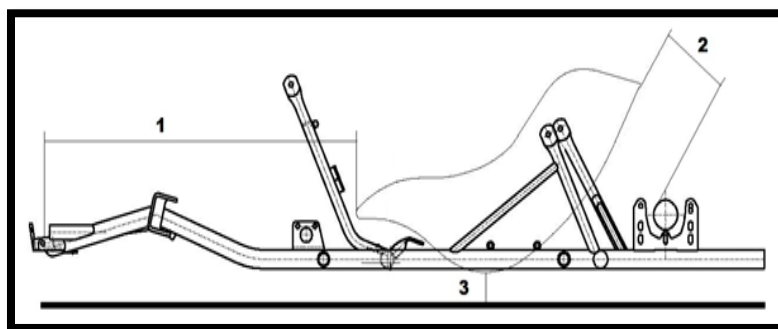
### 3.1.4 Ergonomía del piloto

La posición de conducción adoptada por el Go-Kart afecta directamente al comportamiento de este. El peso del conductor representa el 55% del peso total del vehículo, por lo que la posición de su centro de gravedad afecta directamente a su configuración. Dado que el Go-Kart no tiene suspensión, todas las vibraciones causadas por los terrenos irregulares se transmiten directamente al piloto, por lo que proporcionalmente una posición de conducción correcta no solo puede reemplazar todos los aspectos del ajuste, sino que también puede ayudarlo a soportar la resistencia física requerida durante el desplazamiento, pruebas o uso cotidiano del mismo.

El puesto de conducción debe estar directamente relacionado con los parámetros de reglaje del vehículo, si no se puede promover el mejor comportamiento del Go-Kart entonces es inútil tener un excelente posicionamiento ergonómico. El puesto de conducción ergonómico sin afectar al ajuste viene definido por la configuración de varios parámetros como la distancia entre el asiento y el suelo, la distancia entre la parte superior del asiento y el eje además de la altura de la estructura delantera del chasis y el asiento con respecto al suelo.

#### Figura 26

*Distancia de Posicionamiento para el asiento*



*Nota.* Distancia de posicionamiento para el asiento de un Go-Kart. Tomado de (Racing, 2015)

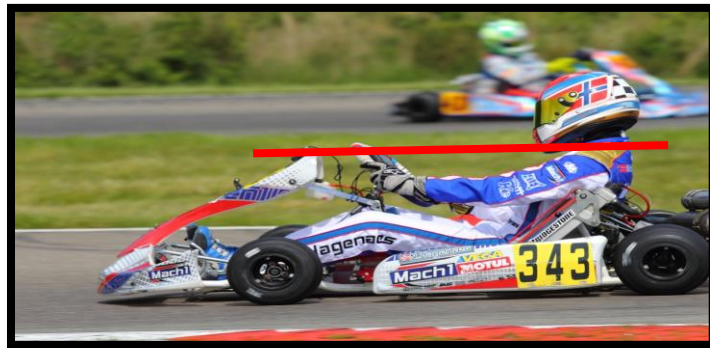


### 3.1.5 Características que influyen en la ergonomía del piloto

Ambas manos deben sostener la parte superior del volante. Pero nunca deben exceder la altura de los hombros. Inclinar demasiado el asiento hará que las manos superen la altura de los hombros, por el contrario, una inclinación muy vertical del asiento hará que cambie la distribución de peso.

#### Figura 27

*Altura de las Manos*



*Nota.* Altura de las manos con respecto al Go-Kart. Tomado de (mach1kart, 2013)

La postura de conducción ergonómica hace que el piloto se sienta cómodo y relajado, favorece la flexibilidad del Go-Kart y mejora su estabilidad y adherencia a la pista. La postura de conducción más ideal es que las extremidades estén ligeramente dobladas hasta la mitad para alcanzar la posición de los pedales y el volante además de la inclinación del asiento suele ser de 30 a 45 grados.

## Figura 28

### Posición de conducción



*Nota.* Posición de conducción con las extremidades semiflexionadas. Tomado de (Ardigo, 10)

## 3.2 Conceptos de Construcción

El enfoque a la construcción del bastidor tubular para un Go-Kart Eléctrico se debe corroborar conceptos que son indispensables y de vital importancia en el bastidor tubular.

### 3.2.1 Material del Bastidor

La regulación para el tipo del material que se debe tomar en cuenta para la construcción del bastidor debe ser de acero estructural o en su defecto de aleación de acero que cumpla con las clasificaciones ISO 4948 y designaciones ISO 4949. Están prohibidos los aceros aleados que tengan al menos un elemento de aleación cuyo contenido de masa sea  $\geq 5\%$ . El acero magnético utilizado debe ser capaz de superar la prueba de “Fuerza de Contacto” (KARTING, 2021)

Antes de la prueba, las superficies de contacto deberán haber sido limpiadas de cualquier tratamiento de acabado con un abrasivo. (KARTING, 2021)

En cualquier caso, por decisión de los escrutadores o de la Autoridad Deportiva, o a raíz de una protesta, se podrá realizar un análisis químico (por fluorescencia) podrá realizarse y prevalecerá solo el resultado de la prueba de “Fuerza de Contacto”

(KARTING, 2021)

### **3.2.2 Requisitos**

1. Todas las piezas principales del chasis deben estar sólidamente unidas entre sí o al bastidor del chasis.
2. Es necesaria una construcción rígida sin articulaciones (móvil en 1, 2 o 3 ejes)
3. Las uniones articuladas solo están autorizadas para el soporte de la rótula de dirección y para la dirección.
4. Cualquier otro dispositivo con función de articulación en 1, 2 o 3 ejes está prohibido.
5. Se prohíbe cualquier dispositivo de absorción hidráulica o neumática contra las oscilaciones.

### **3.2.3 Conceptos de Rigidez del Bastidor**

Facultad del bastidor para soportar tensiones sin deformarse, ni mayor desplazamiento según el tipo de esfuerzo que experimente el bastidor, se pueden clasificar como rigidez a flexión y rigidez a torsión. (Aguado, 2014)

La rigidez se establece como:

$$K = \frac{F}{d}$$

Donde:

**K:** Rigidez (N/m)

**F:** Esfuerzo que experimenta el bastidor (N)

**d:** Desplazamiento o torsión (m)

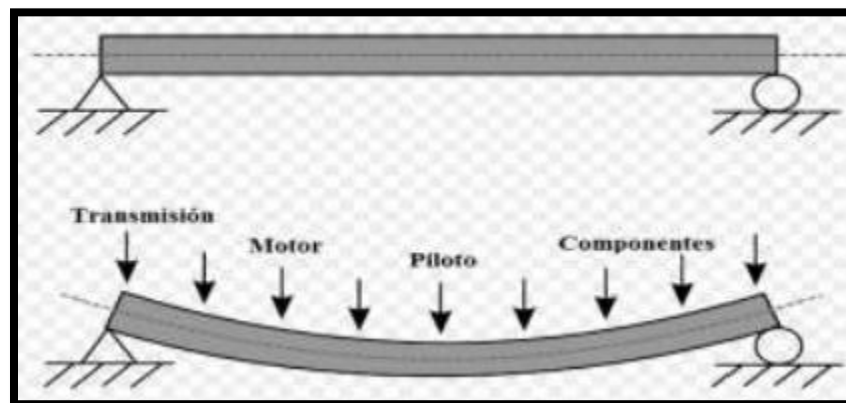
Dado que el Go-Kart no pose suspensión, la rigidez del chasis es un factor importante en su estabilidad y manejo. Como principio básico, cuando la rigidez del chasis es baja, tiene mayor capacidad de flexión, lo que significa que la fuerza de adherencia en la curva es mayor y la posibilidad de desplazamiento es menor. Por el contrario, si el índice de rigidez del cuadro es alto, el bastidor tiene mayor rigidez, además es resistente a la flexión ya que produce menos agarre en la curva de alto desplazamiento. (Mansilla, 2012)

#### a. Rigidez a Flexión

Según Aguado, Diego Sebastián, producto de la gravedad, la masa soportada por el bastidor genera cargas en un plano perpendicular al plano de la estructura, por lo que se generan momentos flectores en el tubo y se genera flechas verticales en determinados puntos. (Aguado, 2014)

**Figura 29**

*Representación de Cargas*



*Nota.* Flexión Mecánica. Tomado de (Poma, 2018)

La rigidez a flexión se puede interpretar mediante la siguiente fórmula:

$$K = \frac{M}{\theta} = \frac{E * I}{L}$$

Donde:

K= Rigidez a flexión. (N\*m/grado)

M= Momento flector (N\*m)

$\theta$ = Angulo de deformación. (Grados)

E= Modulo de elasticidad (N/m<sup>2</sup>)

I= Momentum de inercia ( Kg/m<sup>2</sup>)

L= Longitud (m)

#### **b. Rigidez a Torsión**

Es causado por cargas asimétricas, que pueden generar mucho torque en el bastidor. Por ejemplo, estas cargas asimétricas pueden ser verticales u horizontales.

(Aguado, 2014)

La rigidez a torsión se puede interpretar mediante la siguiente fórmula:

$$K = \frac{T}{\theta} = \frac{G * J}{L}$$

Donde:

K= Rigidez a flexión. (N\*m/grado)

T= Momento torsor (N\*m)

$\theta$ = Angulo de deformación. (Grados)

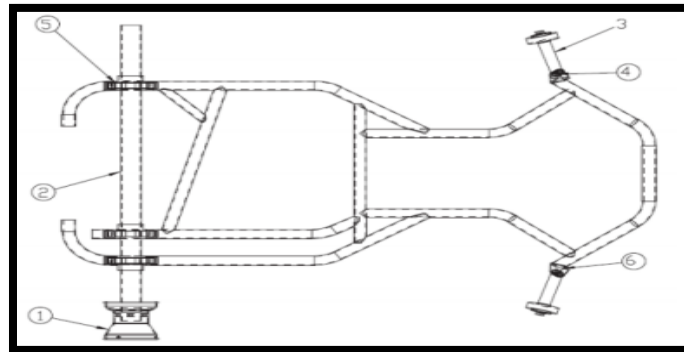
$G$ = Módulo de cortadura ( $N/m^2$ )

$J$ = Módulo de torsión ( $Kg/m^2$ )

$L$ = Longitud (m)

### Figura 30

*Partes Principales del chasis*



*Nota.* Partes principales del Go-Kart. Tomado de (KARTING, 2021)

1. Neumáticos
2. Eje Posterior
3. Mangueta
4. Rotulas
5. Soporte del eje posterior
6. Conexiones delanteras

### 3.3 Dimensiones y Pesos

**Tabla 3***Dimensiones del Bastidor Tubular*

<b>Dimensiones y Especificación del Bastidor Tubular</b>	
<b>Distancia entre los ejes:</b>	Mínimo 101 cm Máximo 107 cm
<b>Vía</b>	Mínimo 2/3 de la distancia utilizada entre los ejes
<b>Largo Total Máximo:</b>	182 cm, sin carenado frontal
<b>Ancho Total</b>	140 cm máximo.
<b>Altura Total</b>	65 cm máximo desde el suelo, asiento excluido

*Nota.* Dimensiones y Especificación del Bastidor Tubular del Go-Kart Eléctrico.

## Capítulo IV

### 4. Modelado y Simulación.

#### 4.1 Proceso de Modelado del bastidor

Hoy en día existen diversos programas que pueden facilitar el modelado de cualquier estructura en diferentes campos estructurales, en este caso en el campo automotriz existen procedimientos muy avanzados que pueden partir de un boceto o un esquema lineal para diseñar el esqueleto del Go-Kart para posteriormente ser definidos por materiales de proceso entre otros parámetros.

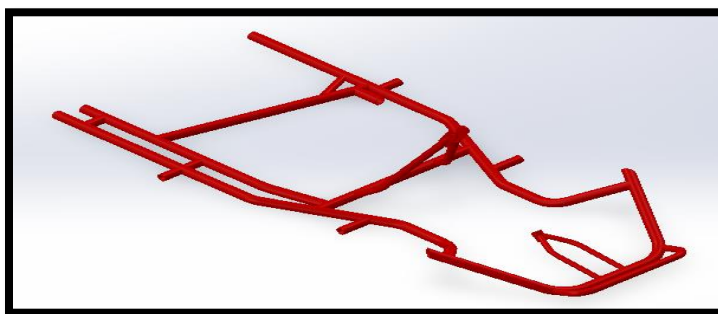
En este caso teniendo en cuenta los conocimientos que se obtuvo a lo largo de la carrera, el modelado de la estructura del bastidor tubular en este proyecto se realiza mediante un software que presenta grandes ventajas en este tipo de modelados.

El software empleado es SolidWorks, para el diseño del modelado, para ello se partirá realizando un boceto donde se constituya las dimensiones del bastidor, una vez el boceto lineal de la estructura se haya finalizado se asignará materiales secuencialmente.

Se detalla el bastidor tubular culminado en la siguiente figura.

**Figura 31**

*Bastidor Tubular*



*Nota.* Bastidor tubular para un Go-Kart Eléctrico.

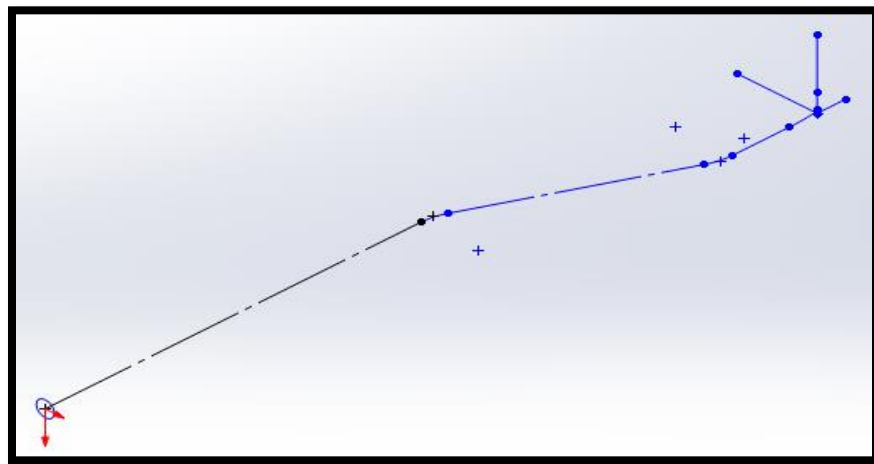


## 4.2 Modelado del Bastidor

La modelación del bastidor se realizará con ayuda del software SolidWorks 2021 en el cual se partirá con el esquema del bastidor en un plano 2D, para consiguiente seleccionar el comando (Croquis 3D) y en base al esquema 2D trazar puntos referenciales para el diseño de la parte delantera del bastidor, dado que el bastidor es interpretado en los tres ejes coordenados (tridimensional).

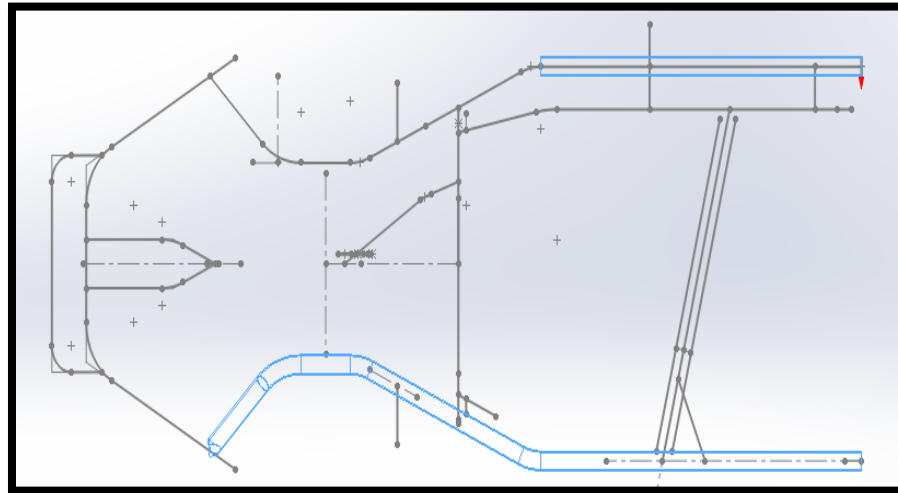
**Figura 32**

*Croquis del bastidor tubular*



*Nota.* Boceto inicial del bastidor tubular.

Basado en el esquema anterior se procede al croquizado de los soportes (uniones) según sea necesario, designando dimensiones previamente establecidas, tomando en cuenta que cada valor sea el correcto, así como el dimensionamiento de este como se indica en la Figura 33.

**Figura 33***Croquis del Bastidor Tubular*

*Nota.* Boceto culminado del bastidor tubular.

### **4.3 Selección de Perfil.**

Previo a la elaboración del bastidor es indispensable conocer el perfil con el que será construido referente al diseño del modelado en el Software SolidWorks, la selección del perfil depende de los parámetros previamente establecidos.

#### **4.3.1 Perfil Estructural Redondo**

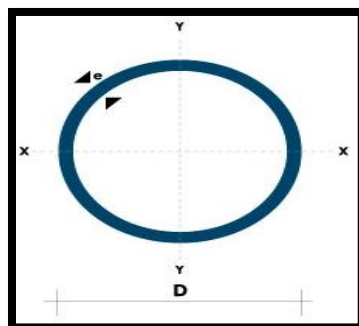
Este perfil por lo general es el principal referente en cuanto a la construcción de bastidores, un claro ejemplo del desempeño de este perfil es el bastidor tubular que son elaborados para vehículos de competición de la Formula 1 aunque difiera del material con las que son fabricados.

El perfil redondo en estructuras tubulares aporta una mayor rigidez y resistencia a impactos o deformaciones. Debido a esto el bastidor de los vehículos deportivos de tipo Rally son construidos con este perfil estructural.

El perfil estructural redondo tiende a ser la opción más acertada para la elaboración de cualquier estructura, en todo caso será indispensable para construir el bastidor del Go-Kart tomando en cuenta las dimensiones citadas con anterioridad.

**Figura 34**

*Perfil Estructural*



*Nota.* Perfil Estructural redondo. Tomado de (Dipacmanta, 2017)

**Figura 35**

*Características del perfil Redondo*

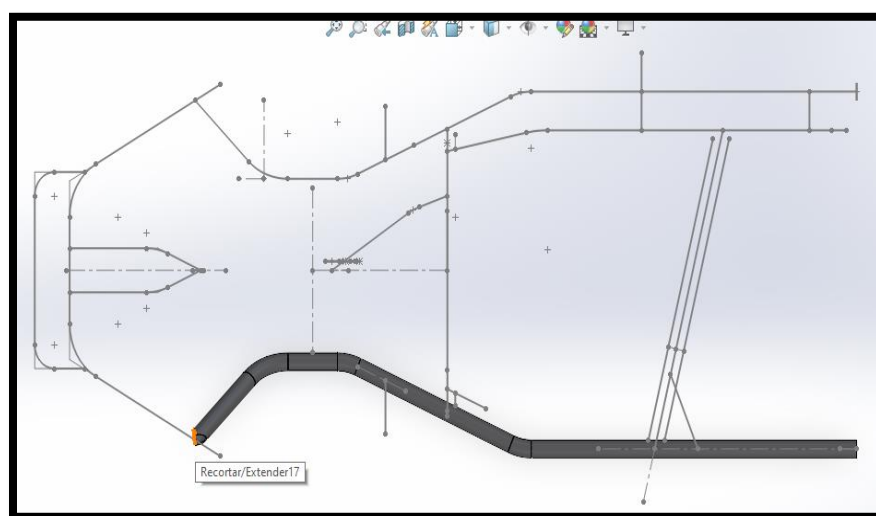
(D) Diámetro	Espesor	Peso	Área	I	W	i
Pulgadas	mm	Kg/m	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>
7/8"	1.50	0.77	0.98	0.53	0.47	0.73
1"	1.50	0.88	1.13	0.81	0.64	0.85
1 1/4"	1.50	1.12	1.43	1.63	1.03	1.07
1 1/2"	1.50	1.35	1.72	2.89	1.52	1.30
1 3/4"	1.50	1.59	2.02	4.67	2.10	1.52
2"	1.50	1.82	2.32	7.06	2.78	1.74
2 1/2"	1.50	2.29	2.92	14.05	4.42	2.19
3"	1.50	2.76	3.52	24.56	6.45	2.64
1"	2.00	1.15	1.47	1.01	0.80	0.83
1 1/4"	2.00	1.47	1.87	2.08	1.31	1.05
1 1/2"	2.00	1.78	2.27	3.71	1.95	1.29
1 3/4"	2.00	2.09	2.67	6.02	2.71	1.50
2"	2.00	2.41	3.07	9.14	3.60	1.73
2 1/2"	2.00	3.03	3.86	18.29	5.76	2.18
3"	2.00	3.66	4.66	32.11	8.43	2.62
2"	3.00	3.54	4.51	12.92	5.09	1.69
2 1/2"	3.00	4.48	5.70	26.15	8.24	2.14
3"	3.00	5.42	6.90	46.29	12.15	2.59

*Nota.* Dimensiones y características del perfil estructural redondo. Tomado de (Dipacmanta, 2017)

Se procede al barrido de cada miembro estructural del bastidor. Para ello se utiliza el comando (Sistema Estructural) que de forma automática crea secciones tubulares a lo largo de la trayectoria previamente definida. Como se muestra en la Figura 36.

**Figura 36**

*Miembro Estructural Tubular*

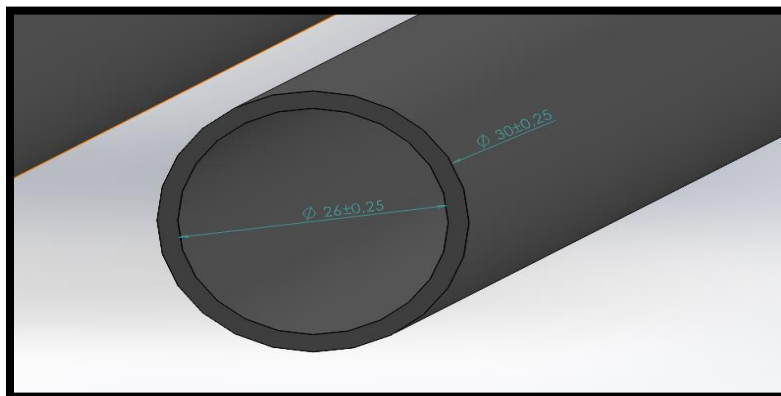


*Nota.* Asignación de miembro estructural para el bastidor tubular.

Dentro de los parámetros de diseño que se debe tomar en cuenta para reducir los gastos es el no cambiar demasiado el tipo de tubería en términos de tamaño y tipo de perfil, por lo que, para este modelo básico se ha seleccionado un perfil de elemento estructural circular con un diámetro externo de 30 mm y un espesor de 2.5 mm.

**Figura 37**

*Dimensionamiento del perfil estructural*

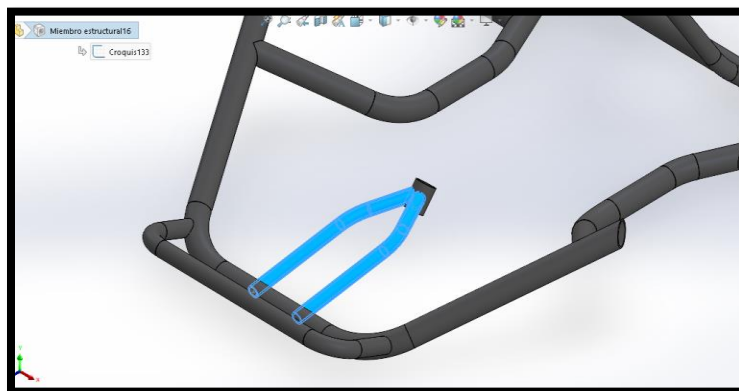


*Nota.* Dimensionamiento del perfil estructural.

Las dimensiones habituales utilizados por varios fabricantes de bastidores con enfoque a Go-Karts son de 28, 30 y 32 mm con espesores que van desde 2 a 3 mm. Por lo tanto, la elección que se adhiere será en base a esas dimensiones. Para el triángulo inferior que soporta la columna de dirección, se seleccionó tubos con un diámetro de  $\frac{3}{4}$  de pulgada

**Figura 38**

*Dimensionamiento del perfil estructural*

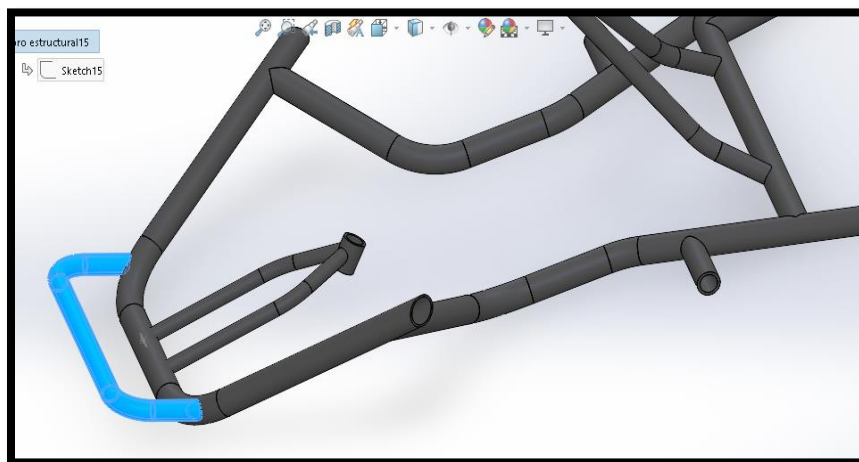


*Nota.* Dimensionamiento del perfil estructural para la dirección.

Las dimensiones de la parte delantera del parachoques, se elegio de acuerdo con las regulaciones previamente establecidas por la CIK-FIA, por tal motivo se asignará a este miembro estructural un diámetro externo mínimo de  $\frac{3}{4}$  de pulgada con un espesor de 2.5 mm.

### Figura 39

*Dimensionamiento del perfil estructural*

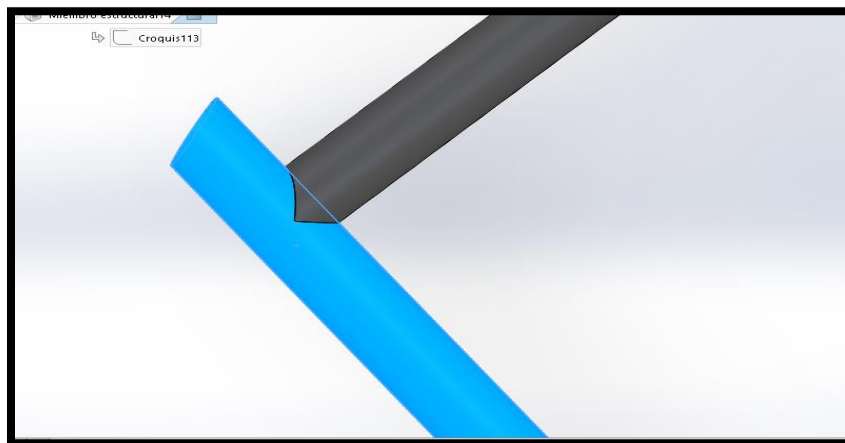


*Nota.* Dimensionamiento del parachoques.

Al momento de proceder con el barrido de miembros estructurales, los diferentes nodos de unión presentan diferentes anomalías. Estas anomalías interfieren con un posible mallado y frustran los resultados del análisis estructural debido a que ocasionan problemas y como consecuente los estudios no sean los correctos.

**Figura 40**

*Unión de nodos del bastidor tubular*

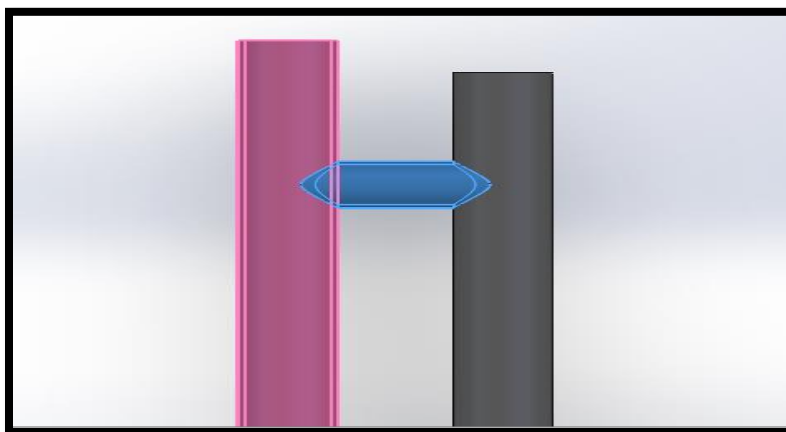


*Nota.* Unión de nodos.

Se procede con el recorte de las uniones mediante el comando (Recortar/ Extender) el cual se encuentra dentro de la opción “Piezas Soldadas”, se elige el tipo de esquina, para consiguiente elegir el miembro estructural a recortar o extender, posterior a ello se escoge el límite de corte.

**Figura 41**

*Unión de nodos del bastidor tubular*

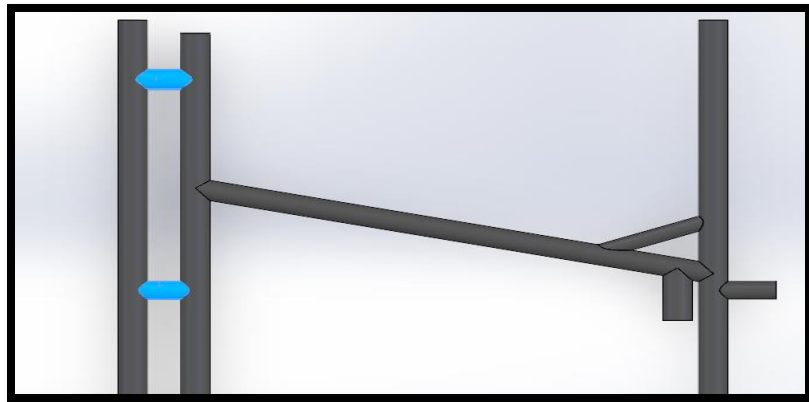


*Nota.* Recorte de nodos del bastidor tubular.

Es de vital importancia tener cuidado a la hora de realizar los recortes, debido a que de obtener una unión con un emplame perfecto ayudara a una correcta interpretación del bastidor tubular ademas proporciona una apariencia visual realista.

#### **Figura 42**

*Unión de nodos del bastidor tubular*

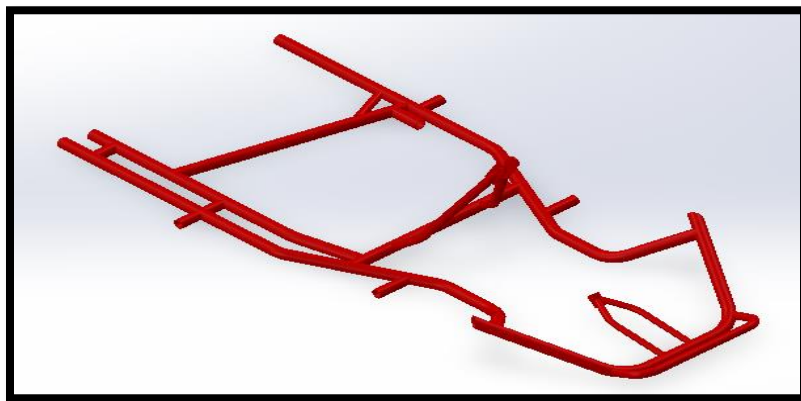


*Nota.* Verificación de unión de nodos.

En la figura 43 se presenta el diseño final del bastidor tubular que será el responsable de alojar diferentes componentes del Go-Kart Eléctrico.

#### **Figura 43**

*Modelado culminado del bastidor tubular*



*Nota.* Bastidor Tubular culminado.



#### 4.4 Distribución de Cargas.

Considerando todos los pesos, es necesario especificar las cargas más importantes a aplicar a la estructura del bastidor tubular del Go-Kart Eléctrico, así como saber dónde se aplican estos pesos en toda la estructura tubular.

A continuación, en la siguiente tabla se especifica las cargas que fueron aplicadas al bastidor tubular.

**Tabla 4**

*Pesos Aplicables al Bastidor*

<b>Pesos del Vehículo Tubular Go-Kart</b>		
Pesos de Elementos	Masa (Kg)	Peso (N)
Piloto	70 kg	686.47 N
Bastidor	12.7 Kg	124.54 N
Motor Eléctrico	4.95 kg	48.54 N
Batería y Bms	10.5 kg	102.97 N
Controlador y Convertidor	3.36 kg	32.95 N
Carrocería	15.33 kg	150.34 N
Componentes Restantes	26.44 kg	259.29 N
Total, Suspendida	143.28	1405.1 N

*Nota.* Pesos Aplicables al bastidor tubular del Go-Kart Eléctrico.

#### 4.5 Asignación del Material

Para seleccionar el material ideal para la fabricación del bastidor tubular de un Go-Kart Eléctrico, los parámetros que se debe tomar en cuenta para los Go-Karts se basan en las regulaciones de la CIK-FIA, debido a que esta entidad regula las restricciones y atributos en base a la fabricación de Go-Karts.

El acero es un material que contiene aleaciones de hierro y carbono, aunque en raras ocasiones contiene aleaciones de otros materiales. Hay muchos tipos de acero y en este caso, solo se detallará el acero estructural, que se utiliza para la construcción del bastidor tubular.

El acero estructural es un material que se utiliza para fabricar barras, tuberías, placas. La Sociedad Estadounidense de Pruebas y Materiales (ASTM) será responsable de proporcionar los numero apropiados para este tipo de aceros.

El acero ASTM A-36 es el acero más adecuado para aplicaciones industriales porque es un acero de aleación de carbono utilizado en la producción de perfiles, la ventaja del acero ASTM A-36 es que es muy factible, seguro y de bajo costo. Debido a que el acero ASTM A-36 proporciona una composición química simple, da paso a un fácil mecanizado, lo que hace que el material sea apropiado para la fabricación del bastidor a fabricar, por lo cual se convierte en la elección más accesible.

#### Figura 44

*Asignación del Material.*

Materiales	Densidad $\rho$ (Mg/m <sup>3</sup> )	Módulo de elasticidad $E$ (GPa)	Módulo de rigidez $G$ (GPa)	Resistencia a la cedencia (MPa) $\sigma_y$			Resistencia última (MPa) $\sigma_u$			% de elongación en probeta de 50 mm	Razón de Poisson $\nu$	Coeficiente de expansión térmica $\alpha$ (10 <sup>-6</sup> )/°C
				Tens.	Comp. <sup>b</sup>	Cortante	Tens.	Comp. <sup>b</sup>	Cortante			
<b>Metálicos</b>												
Aleaciones de aluminio forjado — 2014-T6 — 6061-T6	2.79	73.1	27	414	414	172	469	469	290	10	0.35	23
	2.71	68.9	26	255	255	131	290	290	186	12	0.35	24
Aleaciones de hierro fundido — Gris ASTM 20 — Maleable ASTM A-197	7.19	67.0	27	—	—	—	179	669	—	0.6	0.28	12
	7.28	172	68	—	—	—	276	572	—	5	0.28	12
Aleaciones de cobre — Latón rojo C83400 — Bronce C86100	8.74	101	37	70.0	70.0	—	241	241	—	35	0.35	18
	8.83	103	38	345	345	—	655	655	—	20	0.34	17
Aleaciones de magnesio [Am 1004-T61]	1.83	44.7	18	152	152	—	276	276	152	1	0.30	26
Aleaciones de acero — Estructural A36 — Inoxidable 304 — De herramienta L2	7.85	200	75	250	250	—	400	400	—	30	0.32	12
	7.86	193	75	207	207	—	517	517	—	40	0.27	17
	8.16	200	75	703	703	—	800	800	—	22	0.32	12
Aleación de titanio [Ti-6Al-4V]	4.43	120	44	924	924	—	1,000	1,000	—	16	0.36	9.4

*Nota.* Asignación del material A-36. Tomado de (Hibbeler, 2011)

## Capítulo V

### 5. Construcción del bastidor y montaje de elementos

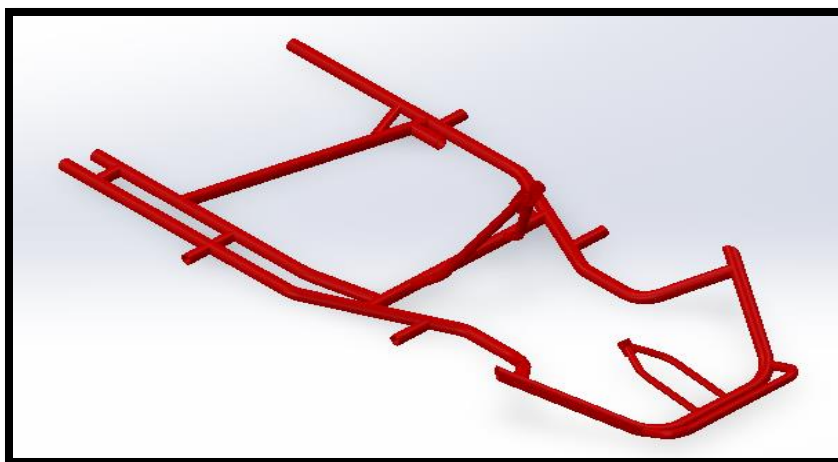
#### 5.1 Corte, Doblado y Maquinado de los Tubos

Previo a la construcción del bastidor tubular se toma referencia de un plano en el cual se especifica las medidas y dimensiones. Estos planos permitirán una rápida ejecución en el mecanizado de los tubos para dar forma al bastidor del Go-Kart, con esto se logrará una operación de construcción rápida, segura y permitirá reducir el índice de pérdida de tiempo y material además de corroborar el correcto ensamble del bastidor.

Por medio del modelado creado con ayuda del software SolidWorks 2021 se establece la elaboración del bastidor tubular.

#### Figura 45

*Modelado del Bastidor Tubular*



*Nota.* Modelado del bastidor tubular.

Después de completar la estructura del bastidor como se muestra en la figura, se ensamblan los sistemas que forman parte del Go-Kart Eléctrico que son:

Sistema de Tren de Potencia

Sistema de Frenos

Carrocería

Sistema de Dirección

## 5.2 Requerimientos de Construcción.

Antes de la construcción, se debe estar debidamente equipado esto con el fin de evitar accidentes, lesiones o problemas físicos causados por un funcionamiento inadecuado de la herramienta, se debe utilizar equipo de protección personal (EPP).

Al realizar operaciones de corte, soldadura, etc. Es indispensable tener las herramientas adecuadas para una construcción eficiente así aprovechar al máximo el tiempo de trabajo y los materiales.

### 5.2.1 Materiales

Se anunciarán los materiales que se utilizarán para la construcción del bastidor tubular. La ubicación de cada material se especificará en la siguiente tabla.

**Tabla 5**

*Materiales Utilizados*

Especificaciones del Material Usado en la Estructura	
MATERIAL	Diámetro o Área X Espesor
Tubería de acero negro Grueso	1" ¼ in x 2.5 mm
Tubería de acero negro delgado	¾ in x 2.5 mm
Tubería de acero negro delgado	5/8 in x 1.5 mm
secundario	
Plancha galvanizada	11.5 cm x 0.90 mm

*Nota.* Materiales usados en la construcción del bastidor tubular.

### **5.2.2 Marcado de tubo**

El marcado de tubos es un proceso que se realiza utilizando el tamaño del tubo. Para que se construya el bastidor, cuando se marca la tubería y luego se corta, se debe considerar que habrá consumo de material.

A través de herramientas como flexómetro, escuadras o el nivel, el marcado se realizará mediante instrumentos de medición. Esto ayudara a medir con precisión los tubos para cortar. La herramienta adecuada para el marcado de los tubos será una “tiza” de manera que se pueda ver las medidas en la tubería para proceder a cortar. Como se muestra en la Figura 46.

### **Figura 46**

*Marcado del tubo*



*Nota.* Marcado de tubos para la construcción del bastidor tubular.

### **5.2.3 Corte del Tubo**

Para proceder a cortar el tubo marcado con el valor medido, el corte debe ser preciso e impecable. Para que no haya problemas de relleno o defectos en la soldadura durante la conexión o unión para el ensamble del bastidor tubular.

El corte de la tubería se realiza mediante una herramienta eléctrica para facilitar el proceso de corte y evitar trabajos de aserrado manual, en este caso la herramienta adecuada para cortar es la amoladora en el caso de corte recto, como se muestra en la Figura 47.

**Figura 47**

*Corte de tubos*



*Nota.* Corte de Tubos para la construcción del bastidor tubular.

Las uniones del bastidor denominadas nodos se las realiza por medio del encaje de tubo a tubo, este tipo de corte de material se denomina corte de boca de pesado en un tubo redondo. La ventaja de evitar la entrada de material durante la soldadura ayuda a obtener un cordón de soldadura uniforme, como se muestra en la Figura 48.








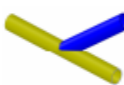
**Figura 48***Corte boca de pescado*

*Nota.* Corte boca de pesacado para el enamble del bastidor.

#### **5.2.4 Preparacion de Tubos**

Realizado los cortes apropiados segun las dimensiones previamente establecidas continuamos analizando el tubo con el fin de perfilarlos, de manera que el tubo se pueda conectar correctamente y poder moldear con presicion en el contorno de la tuberia a conetar, esto ayudara a que el proceso de soldadura sea rapido y eficaz.

**Figura 49***Perfiles de tubos*

Tubo redondo		
Tipo de borde	Imagen	Ensamble
Corte recto o escuadra		
Corte en ángulo		
Corte boca de pescado		
Corte tipo silla de montar		

*Nota.* Perfiles de tubo redondo. Tomado de (Pablo, 2012)

Antes de proceder a soldar y una vez reconocido las posiciones de los tubos estos deben estar limpios de escorias u oxido a manera de facilitar el proceso de soldadura

### **5.2.5 Doblado de Tubos**

El proceso requerido para el doblado de tuberías es a través de una herramienta especializada (Dobladora) para este tipo de trabajos que realiza el doblado según sea el ángulo requerido, el tubo puede moldearse mediante la matriz de doblado de acuerdo con el diámetro del tubo. Como se muestra en la Figura 50.

#### **Figura 50**

*Doblado de Tubos*



*Nota.* Doblado de tubos para el ensamble del bastidor tubular.

Los tubos redondos se pueden doblar en frío o en caliente. En este caso el doblado es en frío, el costo de este proceso es muy bajo, mientras doblar en caliente es más costoso y se realiza en circunstancias especiales, para doblar la tubería se ocupa una dobladora de rodillos en base a los planos de construcción. Además, para este proceso se corrobora el nivel del tubo para verificar si presenta un desnivel. Como se muestra en la Figura 51



**Figura 51***Doblado de Tubos*

*Nota.* Verificación del nivel del tubo doblado.

**5.2.6 Soldadura de la Estructura**

El proceso de soldadura seleccionado para la estructura y montaje de la tubería que ha sido cortada y doblada correctamente es la soldadura de tipo MIG (Metal Inerte Gas), que es un proceso de arco semiautomático.

La soldadura MIG es un proceso de soldadura a través del arco por medio de un electrodo de metal continuo y la fusión del material esto está protegido por un gas suministrado a través de un tanque externo.

El tipo de gas utilizados en esta soldadura es (CO<sub>2</sub>), el grosor del alambre es de 0.9 AWS especificado por la Asociación Estadounidense de Soldadura. La calidad proporcionada por el proceso de soldadura MIG es importante en las siguientes situaciones realizando esta operación se tiene grandes ventajas como:

Excelente acabado del Cordón.

No presenta escoria.

Fácil operatividad y manipulación.

Presenta una mayor penetración.

Visibilidad de arco.

Rapidez de Deposición.

### **Figura 52**

*Suelda tipo MIG*

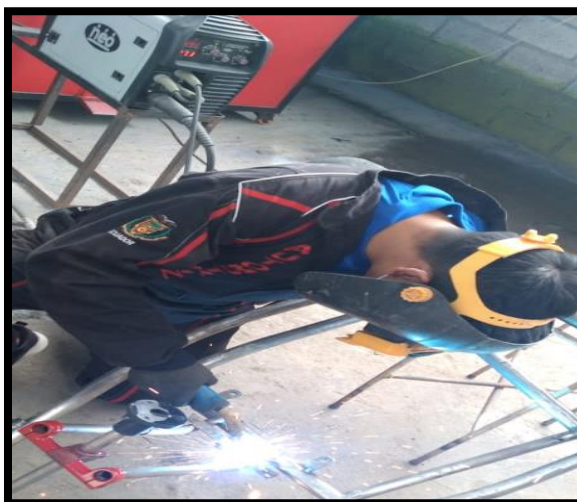


*Nota.* Suelda tipo MIG.

Una vez seleccionado el proceso de soldadura se procede a ensamblar los tubos según los planos correspondientes como se muestra en la Figura 53.

**Figura 53**

*Ensamble del bastidor tubular*



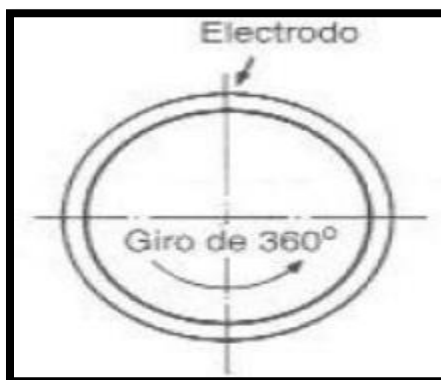
*Nota.* Ensamble de la estructura tubular.

#### **a. Posiciones a Soldar y Secuencias de Soldadura.**

La posición es muy importante en el proceso de soldadura. Teniendo en cuenta el espesor mínimo de la tubería para evitar pasar el electrodo reiteradas veces debido a que consumirá material para ello se debe seguir la secuencia de soldadura correcta debido a que afectará significativamente la tensión, contracción residual y puede provocar deformaciones en la estructura soldada. Se presenta la posición y secuencia a seguir en este tipo de procesos de soldadura cuando se trabaja con perfiles estructurales circulares.

##### **a.1. Soldadura circular a 360°.**

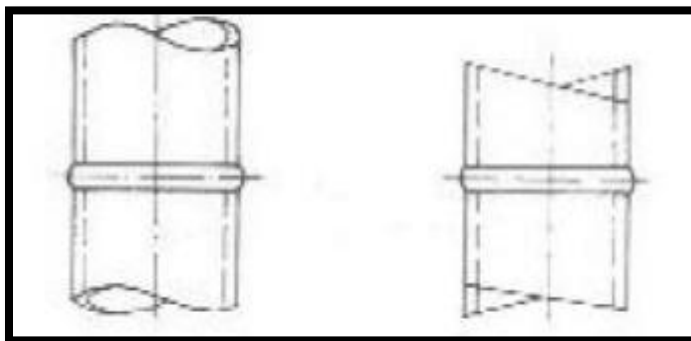
La sección de perfil circular a 360° es un proceso de soldadura el cual comienza desde hacia abajo, rodeando el contorno a soldar de ahí deriva su nombre.

**Figura 54***Soldadura a 360°*

*Nota.* Soldadura a 360° perfil estructural redondo. Tomado de (MOLINA SALAZAR JORGE LUIS, 2002)

### ***a.2. Soldadura Horizontal***

Como su nombre lo indica la soldadura horizontal es un proceso en el cual muestra cuando los diferentes miembros estructurales se encuentran de forma horizontal. El miembro estructural no se puede mover debido a que la soldadura se procede a realizar de manera vertical y viceversa si se alojan en sentido contrario.

**Figura 55***Soldadura Horizontal*

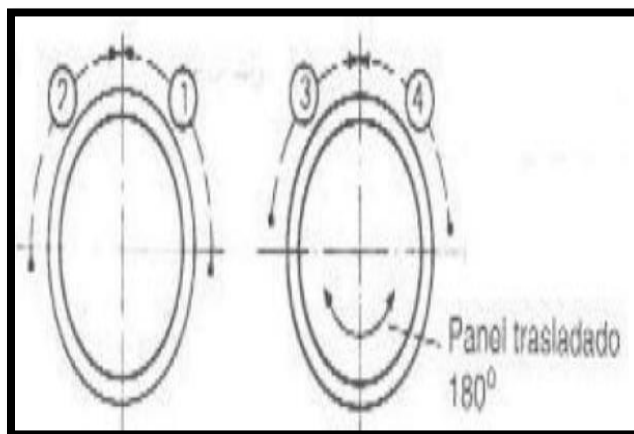
*Nota.* Proceso de soldadura Horizontal. Tomado de (MOLINA SALAZAR JORGE LUIS, 2002)

### **a.3. Soldadura Circular a 180°**

La soldadura circular a 180° se realiza de forma vertical en la que se inicia en la parte superior para posteriormente a ello girar la tubería a 180° hasta completar la sección a ser soldada.

#### **Figura 56**

*Soldadura a 180°*



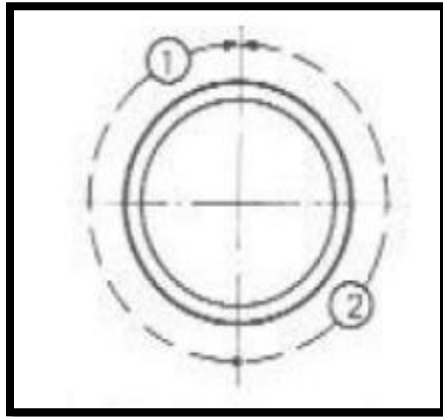
*Nota.* Proceso de Soldadura a 180°. Tomado de (MOLINA SALAZAR JORGE LUIS, 2002)

### **a.4. Soldadura vertical ascendente.**

En este proceso los perfiles que se requiere soldar no se pueden girar y se procede a hacerlo como se muestra en la Figura 57.

**Figura 57**

*Soldadura vertical ascendente*



*Nota.* Proceso de soldadura en vertical ascendente. Tomado de (MOLINA SALAZAR JORGE LUIS, 2002)

#### **a.5. Uniones Soldadas**

Las uniones soldadas realizadas durante la construcción de la estructura tubular están basadas en los perfiles previamente mencionadas, las uniones soldadas por el proceso de soldadura MIG se mostrarán a continuación.

Antes de realizar el cordón de soldadura para el ensamble del bastidor se debe tomar en cuenta que la estructura puede ser modificada en caso de una posible falla en la construcción, para esto se debe realizar puntos de suelda con el mismo proceso de soldadura MIG.

**Figura 58**

*Unión de nodos por puntos de suelda*



*Nota.* Unión de nodos del bastidor tubular mediante puntos de suelda.

Una vez que el bastidor se encuentre ensamblado en su totalidad y corroborado que no exista ningún problema se procede a unir adecuadamente los nodos para que quede fijo y seguro para que los diferentes sistemas que alojan un Go-Kart puedan ser instalados correctamente.

**a.6. Soldadura de Arco**

La soldadura por arco es uno de varios procesos de fusión, la unión de materiales sólidos, que se produce a través de un calor intenso, resulta en la unión del material, una vez que ingresa el proceso. Durante la fase de enfriamiento el material fundido se solidificará, formando una unión metalúrgica.

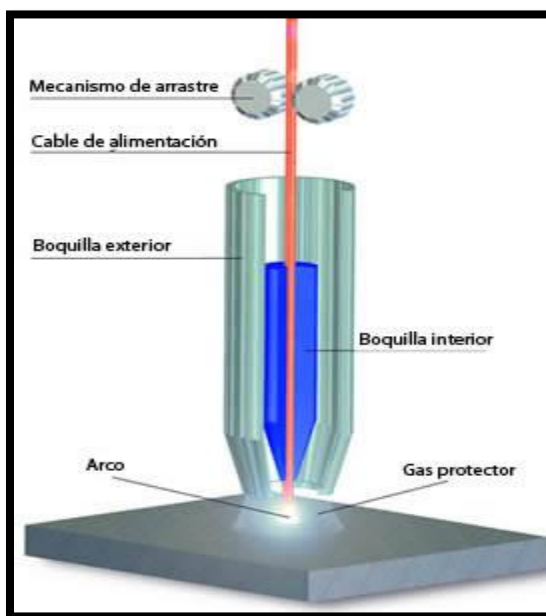
La soldadura MIG es un proceso en el cual se mantiene el arco por medio del electrodo que es consumido por el alambre macizo y en el caso del bastidor, el material estructural que va a ser soldado (tubos).

El proceso de soldadura tipo MIG genera un arco el cual se encuentra protegido por un gas almacenado en un tanque externo. Hay tres tipos de soldaduras para el

proceso de soldadura tipo MIG, en el cual el Arco Rociado es el más utilizado en la construcción de esta estructura tubular, que incluye la eliminación de 120 pequeños fragmentos del material, con la punta del hilo de forma que al juntarlos cubra la zona a soldar.

### Figura 59

*Soldadura de Arco MIG.*



*Nota.* Proceso de soldadura MIG. Tomado de (Herramientas, 2020)

#### 5.2.7 Defectos en la Soldadura.

Los defectos comunes que se presenta en cualquier proceso de soldadura son ocasionados por resistencia de la misma soldadura entre los diversos defectos que pueden presentar en la soldadura del bastidor.

##### a. Falta de Penetración.

La penetración incompleta es un defecto que ocurre en el alambre de soldadura de la máquina de soldar. No proporciona el material adecuado para que la fusión cumpla con lo requerido.



**Figura 60**

*Falta de Penetración*



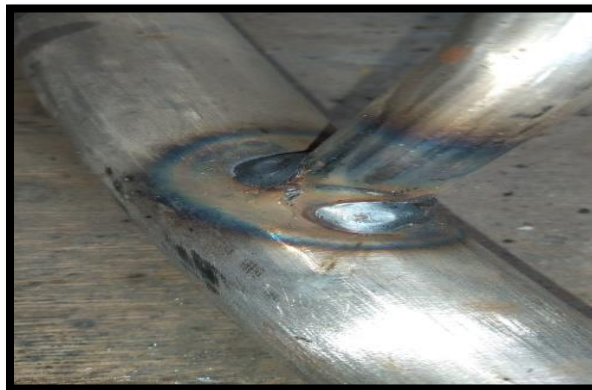
*Nota.* Defectos de soldadura MIG.

**b. Falta de Fusión**

Este tipo de defecto generalmente ocurre en la estructura donde la fusión no se completa adecuadamente después de que el proceso de soldadura se ha solidificado, por lo que generalmente aparece como un vacío en la línea central de la fusión.

**Figura 61**

*Falta de Fusión*



*Nota.* Falta de fusión de la soldadura tipo MIG en la estructura tubular.

### c. Porosidad

La porosidad es un defecto que se presenta a menudo en la soldadura y suele aparecer como pequeñas discontinuidades en forma de cavidades, es decir, con huecas o en otro termino, son poros formados por el gas capturado en el proceso. Se debe enfatizar el proceso de solidificación de componentes soldados. Los poros restantes en el cordón de soldadura hacen que la soldadura pierda fuerza.

### Figura 62

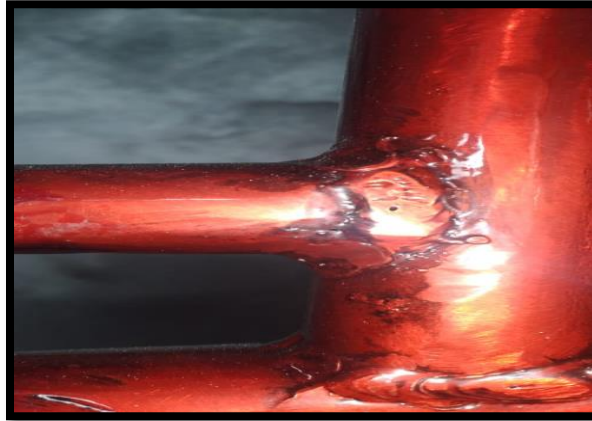
*Porosidad*



*Nota.* Porosidad causada por la suelda tipo MIG en la estructura Tubular.

### d. Fisuras

Las deformaciones que ocurren en pequeñas discontinuidades tienen algunas similitudes con grietas porque tienen pequeñas separaciones en la soldadura de superficies ensambladas.

**Figura 63***Fisuras*

*Nota.* Fisuras en la estructura tubular a causa de la suelda tipo MIG.

**5.3 Armado de la estructura tubular.**

Una vez referenciados los procesos aplicados de corte, doblado y soldadura. El bastidor se ensambla tomando en cuenta las especificaciones de la CIK-FIA, derivando que se trata de un Go-Kart Eléctrico así pues en caso de ser modificado será en mejora de la distribución de los componentes.

Se iniciará el proceso de ensamble y soldadura de los tubos que forman el bastidor. Para ello se comenzará ensamblando en base a las dimensiones requeridas para los componentes como el motor, eje trasero y sistema de dirección o frenos para evitar una discontinuidad después de la soldadura correspondiente, buscando que la distancia o posición de estos elementos no cambien demasiado. De esta manera la combinación correcta del perfil frontal, lateral y posterior se logra mediante el proceso de soldadura MIG para unión del bastidor.

A medida que el proceso de soldadura continua se va obteniendo el ensamble total del bastidor tubular para un Go-Kart Eléctrico.

**Figura 64***Bastidor Tubular*

*Nota.* Construcción del Bastidor Tubular.

#### **5.4 Inspección y Limpieza de las juntas soldadas.**

Terminado el proceso de soldadura, limpiaremos e inspeccionaremos de forma visual las juntas soldadas para determinar si hay anomalías como porosidad o falta de fusión que no están debidamente soldados.

**Figura 65***Limpieza e Inspección*

*Nota.* Limpieza e Inspección del bastidor tubular.

### **5.5 Selección del proceso de pintura**

El proceso de pintura es de vital importancia para extender la vida útil del bastidor tubular porque reduce considerablemente la corrosión del material al tiempo que mejora la apariencia del bastidor. En el campo automotriz los vehículos con una mejor estética suelen obtener mayor atención de la audiencia.

En el campo automotriz se puede encontrar diversos procesos de pintura y acabado, pero para la mayoría de los vehículos la aplicación de recubrimientos de pintura a base de poliéster o poliuretano en un horno o cuarto de pintura.

Estos procesos requieren de experiencia, habilidad y destreza además de un proceso de masillado y barnizado protector para garantizar su calidad y prevenir daños a corto plazo.

Por lo mencionado se considera el proceso de pintura electrostática que generalmente se usa en las estructuras metálicas pequeñas con un buen acabado, bajo costo y durabilidad.

El proceso consiste en pintura en estado sólido (polvo) que al momento de pasar por una pistola se polariza negativamente de forma que se adhiere con mayor facilidad a cualquier estructura metálica polarizada positivamente y con descarga a tierra, posterior a ello la estructura es puesto a calor en un horno de manera que la pintura se satura al bastidor tubular.

### **Figura 66**

*Preparación de pintura*



*Nota.* Preparación de la pintura electroestática.

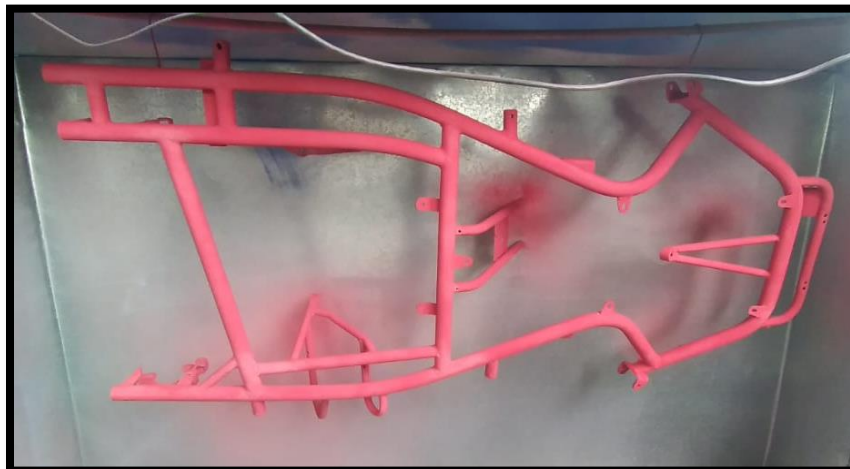
#### **5.5.1 Aplicación de la pintura electrostática**

Una vez se haya finalizado y corroborado el ensamble del bastidor tubular para un Go-Kart Eléctrico se procede a pintar la estructura, el color de revestimiento de la estructura se escogió en base a los colores representativos de la carrera en conjunto a los complementos que forman parte del Go-Kart Eléctrico se lograra dar realce y una combinación de colores rojo y negro que da como resultado un Go-Kart Eléctrico representativo para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz además de evitar la corrosión y proteger de los diferentes agentes meteorológicos que afecte al acabado del bastidor.



**Figura 67**

*Bastidor Pintado*

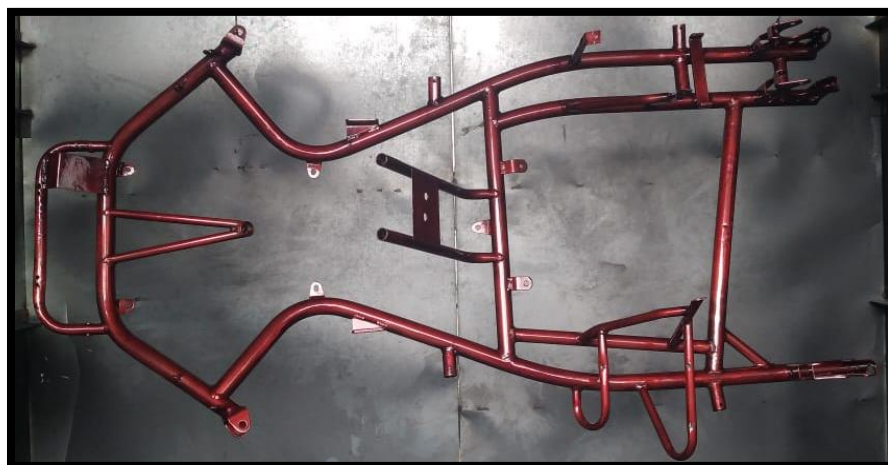


*Nota.* Aplicación de la pintura electroestática.

Al terminar el proceso de pintura da como resultado final el bastidor tubular para un Go-Kart Eléctrico con excelentes acabados y una estética representativa a la carrera.

**Figura 68**

*Proceso de pintura culminado*



*Nota.* Aplicación de pintura electroestática finalizado.

## 5.6 Montaje de los sistemas del Go-Kart Eléctrico

Finalizado la construcción del bastidor y proceso de pintura se procederá a ensamblar los sistemas que conforman un Go-Kart Eléctrico los cuales son:

### 5.6.1 Sistema de Tren de Potencia

El montaje del sistema de tren de potencia se realiza en la parte posterior del Go-Kart el cual se realizó tomando en cuenta la distancia de los componentes, comodidad y estética. La base de la batería, y componentes eléctricos se construyó mediante tubos y platinas unidas al bastidor.

#### Figura 69

*Tren de potencia*



*Nota.* Implementación del tren de potencia.

### 5.6.2 Sistema de Frenos

La implementación del sistema de frenos se efectuó en la parte delantera y posterior del Go-Kart debido a que el disco de freno y las pastillas van conectadas directamente al eje de transmisión mientras que el pedal y la bomba se encuentran en la parte delantera como se muestra en la Figura 70.



**Figura 70**

*Sistema de Frenos*



*Nota.* Implementación del sistema de freno.

### **5.6.3 Sistema de Dirección**

La implementación del sistema de dirección será efectuada en la parte frontal o delantera de Go-Kart como se muestra en la Figura 71.

**Figura 71**

*Sistema de Dirección*



*Nota.* Implementación del sistema de dirección.

#### 5.6.4 Carrocería

La implementación de la carrocería será efectuada en la parte lateral, frontal y posterior para un mejor acabado estético.

#### Figura 72

*Carrocería*



*Nota.* Implementación de la carrocería.

#### 5.7 Protocolo de Pruebas

Finalizado la construcción del bastidor tubular, así como la implementación de los diferentes sistemas y componentes se procede a comprobar el funcionamiento de cada uno de ellos de manera que se puede identificar inconvenientes para esto se realiza pruebas de funcionamiento con el fin de identificar alguna anomalía en el Go-Kart Eléctrico.

Los protocolos de pruebas se realizaron con todos los elementos montados y fijos de manera funcional cada uno de los sistemas aportaron cargas al bastidor, el propósito de la ruta de prueba es corroborar si el bastidor tubular sufre algún desperfecto o desplazamiento de los componentes previamente instalados incluso verificar inestabilidad o vibraciones causadas por el motor eléctrico, las anomalías

pueden presentarse por el peso de los diferentes sistemas que conforma el Go-Kart Eléctrico incluido el piloto.

El peso de los sistemas que conforman el Go-Kart Eléctrico, así como la del piloto hacen que el bastidor se encuentre sometidos a cargas considerables al verificar el resultado de soporte y la función correcta del Go-Kart Eléctrico en sí, tras los recorridos realizados.

Se puede visualizar el Go-Kart Eléctrico finalizado y preparado para el protocolo de pruebas la misma que se detallara en la hoja de ruta corroborando su funcionamiento.

### **Figura 73**

*Protocolo de Pruebas Go-Kart Eléctrico.*



*Nota.* Go-Kart preparado para el protocolo de pruebas.

### 5.7.1 Pruebas en pista

El protocolo de pruebas se ejecutó con el fin de corroborar el funcionamiento del bastidor, así como los sistemas complementarios de un Go-Kart Eléctrico, al ser sometidas a condiciones variadas y excesivas en torno a la pista. El lugar en la cual se realizó el protocolo de pruebas fue en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPEL-ext. Belisario Quevedo. (Ver Figura 74), debido a que el circuito de pista alrededor de la Universidad ofrece un conjunto de curvas, y tramos el cual permite definir de mejor manera el comportamiento del Go-Kart Eléctrico, haciendo que todos los sistemas complementarios sean puestos a prueba rigurosamente.

#### Figura 74

*Pista de Prueba.*



*Nota:* Pista de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPEL, campus Belisario Quevedo.

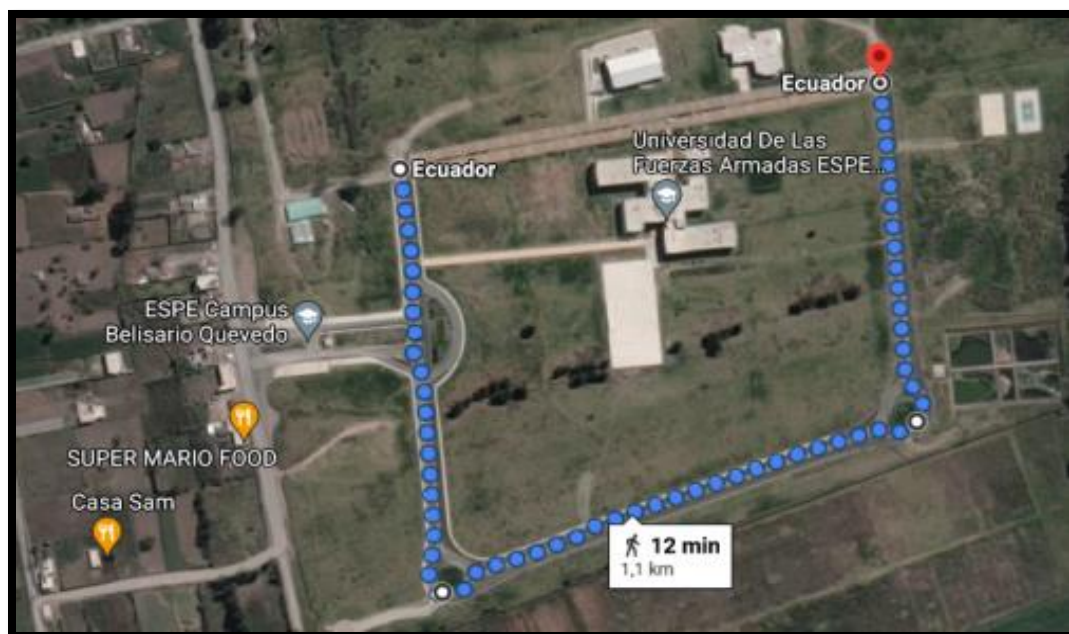
Para esto el Go-Kart Eléctrico fue sometido a velocidades considerables, puesto que inicialmente se inició con velocidades bajas, esto con el fin de comprobar el



correcto funcionamiento de cada uno de los distintos sistemas y componentes que se aloja en el Go-Kart, para esto solamente se rodeó la pista de la Universidad como se muestra en la Figura 75.

### Figura 75

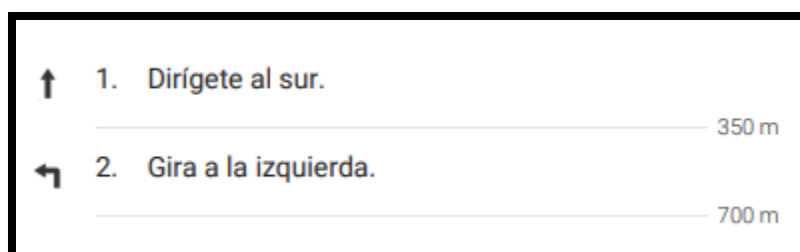
*Protocolos de Pruebas.*



*Nota.* Hoja de ruta protocolo de prueba 1.

### Figura 76

*Indicaciones*

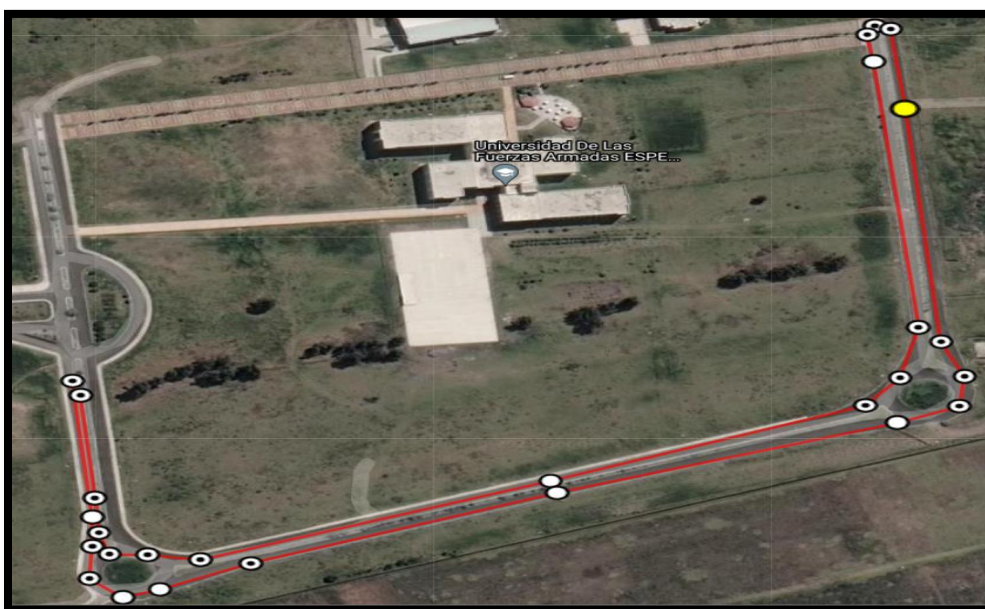


*Nota.* Indicaciones de pista.

Una vez comprobado todos los sistemas se realizó las pruebas a altas velocidades en condiciones más extremas para comprobar el funcionamiento óptimo del Go-Kart. Para esto el recorrido se alargó puesto que se verifico el comportamiento en curvas y rectas teniendo en cuenta la aceleración máxima y desaceleraciones elevadas. Como se muestra en la Figura 77.

**Figura 77**



*Protocolo de Pruebas.*









*Nota.* Hoja de ruta protocolo de pruebas 2.





**Tabla 6**

*Hoja de Ruta*





PAGE 1	Hoja de Ruta Go-Kart.		KM TOTAL: 1.66	
<b>0,00</b> 0.00Mi				
<b>0,00</b>	1		<b>175°</b>	000°59.959'S 078°35.118'W





PAGE 1	Hoja de Ruta Go-Kart.	KM TOTAL: 1.66
<p><b>0,13</b></p> <p>0,13</p> <p>2</p>		<p><b>183°</b></p> <p>001°00.026'S 078°35.113'W</p>
<p><b>0,15</b></p> <p>0,02</p> <p>3</p>		<p><b>134°</b></p> <p>001°00.040'S 078°35.114'W</p>
<p><b>0,23</b></p> <p>0,08</p> <p>4</p>		<p><b>69°</b></p> <p>001°00.033'S 078°35.075'W</p>
<p><b>0,55</b></p> <p>0,32</p> <p>5</p>		<p><b>66°</b></p> <p>000°59.976'S 078°34.917'W</p>
<p><b>0,58</b></p> <p>0,03</p> <p>6</p>		<p><b>5°</b></p> <p>000°59.969'S 078°34.902'W</p>
<p><b>0,60</b></p> <p>0,02</p> <p>7</p>		<p><b>338°</b></p> <p>000°59.957'S 078°34.901'W</p>

PAGE 1		Hoja de Ruta Go-Kart.		KM TOTAL: 1.66	
<b>0,63</b>					
<b>0,03</b>	8	<b>355°</b>	000°59.943'S 078°34.906'W		
PROXIMA NOTA PROCH NOTE NEXT NOTE		<b>0,24</b>			

PAGE 2		Hoja de Ruta Go-Kart.		KM TOTAL: 1.66	
<b>0,87</b>					
<b>0,24</b>	9	<b>291°</b>	000°59.815'S 078°34.919'W		
<b>0,87</b>					
<b>0,00</b>	10	<b>208°</b>	000°59.814'S 078°34.923'W		
<b>0,88</b>					
<b>0,01</b>	11	<b>172°</b>	000°59.817'S 078°34.924'W		
<b>1,10</b>					
<b>0,22</b>	12	<b>193°</b>	000°59.937'S 078°34.912'W		



PAGE 2		Hoja de Ruta Go-Kart.		KM TOTAL: 1.66	
<b>1,14</b>					
0,04	13			217°	000°59.958'S 078°34.916'W
<b>1,17</b>					
0,03	14			248°	000°59.969'S 078°34.925'W
<b>1,49</b>					
0,32	15			279°	001°00.032'S 078°35.087'W
<b>1,52</b>					
0,03	16			272°	001°00.030'S 078°35.100'W
PROXIMA NOTA PROCH NOTE NEXT NOTE		0,01			

PAGE 3	Hoja de Ruta Go-Kart.		KM TOTAL: 1.66
<b>1,53</b>			
0,01	17		001°00.030'S 078°35.109'W
<b>1,55</b>			
0,02	18		001°00.021'S 078°35.112'W
<b>1,66</b>			
0,08	19		000°59.965'S 078°35.116'W
2 Km	19 Waypoint s	2 km Fuel Range	
INICIO		FINAL	
000°59.959'S 078°35.118'W		000°59.965'S 078°35.116'W	

Las pruebas dan como resultado una estabilidad en curvas debido a que el comportamiento del bastidor es adecuado, lo que favorece a una estructura más resistente frente a exigencias planteadas en esta prueba.

Tras someter al vehículo al protocolo de pruebas aproximadamente a 20 vueltas a velocidades considerables, se pudo comprobar que el bastidor tubular soporta de manera eficaz tales exigencias, por lo tanto, queda demostrado que la fabricación del

bastidor tubular para un Go-Kart Eléctrico corresponde a una excelente fiabilidad frente a un manejo exigente.

## Capítulo VI

### 6. Conclusiones y Recomendaciones.

Culminado exitosamente el presente proyecto se detallará las siguientes conclusiones y recomendaciones:

#### 6.1 Conclusiones:

- Mediante la construcción del Go-Kart Eléctrico se adquirió nuevos conocimientos en base a la elaboración del bastidor tubular.
- Los conceptos para la fabricación y ensamble del bastidor tubular ayudaron a cumplir con los requerimientos del proyecto.
- El modelado del bastidor tubular se corroboró con programas de diseño CAD, gracias a los conocimientos que se han adquirido en lo largo de la carrera.
- Los diferentes sistemas y componentes que conforman el Go-Kart Eléctrico fueron colocados de acuerdo con el tamaño y corroborando si estos se encontraban de manera fija o móvil, trabajando de la mano con la parte estética para una mejor apariencia, para que en base a un futuro mantenimiento tenga un fácil acceso.
- Los protocolos de pruebas realizadas por el Go-Kart Eléctrico, corroboraron la eficiencia y fiabilidad que este tiene con los diferentes sistemas implementados.
- El bastidor tubular del Go-Kart Eléctrico cumple con los requisitos adecuados como, la protección del piloto, el peso adecuado y la distribución de pesos idónea.

## 6.2 Recomendaciones:

- Analizar los distintos procesos de ensamble y mecanizado de materiales, para evitar consumo innecesario de material y pérdida de tiempo de trabajo.
- Es indispensable utilizar el Equipo de Protección Personal (EPP) al realizar la construcción del bastidor tubular, para evitar lesiones, golpes, etc.
- Antes del proceso de pintura, se debe limpiar el bastidor con ácido para evitar corrosión de la pintura electroestática al momento de pintar.
- Es necesario trabajar de la mano con los diferentes sistemas del Go-Kart Eléctrico debido a que estos se encuentran ligados directamente al bastidor tubular.
- Es de vital importancia realizar mantenimientos preventivos y correctivos cuando se realiza el protocolo de pruebas, revisión de las uniones soldadas, así como los soportes instalados.
- Es importante tener conocimientos previos para la elaboración del modelado del bastidor, así como el tipo de material, dimensiones, distancia entre ejes, etc.

## Bibliografía

Aguado, D. S. (2014). *Diseño y analisis de un chasis de kart de competicion*. Madrid.

España. Recuperado el 03 de agosto del 2021 de <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/23229#preview>

Ardigo, M. (2020 de 11 de 10). *T Kart*. Recuperado el 10 de junio del 2021 de

<https://tkart.it/es/magazine/consejos-de-los-campeones/marco-ardigo-kart-kz-coloco-asi/>

B., I. F. (2006). Estudio de la aerodinámica en vehiculos. *Prospectiva*. Recuperado el 15

de junio del 2021 de <https://www.redalyc.org/pdf/4962/496251108011.pdf>

Bohner Max, G. H. (2001). *Tecnologia del automovil*. Barcelona: Reverte, S.A.

Recuperado el 6 de junio del 2021 de <http://biblioteca.uide.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=19381>

Chevilan. (16 de 11 de 2020). *Chevilan*. Recuperado el 15 de julio del 2021 de de

<http://chevilan.es/soldadura-metales>

Dipacmanta. (12 de 03 de 2017). *Dipacmanta*. Recuperado el 03 de julio del 2021 de

<https://www.dipacmanta.com/tubo-estructural-redondo-negro>

Esab. (14 de 07 de 2017). *Esab*. Recuperado el 15 de julio del 2021 de

[https://www.esab.com.ar/ar/sp/education/blog/proceso\\_soldadura\\_gmaw.cfm](https://www.esab.com.ar/ar/sp/education/blog/proceso_soldadura_gmaw.cfm)

*Formula1*. (23 de Julio de 2013). Recuperado el 12 de agosto del 2021 de

<http://www.formula1-dictionary.net/karting.html>

Galbarro, H. R. (2012). *Fundamentos de la Soldadura MIG-MAG*. Sevilla. Recuperado el

05 de agosto del 2021 de

<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn53.html>

Galbarro, H. R. (2012). *Soldadura por Arco con Electrodo Revestido*. Sevilla.

Recuperado el 17 de agosto del 2021 de

<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn45.html>

Galbarro, H. R. (09 de Octubre de 2015). *El Bastidor de los Vehículos Automóviles*.

Recuperado el 1 de junio del 2021 de

<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn69.html>

*Geniolandia*. (01 de 02 de 2018). Recuperado el 18 de agosto del 2021 de

<https://www.geniolandia.com/13175944/tipos-de-go-karts>

González, A. P. (22 de 06 de 2014). *Mecapedia*. Recuperado el 05 de mayo del 2021 de

[http://www.mecapedia.uji.es/direcciones\\_principales.htm](http://www.mecapedia.uji.es/direcciones_principales.htm)

Hearn, E. (2001). *Mechanics of Materials*. Boston: Butterworth Heinemann.

Recuperado el 03 de agosto del 2021 de

[https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=hGtgVkJHmoz4C&oi=fnd&pg=P1&dq=Hearn,+EJ+Mechanics+of+Materials&ots=pxMcvQtAmX&sig=6tJLnBlvIBvtiReM7c4A844T-](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=hGtgVkJHmoz4C&oi=fnd&pg=P1&dq=Hearn,+EJ+Mechanics+of+Materials&ots=pxMcvQtAmX&sig=6tJLnBlvIBvtiReM7c4A844T-2s#v=onepage&q=Hearn%2C%20EJ%20Mechanics%20of%20Materials&f=false)

[2s#v=onepage&q=Hearn%2C%20EJ%20Mechanics%20of%20Materials&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=hGtgVkJHmoz4C&oi=fnd&pg=P1&dq=Hearn,+EJ+Mechanics+of+Materials&ots=pxMcvQtAmX&sig=6tJLnBlvIBvtiReM7c4A844T-2s#v=onepage&q=Hearn%2C%20EJ%20Mechanics%20of%20Materials&f=false)

Herramientas, M. y. (16 de 11 de 2020). *Maquinas y Herramientas*. Recuperado el 18 de

julio del 2021 de

<https://www.demaquinasyherramientas.com/soldadura/soldadura-mig>

Hibbeler, R. C. (2011). *Mecanica de Materiales*. Naucalpan de Juarez : Pearson.

Recuperado el 09 de agosto del 2021 de

[file:///C:/Users/PERSONAL/Desktop/MANUALES/MECANICA%20Y%20ESTADISTICA%20\(CALCULOS\)/MECANICA%20DE%20MATERIALES/Mec%C3%A1nica%20de%20materiales%208a%20edici%C3%B3n%20Hibbeler.pdf](file:///C:/Users/PERSONAL/Desktop/MANUALES/MECANICA%20Y%20ESTADISTICA%20(CALCULOS)/MECANICA%20DE%20MATERIALES/Mec%C3%A1nica%20de%20materiales%208a%20edici%C3%B3n%20Hibbeler.pdf)

- KARTING, F. (2021). *FIA KARTING*. Recuperado el 23 de julio del 2021 de <https://www.fiakarting.com/page/technical-regulations>
- Lampito*. (03 de 08 de 2016). Recuperado el 10 de junio del 2021 de <http://www.lampito.com/historia-del-karting/>
- Lancharro Volart, C. (2015). *Diseño mecánico de un kart eléctrico*. España. Recuperado el 27 de julio del 2021 de <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/85410?locale-attribute=en>
- mach1kart*. (04 de 06 de 2013). Recuperado el 22 de julio del 2021 de <https://en.mach1kart.com/2013/06/mach1-kart-more-would-have-been-possible-in-genk/>
- Mansilla, R. A. (2012). *Diseño de un kart de pista*. Cataluña. Recuperado el 10 de junio del 2021 de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/15463/Memoria.pdf?seq>
- MOLINA SALAZAR JORGE LUIS, T. T. (2002). "*DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN CHASIS TUBULAR MONOPLAZA TIPO BUGGY PARA LA PARTICIPACION DE LA ESPE-L EN LA FORMULA AUTOMOVILISTICA UNIVERSITARIA*". Latacunga. Recuperado el 12 de junio del 2021 de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/9421/T-ESPEL-CDT-0622.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Núñez, C. D. (2017). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA TUBULAR PARA LA CARROCERÍA DEL PROTOTIPO DE UN AUTO ELÉCTRICO BIPLAZA UTA-CIM17*. Ambato. Recuperado el 18 de junio del 2021 de <https://repositorio.uta.edu.ec/browse?type=author&value=Lizano+N%C3%BA%C3%B1ez%2C+Carlos+David>



- OJEDA MADRUÑERO, C. A. (2020). "*CONSTRUCCIÓN DE UN BASTIDOR TUBULAR PARA UN VEHÍCULO*". Latacunga. Recuperado el 07 de julio del 2021 de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/24873>
- Online, I. (27 de 10 de 2020). *Ingenieria Online*. Recuperado el 10 de agosto del 2021 de <https://www.ingenieriaonline.com/proceso-de-soldadura-gmaw/>
- Pablo, P. P. (2012). "*DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN VEHICULO BIPLAZA DE ESTRUCTURA TUBULAR CON MOTOR MONOCILINDRICO YAMAHA YFM 200*". Cuenca. Obtenido de file:///C:/Users/PERSONAL/Downloads/09612.pdf
- Pastor, J. (2016). El bastidor del coche. *Prueba de ruta*. Recuperado el 01 de mayo de junio del 2021 de <https://www.pruebaderuta.com/bastidor-auto.php>
- Poma, P. A. (2018). *DISEÑO Y FABRICACION DEL CHASIS PARA UN KART KF4SEGUN LA NORMATIVA CIK/FIA*. Cuenca. Recuperado el 25 de junio del 2021 de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15766/1/UPS-CT007735.pdf>
- Racing, D. (23 de 10 de 2015). *DMK Racing*. Recuperado el 10 de mayo del 2021 de <https://dmkracing.com/noticias/consejo-montar-asiento-kart/>
- Romero, J. V. (2016). *Proyeccto de un Kart Electrico*. España. Recuperado el 15 de mayo del 2021 de [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/100784/REPORT\\_193.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/100784/REPORT_193.pdf)
- SIMBAÑA, F. J. (2016). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LOS SISTEMAS DE BASTIDOR Y CAROCERIA PARA UN PROTOTIPO DE GO KART CON BASE AL REGLAMENTO DE LA FIA*. Quito. Recuperado el 18 de mayo del 2021 de

<https://1library.co/document/zp0w027q-diseno-construccion-sistemas-bastidor-carroceria-prototipo-kart-reglameto.html>

Spuch, J. M. (2014). Fabricacion de un prototipo de un Karting Electrico. *Autobild*.

Recuperado el 18 de agosto del 2021 de

<https://www.autobild.es/reportajes/video-joven-madrileno-fabrica-su-propio-kart-electrico-117717>

## **ANEXOS**