



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**TEMA:**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA BICICLETA ECOLÓGICA CON REMOLQUE  
PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD HIPOTÓNICA.**

Trabajo de Grado previo a la obtención del título de Ingeniero en Ciencias  
Aplicadas, especialidad Mantenimiento Automotriz

**AUTOR:**

Castillo Collahuazo Carlos Julio.

**DIRECTOR:**

Ing. Mafla Yépez Carlos Nolasco. Msc

**IBARRA 2022**

## CERTIFICADO

### ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

En mi calidad de director del plan de trabajo de grado, previo a la obtención del título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Educación Ciencia y Tecnología.

### CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de grado cuyo título es “Diseño y construcción de una bicicleta ecológica con remolque para personas con discapacidad hipotónica” presentado por el señor Castillo Collahuazo Carlos Julio con número de cédula 1003124300, doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 10 días del mes de enero del 2022

Atentamente



Msc. Mafla Yépez Carlos Nolasco

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1003124300		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Castillo Collahuazo Carlos Julio.		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Ciudadela Municipal, Hernán Gonzales de Saa y Madre Calcuta		
<b>EMAIL:</b>	<a href="mailto:cjcastilloc@utn.edu.ec">cjcastilloc@utn.edu.ec</a>		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	062 510 574	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0958987262

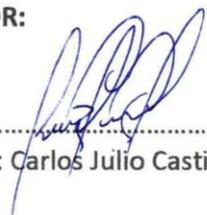
DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA BICICLETA ECOLÓGICA CON REMOLQUE PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD HIPOTÓNICA.
<b>AUTOR (ES):</b>	Castillo Collahuazo Carlos Julio.
<b>FECHA: DD/MM/AAAA</b>	10/01/2022
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
<b>PROGRAMA:</b>	Pregrado
<b>TITULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniero en Mantenimiento Automotríz.
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	Ing. Carlos Mafla. Msc

#### 2. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 10 días del mes de enero de 2022

**EL AUTOR:**

(Firma).....  


Nombre: Carlos Julio Castillo Collahuazo

## DEDICATORIA

El presente trabajo de grado dedico a Dios y a mi madre que con sus consejos y esfuerzos ha guiado mi vida por el camino del bien, y que ha hecho realidad este logro tan importante para mi vida, ya que gracias a ella todo sacrificio será recompensado en un futuro.

A mi padre que desde el cielo sé que Él está muy orgulloso de mi por haber culminado una etapa más de mi vida, que fue uno de los deseos que más lo quería verme ser un profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Permítanme expresar mis más grandes agradecimientos a la Universidad Técnica del Norte, una institución que ha enriquecido de grandes conocimientos en mi vida para desempeñarme como un profesional en el campo laboral. Así como también a los docentes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, que gracias a sus enseñanzas me han guiado para enriquecerme de sabiduría en el día a día. También expresar mi más grande gratitud a todas las personas que me ayudaron en la realización de mi trabajo de grado.

## Contenido

CAPÍTULO I .....	12
1.1 ANTECEDENTES .....	12
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	13
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.4 OBJETIVOS .....	13
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	13
1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	13
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	14
1.6 DISCAPACIDAD .....	15
1.6.1 TIPOS DE DISCAPACIDADES .....	15
1.7 DISCAPACIDAD HIPOTÓNICA.....	17
1.7.1 CAUSAS DE LA HIPOTONÍA EN LOS NIÑOS.....	17
1.8 MEDIOS DE TRANSPORTES PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD.....	18
1.8.1 SILLA DE RUEDAS.....	19
1.8.2 VEHÍCULOS PARA PERSONAS DISCAPACITADAS .....	21
1.9 NORMAS PARA LLEVAR A NIÑOS EN REMOLQUES.....	23
1.10 REMOLQUE .....	24
1.10.1 ESTRUCTURA DE CARGA O CHASIS.....	24

1.10.2	IMPORTANCIA DEL USO DE REMOLQUES EN LOS NIÑOS CON DISCAPACIDAD.....	25
1.11	PROPULSIÓN .....	25
1.11.1	PROPULSIÓN ELÉCTRICA.....	25
1.12	MOTORES ELÉCTRICOS.....	26
1.12.1	MOTORES BRUSHLESS.....	27
1.13	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN Y SEÑALÉTICAS .....	31
1.13.1	ACUMULADOR DE ENERGÍA (BATERÍA) .....	32
1.13.2	BATERIAS DE LITIO.....	33
1.14	SISTEMA DE SUSPENSIÓN.....	35
1.14.1	SUSPENSIÓN DEPENDIENTE .....	35
1.14.2	SUSPENSIÓN SEMIDPENDIENTE.....	36
1.14.3	SUSPENSIÓN INDEPENDIENTE .....	36
1.14.4	SISTEMA DE ENGANCHE .....	37
1.14.5	ÁNGULO DE ROTACIÓN. ....	37
1.14.6	ÁNGULO DE INCLINACIÓN .....	38
1.14.7	ÁNGULO DE BALANCEO.....	38
1.15	ERGONOMÍA Y SEGURIDAD PASIVA .....	38
1.15.1	SISTEMAS DE SEGURIDAD .....	39
CAPÍTULO II .....		41
2.1	MATERIALES Y MÉTODOS.....	41
2.1.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MEDIO DE TRANSPORTE .....	41
2.1.2	DISEÑO DE REMOLQUE .....	41
2.1.3	MATERIALES PARA ESTRUCTURA DE REMOLQUE .....	47
2.1.4	MÁQUINA DE SUELDA.....	52
2.1.5	ELECTRODOS.....	52
2.1.6	INSTALACIÓN DE MOTOR Y BATERÍA.....	53

2.2	CONSTRUCCIÓN DEL REMOLQUE.....	56
2.2.1	SELECCIÓN Y MARCADO DE TUBOS.....	57
2.2.2	CORTE DE TUBOS.....	58
2.2.3	DOBLADO DE TUBOS.....	59
2.2.4	SOLDADURA DE LAS PARTES.....	60
2.2.5	PISO DEL REMOLQUE.....	62
2.2.6	CARROCERÍA Y CUBIERTA.....	62
2.2.7	INSTALACIÓN DE SEÑALÉTICAS Y CINTURÓN DE SEGURIDAD.....	64
2.3	MODIFICACIÓN DE SCOOTER A BICICLETA.....	64
2.3.1	PROCESO DE MODIFICACIÓN.....	65
2.3.2	ADAPTACIÓN DEL SISTEMA DE ACOPLA.....	67
2.4	INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN.....	68
2.4.1	INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL, MOTOR Y ELÉCTRICO.....	69
	CAPÍTULO III.....	74
3.1	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	74
3.1.1	CÁLCULOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS CARGAS.....	74
3.1.2	CÁLCULOS DE AUTONOMÍA.....	77
3.1.3	CARGA DE LA BATERÍA.....	79
3.1.3	COSTO DE CONSUMO PARA CARGAR LA BATERÍA.....	80
3.1.4	PROBLEMAS AL MOMENTO DE REALIZAR LA CONSTRUCCIÓN DEL REMOLQUE.....	81
	CAPITULO IV.....	83
4.1	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	83
4.2	RECOMENDACIONES PARA EL USO DE LA BATERÍA.....	83
4.3	RECOMENDACIONES DEL USO DE LA BICICLETA.....	84
	Bibliografía.....	85

Anexos ..... 88

## **RESUMEN**

El presente proyecto tubo como finalidad dotar de un medio de transporte que cumpla sus necesidades diarias para las personas que se realizará su donación, para la construcción de este tipo de remolque se requirió realizar estudios sobre la enfermedad "DISCAPACIDAD HIPOTÓNICA" que el niño tiene, también estudiar normas y reglamentos para la construcción de remolques, para el diseño de trabajo se realizó mediante un programa de diseño automotriz "SOLIDWORKS" el mismo que nos facilitó la simulación de cálculos de resistencia de materiales con los que se aplicó el proyecto; Una vez realizado el diseño se procedió a la construcción del remolque y la modificación de la bicicleta eléctrica, para un mayor desempeño se instaló un motor eléctrico tipo Brushless, sistemas de pedaleo para obtener un alcance del 20% más de autonomía, se dotó de seguridad y ergonomía tanto al remolque como la bicicleta, se usó sistemas de frenos de disco hidráulicos para un frenado más eficaz ;los materiales que se utilizaron fueron de un material resistente para las exigencias que requiere el proyecto, una vez realizado pruebas de rendimiento se procedió a la aprobación para su uso.

## **ABSTRACT**

The purpose of this project is to provide a means of transport that can meet their daily needs for the people who will be your donation, For the construction of this type of trailer it is necessary to carry out studies on the disease that the person has, As well as studying norms and regulations for the construction of trailers, for the design of our work it is carried out by an automotive design program "SOLIDWORKS 2021" which will facilitate the simulation of resistance calculations of materials with which it will be built. the project; Once the design is completed, the construction and modification of both the trailer and the electric bicycle are carried out, such as: the installation of an electric power train, pedaling systems for greater autonomy, safety and ergonomics for both the trailer and the bicycle respectively; The materials used were made of a resistant material for the activities they carried out every day; Since the means of transport complied with all the tests required in different fields, its use was approved with full guarantee.

## INTRODUCCIÓN

La construcción de este proyecto está destinada para realizar actividades cotidianas de personas que sufran de este tipo de enfermedad para de esta manera mejorar su vivir diario.

El medio de transporte cumple con todos los estándares de seguridad, confort, ergonomía ya que está realizado con pruebas antes realizadas que corroboran su uso; la bicicleta no debe exceder velocidades mayores ya que de esta manera podría ocasionar un accidente tanto para su acompañante como para la misma persona que lo maneja.

Por otro lado, la utilización de energía 100 % ecológica libre de contaminantes incentiva a futuras creaciones con estas nuevas tecnologías como es la electrónica, para poder producir medios de transportes ecológicos y de esta manera aportar a la no contaminación ambiental producida por automotores de combustión.

Este trabajo se lo realizará con una metodología investigativa, en donde se probará análisis de resistencia de materiales obtenidas de referencia con autores especializados en cada una de los temas que serán aplicados, tomando en cuenta referencial bibliográficas actuales.

# CAPÍTULO I

## 1.1 ANTECEDENTES

En el Ecuador existe un número considerable de personas que sufren de alguna discapacidad ya sea física, o intelectual.

Según el “CONADIS” en el último censo realizado en el 2019 tenemos alrededor de 470.820 personas con diversos tipos de discapacidades, un gran número de estas personas tienen discapacidades motrices, el gobierno actual no ha tomado cartas en el asunto para estas personas vulnerables al no poner énfasis en medios de transporte que faciliten su movilización ya sea para realizar sus labores o simplemente trasladarse de un lugar a otro.

En la actualidad no existen medios de transportes de servicio público para personas con discapacidad, es un hecho marginal que las autoridades han hecho caso omiso a esta necesidad sabiendo que todo ciudadano tenemos los mismos derechos de utilizar cualquier medio de transporte, pero por la falta de accesos para estas personas las estamos discriminado ya que a ellos se les dificulta la opción de utilizar el transporte de servicio público como son los buses y taxis.

Otra de las falencias que se tiene en la actualidad es la falta de conocimientos en nuevas tecnologías electrónicas que se adaptan para facilitar el transporte de las personas con discapacidad.

En la parroquia de Peguche existe una familia de bajos recursos económicos en donde un miembro de su familia sufre de una enfermedad de atrofiación muscular. Este niño sufre de una enfermedad llamada “**discapacidad hipotónica**” la cual le limita a caminar.

Debido a la necesidad que el niño no puede quedarse solo en casa y realizar sus actividades por sí mismo, el padre se ingenió en hacer un medio de transporte artesanal en donde básicamente es adaptado una bicicleta pequeña al eje posterior de otra bicicleta de mayor tamaño, en donde realizan a diario su recorrido para movilizarse hacia su trabajo, pero este medio de transporte artesanal es muy rústico y requiere de un esfuerzo mecánico de pedaleo bastante grande, además no cuenta con un sistema de seguridad tanto para el conductor como para el niño lo cual lo hace muy propenso a tener un accidente.

## **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

¿Cuáles son las falencias que tienen las personas con discapacidad hipotónica intelectual?

## **1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Las personas que presentan este tipo de discapacidad tienen principalmente flacidez muscular, falta de movimientos espontáneos de su cuerpo lo que no permite un desarrollo psicomotriz normal. Esta discapacidad se caracteriza por presentar posturas anormales y poco habituales, cansancio físico y lapsos muy cortos de caminata.

Esta discapacidad hace que las personas no puedan cumplir con sus actividades normales, por ende, necesita de la ayuda de una persona que lo ayude con su movimiento o traslados, también la ayuda de un medio de transporte para facilitarle su movilización de un lugar a otro en distancias largas.

Este medio de transporte a más de facilitar su movilización debe aportar a su terapia física en donde el niño pueda interactuar con los distintos paisajes y formas del terreno ya que esto estimula para su rehabilitación.

También debemos considerar la parte de seguridad para garantizar que la persona no tenga ningún tipo de accidente y pueda transportarse con total confianza, en donde el habitáculo tenga toda la protección necesaria y ergonomía para que no afecte en su problema físico, además el transporte debe ser lo menos ruidoso y contaminante.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar y construir una bicicleta ecológica con remolque para personas con discapacidad hipotónica.

### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Investigar sobre las necesidades especiales que tiene un niño hipotónico.
- Diseñar y construir un remolque para la bicicleta ecológica.
- Adaptación de un motor eléctrico para la bicicleta.

- Dotar de seguridad y ergonomía a la bicicleta ecológica
- Constatar que la bicicleta cumpla con las necesidades requeridas para su donación.

## **1.5 JUSTIFICACIÓN.**

Uno de los máximos contaminantes del medio ambiente tenemos en la industria automotriz donde los vehículos producen un gran porcentaje de contaminantes. En el Ecuador uno de los factores principales de contaminación está en los combustibles fósiles de mala calidad que tenemos, lo cual no permite que tengamos automóviles y medio de transporte con tecnologías actuales. “Para tener buses que no contaminen y sean de una buena tecnología como aquellos de Euro 6 se necesita un combustible de 10 ppm (partículas por millón de azufre), mientras que nosotros utilizamos uno de 500 ppm” (Sorgato , 2016).

De acuerdo a estos altos índices de contaminación se realiza la propuesta de implementar motores sin emisiones de contaminantes como son los eléctricos, a pesar que en la actualidad ya existen vehículos eléctricos e híbridos no hay proyectos en donde se aplique diseños e implementación de motores eléctricos en prototipos en la industria local.

Uno de los objetivos de esta investigación es implementar un motor eléctrico, para de esta manera aportar en la reducción de niveles de contaminación.

Otra de las ideas planteadas en la investigación nos direcciona a la utilización de medios de transportes para personas vulnerables como son los que sufren de alguna discapacidad ya sea esta intelectual o motriz, donde en la actualidad no existen medios de transporte idóneos para estas personas.

Según lo planteado en las metas del PLAN NACIONAL PARA EL BUEN VIVIR, en el primer objetivo de garantizar un vida digna con iguales oportunidades para las todas las personas en donde dice “Dotar de ayudas técnicas a las personas con discapacidad a 2021.El garantizar una vida digna en igualdad de oportunidades para las personas es una forma particular de asumir el papel del Estado para lograr el desarrollo; este es el principal responsable de proporcionar a todas las personas individuales y colectivas, las mismas condiciones y oportunidades para alcanzar sus objetivos a lo largo del ciclo de vida” (PLAN NACIONAL DE DESARROLLO,

2017). La utilización de medios de transportes para personas que sufran de discapacidades no sea un impedimento para realizar sus actividades diarias.

## **1.6 DISCAPACIDAD**

La discapacidad es una condición que algunas personas presentan bajo alguna deficiencia física, sensorial o intelectual que a al pasar de los años estos pueden intervenir y afectar directamente a la persona en su vida diaria y en especial ante la sociedad.

“La discapacidad en las Américas es un tema complejo, de enorme repercusión social y económica, pero del que se carece de datos fehacientes. Los estudios estadísticos son escasos, están desactualizados y son pocos precisos; por ello el trabajo en políticas y programas relacionados con la discapacidad se basa en datos estimados y, en ocasiones, bastantes alejados de la realidad de los países” (Vazques, 2006).

En muchos de los países de Latinoamérica y de todo el mundo estas personas pueden pedir el reconocimiento de su discapacidad ante el estado y según el nivel de discapacidad que la persona tenga, exigir un certificado de minusvalía, que este puede gozar de algunas ventajas en el ámbito social y económico.

Es por eso que en el año 2008 en un convenio con la convención de la Organización de las Naciones Unidas ONU se dictamino que “promover, proteger y asegurar el goce pleno y en condiciones de igualdad de todos los derechos humanos y libertades fundamentales por todas las personas con discapacidad, y promover el respeto de su dignidad inherente” (Emable, 2003).

En la actualidad a este tipo de personas con discapacidades la sociedad está adaptando un sistema en su entorno y espacios físicos que se adapten para estas personas con el fin de evitar la exclusión social.

### **1.6.1 TIPOS DE DISCAPACIDADES**

Dentro del grupo de discapacidades de una persona mencionaremos las de mayor relevancia en el Ecuador y América latina para lo cual nos basamos en discapacidades que se asocien con los objetivos específicos.

### **1.6.1.1 DISCAPACIDAD MOTRIZ.**

“La discapacidad motriz constituye una alteración de la capacidad del movimiento que afecta, en distinto nivel, las funciones de desplazamiento, manipulación o respiración, y que limita a la persona en su desarrollo personal y social. Ocurre cuando hay alteración en músculos, huesos o articulaciones, o bien cuando hay daño en el cerebro que afecta el área motriz y que le impide a la persona moverse de forma adecuada o realizar movimientos finos con precisión” (Consejo Nacional de Fomento Educativo, 2010). Todas estas limitaciones conllevan a que las personas no pueden realizar movimientos espontáneos y con precisión debido a las alteraciones que tienen en sistema cerebral. Esta discapacidad se subdivide en dos trastornos.

- **TRASTORNOS FÍSICOS PERIFÉRICOS.**

Este tipo de trastornos se localiza principalmente en los huesos, articulaciones, extremidades y músculos. Se presentan desde el nacimiento del niño, por ejemplo, mal formaciones de los huesos en su etapa de gestación, o bien son consecuencias de enfermedades en la infancia (como la tuberculosis ósea articular). “Algunos accidentes o lesiones en la espalda dañan la médula espinal e interrumpen la comunicación de las extremidades (brazos y piernas) hacia el cerebro y viceversa” (Grijalbo, 1986).

- **TRASTORNOS NEUROLÓGICOS.**

“Significan el daño originado en el área del cerebro (corteza motora cerebral) encargada de procesar y enviar la información de movimiento al resto del cuerpo. Origina dificultades en el movimiento, y en el uso, sensaciones y control de ciertas partes del cuerpo. Los más comunes son la parálisis cerebral, los traumatismos craneoencefálicos y los tumores localizados en el cerebro” (Grijalbo, 1986).

### **1.6.1.2 DISCAPACIDAD INTELECTUAL**

Esta discapacidad impide imitaciones para el aprendizaje de nuevas habilidades como son actividades de recreación, algún tipo de deporte. Además, existe otra discapacidad psicosocial que quiere decir que tiene problemas al momento de establecer relaciones sociales o afectivas con las demás personas.

Una de esta causa de discapacidad puede ser ocasionada por varios factores como son causas sociales, un accidente, guerras o algún conflicto armado.

Otra de las causas puede provocarse por problemas sanitarios que pueda ser causado por alguna infección, por deficiencia nutricional, problemas de salud al momento del embarazo o en el parto, también puede ser causado por tumores malignos o enfermedades crónicas.

Otra causa de adquirir esta discapacidad se da por problemas ambientales como contaminación en el medio ambiente tales como, el uso excesivo de fungicidas o líquidos tóxicos que afectan a la salud de las personas.

Una de las enfermedades motrices que ocasiona estos parámetros o trastornos tanto físicos como neurológicos es la discapacidad hipotónica, pero para saber más a fondo que significa esta enfermedad tenemos que saber primeramente que es una hipotonía.

## **1.7 DISCAPACIDAD HIPOTÓNICA.**

A esta enfermedad se le conoce como disminución del tono muscular o lo que también se le conoce como “bebe floppy”

Cabe recalcar que todo bebe nace con esta enfermedad de hipotonía es por eso la causa que en sus primeros meses de nacimiento son muy frágiles ya que no tienen muchas fuerzas en sus músculos es por eso que ellos adoptan una madurez en sus músculos conforme van pasando los meses de crecimiento.

Una de las maneras de detectar esta enfermedad es cuando el niño nace o empieza a cambiar su tonalidad de piel muy radicalmente durante su primer año de vida en donde lo podemos diagnosticar como discapacidad hipotónica, pero si esa aparece durante el pasar de los años lo podemos considerar como una parálisis adquirida en el desarrollo de su crecimiento, es por eso que se debe tomar en cuenta su patología dependiendo en la edad que se presente esta hipotonía.

### **1.7.1 CAUSAS DE LA HIPOTONÍA EN LOS NIÑOS**

“Los bebés con este problema parecen flácidos y se sienten como si fueran “muñecos de trapo” (Dr.Tango, 2019). Una de las maneras de detectar esta enfermedad es que estos niños descansan con los codos y las rodillas extendidos

de manera suelta y pueden tener un deficiente control de la cabeza. La cabeza puede caer hacia un lado, mientras que los bebés con tono normal tienden a tener los codos y las rodillas flexionados.

Tanto como la tonalidad muscular y los movimientos que interviene el cerebro conjuntamente con la medula espinal, nervios y músculos, esta discapacidad puede causar un serio problema en la funcionalidad a lo largo de la ruta que controla el funcionamiento muscular dentro de las causas podemos mencionar daños relacionados a esos como averías cerebrales ya que debido a la falta de oxigenación antes o después de su nacimiento adoptó esta enfermedad.

Trastorno muscular como atrofiación a sus músculos que son los encargados de la movilidad de su cuerpo; alteración en los nervios que envían información a los diferentes músculos.

## **1.8 MEDIOS DE TRANSPORTES PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD.**

La movilidad en las personas es un círculo que nos afecta a todos dentro del entorno natural, todos los días nos desplazamos de un lugar a otro para ir hacia nuestros trabajos a la escuela o nuestras obligaciones diarias o ya sea por simple distracción. No tener disponibilidad de un medio de transporte para personas con movilidad reducida es un gran problema ya que no les permite gozar de la vida con libertad e independencia propia, es por este motivo que estas personas es necesario que tengan acceso a un transporten donde puedan ser libres e independientes de realizar cualquier actividad.

Existen varios tipos de medios de transportes que ayudan a la movilización de personas con movilidad reducida como las que mencionaremos a continuación ya que estas forman parte de ellas para que gocen de una vida diaria sin complicaciones.

### **1.8.1 SILLA DE RUEDAS.**

Según la O.M.S. En la población mundial alrededor del 10% de personas tienen algún tipo de discapacidad ya sea motriz o intelectual dentro de estas personas se estima que alrededor del 1% necesitan utilizar silla de ruedas.

La silla de ruedas es el medio más utilizado en la actualidad por personas con discapacidad motriz para movilizarse ya que es una condición para disfrutar de los derechos de los ciudadanos.

Dentro de lo que se refiere a las sillas de ruedas tenemos varios tipos y modelos dependiendo de las necesidades de cada persona como las SILLA DE RUEDAS MECÁNICAS que son las más utilizadas en el medio por su bajo costo de adquisición y poco peso, además tiene un sistema desplegable cuando estas personas tengan que subirse a un medio de transporte ya sea un taxi, autobús, o vehículo particular.

Podemos mencionar también otro tipo de sillas de ruedas para personas con poca movilidad en sus extremidades superiores son las SILLA DE RUEDAS ELÉCTRICAS ya que este cuenta con un mando que va ubicado en uno de los apoyabrazos de la silla y de esta manera la persona con tan solo mover el mando en cualquier dirección la silla tenga su trayectoria; Una de las limitantes que tiene es que cuando se termina la carga de la batería esta queda obsoleta y tiene que volver a cargarse, además su peso es mayor al de las mecánicas. Estas sillas cuentan con un motor eléctrico que va ubicado en la parte inferior de la silla en medio de las ruedas traseras que sirven como ruedas motrices para el impulso de la silla.

Existe otro tipo de sillas de ruedas que son utilizadas no solo para transportarse sino también son utilizadas para realizar deportes al aire libre como son las HANBIKER Estas sillas vienen incorporadas unos pedales en la parte delantera de la silla que es movida por las manos, es un tipo de bicicleta pero en vez de dar impulso con las piernas estas lo hacen con las manos las cuales pueden alcanzar velocidades muy rápidas, estas están fabricadas a la vez con aleaciones de aluminio que hace que sean muy livianas.

Una empresa coreana presento al mercado un nuevo medio de transporte para personas con discapacidad se trata de la “bli-ve ciclo es un dispositivo hibrido entre una bicicleta y una silla de ruedas para personas discapacitadas y sus acompañantes” (Hermida, 2018).

Esta bicicleta está construida con una silla de ruedas normal que es adaptada hacia la bicicleta, la misma que es suspendida la llanta delantera y sustituida por la silla de rueda mediante un enganche o agarre, también posee un sistema de frenos y cambios muy sencillos para su fácil manejo. Además, cuenta con un sistema de seguridad que garantiza que la persona siempre va a estar sujeta a la silla de ruedas y de esta manera en caso de sufrir un inconveniente o altercado prematuro tenga que frenar muy rápido y la persona siga sujeta a la silla.



**Figura 1.0.1** bicicleta bi-vle ciclo

**Fuente:** (bicicletas amigables, pag23)

En la ciudad de Tucumán Argentina un ingeniero automotriz desarrollo una bicicleta para un niño con parálisis cerebral, el desarrollo de esta propuesta lo realizó en un concurso nacional de innovaciones en donde consiste que la bicicleta no solo sirva para transporte sino también para su rehabilitación. Esta bicicleta es muy servicial ya que cualquier persona lo puede manejar y llevar al niño de un lugar a otro, que al mismo tiempo el paciente puede mantener un pedaleo de manera propia lo cual esto lo ayuda amanera de estímulo para el desarrollo de sus extremidades inferiores y realice un ejercicio físico lo cual aportaría en mucho para su rehabilitación física.



**Figura 1.0.2** bicicleta interactual.

Fuente:(Orozco, 2019, pág. 32)

### **1.8.2 VEHÍCULOS PARA PERSONAS DISCAPACITADAS**

En la actualidad varias marcas de vehículos se están centrando en la fabricación de vehículos para personas discapacitadas, estas marcas están haciendo modificaciones que faciliten su labor al momento de conducir, siempre y cuando estas sean verificadas y aceptadas por el ministerio de industria donde dice. “No se puede modificar un vehículo a partir de como se lo ha definido el fabricante sin que se verifique la idoneidad de modificación y que esta no afecte a la seguridad vial del propio automóvil o la del resto de los usuarios de las vías públicas” (Parera, 2000).

Uno de los mayores inconvenientes que tiene una persona con discapacidad es la manera de acceder al interior del vehículo con su propia silla ya sea este para conducir o para ir en el asiento del copiloto, existen dos formas de adaptar un asiento en el vehículo la primera es que hay vehículos con entrada por la parte trasera la cual está construida por una rampa que se desliza al momento de subir la persona con la silla y de esta manera pueda tener una facilidad de entrar al vehículo sin la necesidad de cambiar de asiento.

Una manera de adaptar una entrada es por la parte lateral del vehículo en donde en unos casos el asiento se desplaza hacia un costado para que la persona pueda ingresar haciendo una transferencia a un asiento especial ya sea este para conducir y de esta manera tener un asiento apto para la conducción.



**Figura 1.3** Adaptación de rampa trasera

**Fuente:** (futuroautos,2020)

Uno de los medios de transporte que se ha diseñado para personas con discapacidad está diseñada en una motocicleta modificada en donde cuenta con una rampa en la parte trasera donde puede ingresar hacia el medio de transporte, y posteriormente una vez fijada la silla y removido el mecanismo de rampa, se activa una estructura de protección que genera una rígida postura en la cabina el cual fija la silla con el chasis de la motocicleta.

Los mecanismos de accionamiento como la palanca de cambios y frenos son manuales, así como el mecanismo de trinquete una vez este llega a su lugar deseado activa una vez más la rampa y con movimientos muy sencillo pueda realizarlo el descenso de la motocicleta.



**Figura 1.4** Motocicleta modificada

**Fuente:** (mundo práctico 2019)

## 1.9 NORMAS PARA LLEVAR A NIÑOS EN REMOLQUES

Al momento que nos disponemos a llevar a una persona en un remolque debemos tomar en cuenta varios parámetros de seguridad tanto para el ocupante como para la persona que lo transporta.

En el Ecuador aún no hay existe una ley en donde prohíba o apruebe el transporte de niños en remolques adaptados, pero se ha tomado bases y normas de otros países para la utilización de estos remolques.

- Las bicicletas de carga o triciclos de carga deben venir con un dispositivo de seguridad con sus respectivos cinturones de seguridad, además ir dentro de una estructura rígida que le dará más confianza y seguridad.
- Una de la norma que establecen es que los ciclomotores podrán arrastrar remolques o semirremolques siempre y cuando esto no sobrepase el 50% de la masa en vacío. Esto quiere decir que el número de ocupantes no debe exceder en más de la mitad de espacio que tenga el remolque ni tampoco exceder en su peso.
- Las condiciones para el uso del remolque para niños establecen también que la circulación será solo en el día y en condiciones que sean favorables para la visibilidad del conductor, y si en un caso se lo hará en la noche este debe llevar todas sus señaléticas como son cintas reflectivas, luces y una bandera visible donde se pueda apreciar a una distancia prudente la existencia de este remolque.
- La velocidad que se aplique con el uso del remolque no debe exceder los 40km/h ya que al llevar un remolque para personas este puede llegar a tener algún percance durante su trayecto.
- Las personas podrán llevar en sus bicicletas remolques homologados para llevar a niños solo lo harán personas adultas y que estén bajo su responsabilidad en caso de algún accidente, bajo ninguna instancia podrá llevar un menor de edad.
- Toda persona tanto el conductor como el ocupante del remolque deberán llevar obligatoriamente cascos de seguridad, para prevalecer su seguridad.

- El remolque debe cumplir con varios factores para su utilización, que sea resistente al peso del ocupante, que tenga una estructura rígida para en caso de un accidente este le proteja, a su vez debe cumplir con una suspensión cómoda y ergonómica.
- En lo que se refiere al uso de cinturones de seguridad deben ser homologados y que sean a la medida del niño para que no tenga molestias en su trayecto y no sea incomodo llevarlo, además tendrá una sujeción en todos los puntos críticos tales como hombros, piernas y estómago.



**Figura 1.5** Bicicleta con remolque

**Fuente:** (seguridad infantil 2020)

## **1.10 REMOLQUE**

Un remolque es un vehículo no motorizado que es arrastrado por medio de un automotor que está constituido por medio de ruedas, chasis y una carrocería acorde a sus necesidades.

### **1.10.1 ESTRUCTURA DE CARGA O CHASIS.**

Esta estructura depende mucho sobre la geometría, peso y la persona que se va a transportar, además las dimensiones sobre el ancho, alto y largo que deben estar cumplidas por la ley de tránsito, para poder circular libremente por las vías, se debe tomar en cuenta algunos factores como la forma, materiales, estética, funcionalidad deben ir acorde con el remolque y su capacidad, que en este caso será un remolque monoplaza para una persona.

Una característica muy importante que debemos tener en cuenta al momento de construir un remolque es donde van a ir centradas las ruedas ya que de eso depende su dinámica y soporte de la carga que vaya a recibir.

Un chasis está generalmente diseñado por la unión de tubos que estos pueden ser de distinto material, o solo doblados y fijados con suelda en un solo punto.

### **1.10.2 IMPORTANCIA DEL USO DE REMOLQUES EN LOS NIÑOS CON DISCAPACIDAD.**

Está comprobado científicamente el uso de medios de transportes como bicicletas y remolques para niños, para mejorar la autoestima de un niño que sufra de una discapacidad motriz.

Los niños que sufran de este tipo de discapacidad deben vivir en su entorno lo más normal posible. Científicos recomiendan que viajen en autobuses, metros y todo tipo de transporte, que se relacionen con niños y jueguen entre ellos, esto ayudará a la estimulación para interactuar de la misma forma que lo hacen los demás niños.

## **1.11 PROPULSIÓN**

Podemos definir como propulsión a “la acción que se le da a un artefacto físico para dar movimiento por medio de una fuerza que imparta el movimiento” (Herrera, 2016). lo cual esto se lo realiza mediante distintos tipos de fuerzas.

### **1.11.1 PROPULSIÓN ELÉCTRICA**

Es la fuerza que producen las baterías que son las encargadas de dar la potencia a un motor que es el encargado de transmitir la fuerza hacia las ruedas y que es controlado en todo su tiempo su velocidad por un controlador de velocidad.

En un sistema de propulsión eléctrico se puede dividir en dos partes una eléctrica y una mecánica; en lo que se refiere a la parte eléctrica está conformada por un motor un convertidor de potencia y un controlador electrónico, y en lo que respecta a la parte mecánica esto conlleva al sistema de transmisión y las ruedas.

El límite que une entre lo mecánico y lo eléctrico en este sistema, está dado por el núcleo del motor ya que este es el encargado de transferir la potencia necesaria hacia las ruedas de un automotor. Es por eso que el uso de la electrónica y la

energía eléctrica están tomando un rol muy importante en la industria de los medios de transportes eléctricos.

## 1.12 MOTORES ELÉCTRICOS

Un motor eléctrico es el encargado de transformar la energía eléctrica en energía mecánica que es absorbida por medio de sus bornes negativo y positivo.

Hoy en día los motores eléctricos están constituyéndose más en la industria automotriz como una alternativa muy confiable y sustentable libre de emisiones contaminantes, que en un futuro podría sustituir a los motores de combustión que son uno de los mayores contaminantes del medio ambiente.

Un motor eléctrico básicamente funciona gracias al magnetismo que existen entre sus componentes como son el rotor conjuntamente con el estator y demás componentes produciendo un campo magnético que es transmitido hasta el rotor.

Los primeros motores eléctricos poseían unas celdas o colectores de delgas que eran unos anillos que con el contacto con los carbones producían movimiento. Una de las desventajas de estos sistemas pasaba en constante contacto disminuían el rendimiento del motor, produciendo calor y ruidos excesivos, y al mismo tiempo desgaste de los carbones que producían partículas de carbón que desgastaban el motor y las partículas que este producía llenaba de carbón todo el interior del motor haciendo que estas sean inclusive conductoras de corriente haciendo que tengan un constante mantenimiento, además funcionaban con corriente alterna.

Estos motores tenían la particularidad de ser muy pesados y robustos; En cambio hoy en día gracias a los avances de la tecnología y la electrónica ya se fabrican motores mucho más eficientes, de menor peso y poco mantenimiento debido a sus controladores electrónicos ya que vienen en su mayoría sellados con mucha más durabilidad y resistencia que los “brushed” motor con escobillas.

**Tabla 1.1** Comparación de motor con y sin escobilla

Características	Motor BLDC	Motor con escobilla
Conmutación	Conmutación electrónica basada en sensores Hall	Conmutación por escobilla
Mantenimiento	Mínimo	Periódico
Durabilidad	Mayor	Menor

Curva velocidad/par	Plana. Operación a todas las velocidades con la carga definida	Moderada. A altas velocidades la fricción de las escobillas se incrementa, reduciendo el par.
Eficiencia	Alta. Sin caída de tensiones por las escobillas	Moderada.
Potencia de salida/ tamaño	Alta. Menor tamaño debido a mejores características térmicas porque los bobinados están en el estator, que al estar en la carcasa tienen una mejor disipación de calor	Baja. El calor producido en la armadura es disipado en el interior aumentando la temperatura y limitando las características.
Inercia del rotor	Baja. Debido a los imanes permanentes en el rotor.	Alta. Limita las características dinámicas.
Rango de velocidad	Alto. Sin limitaciones mecánicas impuestas por escobillas/conmutador	Bajo. El límite las impone principalmente las escobillas.
Ruido eléctrico generado	Bajo	Bajo.
Coste de construcción	Alto. Debido a los imanes permanentes	Simple y barato.
Control	Complejo y caro.	No se requiere control si no se requiere una variación de velocidad.

Fuente:(Saigua, 2013 pag.23)

### 1.12.1 MOTORES BRUSHLESS

En los últimos años el incremento de los sistemas de motores sin escobillas ha aumentado en la industria. “El advenimiento y el uso creciente de motores stepper, motores de reluctancia variable y dispositivos Brushless, se dirigieron a las aplicaciones particulares y en algunos casos se solaparon áreas de aplicación. Encontrar un conjunto actuador - controlador para una aplicación particular no sólo depende de la velocidad y de los requisitos del torque, sino también de la performance, respuesta, normalización, compatibilidad y obviamente: costo” (Eduardo Alcaide, 2015).

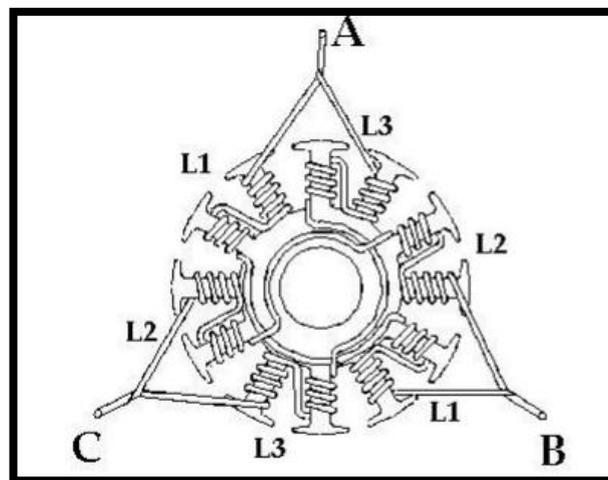
Los motores actuales están apuntando a todos estos factores para que tengan una mejor autonomía y un mejor rendimiento y a su vez tengan un mantenimiento mínimo y por supuesto abaratar costos de construcción.



**Figura 1.6** Motor Brushless

Fuente: (El autor)

Estos motores constan con tres bobinas que son L1, L2, L3 que van conectados entres si, dependiendo del motor van conectados en triangulo o estrella que terminan en tres conexiones, los cuales salen tres cables A, B, C que son conectados entre cada bobinado y los mismos que van hacia un variador de potencia



**Figura 1.7** Bobinado en triángulo

Fuente: (Bueno,2013, pág. 6)

Cada una de estas bobinas a su vez pueden estar conectadas en paralelo dependiendo tipo y números de polos que van instaladas en el interior del motor en

cada una de las ranuras unas frente a otra, con una posición de desfase de 120 grados.

Este tipo de motores al no poseer escobillas la corriente pasa directamente por cada uno de los bobinados del estator, por tal motivo no necesita de carbones ni colector que se utilizan en los motores asincrónicos.

En consecuencia, al no poseer ni escobillas ni colector. la corriente eléctrica genera un campo electromagnético que, intercambia con el campo magnético desde los imanes permanentes del rotor, permitiendo que aparezca una fuerza que hace girar al rotor y por ende al eje del motor.

Al no poseer ya escobillas ni tampoco delgas, el encargado de ver su posición y giro será el variador electrónico que es el encargado de varia la velocidad del motor y básicamente saber en qué posición se encuentra siempre el rotor para que de esta manera saber cuánta corriente este debe entregar para que se produzca el movimiento.

Uno de los puntos que se debe tomar en cuenta en un motor de estas características es al momento de analizar el factor kv (kilovoltios), este aparece junto al número de vueltas de bobinado de motor que es el que nos indica cuantas revoluciones da el motor por cada voltio que se le aplique al bobinado. Es por eso que debemos tomar en cuenta para que uso lo vamos a dar “A mayores valores para el kv, mayores valores de velocidad, pero menores valores de par y viceversa” (Bueno, 2013). De esta manera debemos considerar si lo necesitamos para dar torque al motor o velocidad.

#### **1.12.1.1 MOTORES BRUSHLESS SENSORED**

Este tipo de motores tienen en el módulo de control un sensor que es el encargado de enviar señales de posición al rotor que va hacia el variador en todo momento. La señal que envía este sensor es con la finalidad que el variador regule la corriente que tiene el bobinado de acuerdo a la información que envían los sensores, de tal manera que el variador recibe toda información de carga idónea que puede soportar el motor.

Estos motores cuentan con unos cables adicionales que son los encargados a su vez de mandar señales de posición del motor y la velocidad, utilizan tres sensores

con efecto Hall los cuales también permiten medir otra serie de parámetros como son la temperatura del motor.



**Figura 1.8** Sensores hall

Fuente: (El autor)

#### **1.12.1.2 MOTORES SENSORLESS**

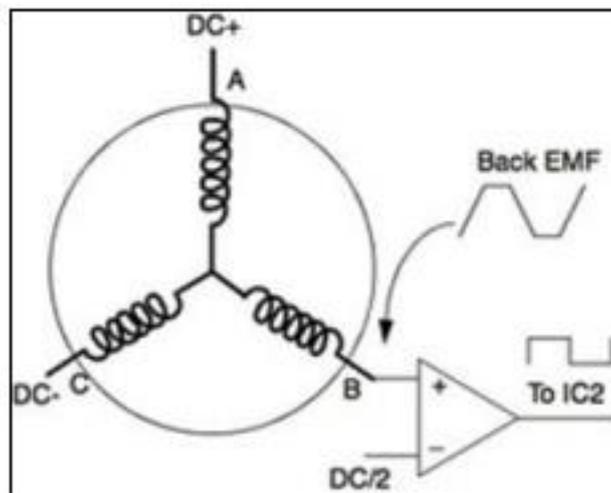
En este tipo de motores no cuentan con ninguna clase de sensores, en este caso es el variador que está conectado en el motor es el encargado de monitorear los pulsos que se envían a cada bobina de esta manera monitoriza la secuencia y variación de tensión de envío.

Una de las grandes desventajas de este motor es que al no poseer un sensor su análisis de tensiones de variador es con menor exactitud. La manera que lo hace para realizar los análisis lo realiza mediante “feelback” que es una fuerza electromotriz que lo hace cuando el motor gira que actúa como un generador, esto hace que genere una resistencia electromotriz lo cual significa que la resistencia que genera es igual a la energía que produce llamado también frecuencia “back

EMF". Es por eso que los fabricantes especifican parámetros conocidos como constante de fuerza electromotrices para velocidades determinadas.

Cuando estos motores están en funcionamiento con una velocidad nominal, esta diferencia de potencia entre las distintas fuerzas electromotrices y los voltajes que entran al bobinado hace que el motor disminuya la corriente nominal y proporcione el par de torsión nominal.

Cuando se incrementa una velocidad al motor mayor a la velocidad nominal, hace que la fuerza contraelectromotriz aumente sustancialmente, lo que hace una disminución de potencia entre los distintos bobinados que al mismo tiempo reduce la corriente y disminuya el par de torsión. Por ende, a mayor incremento de velocidad aumenta la fuerza electromotriz lo que hace que iguale los voltajes de suministro, provocando que el par de torsión y la corriente se vuelvan a cero.



**Figura 1.9** Fuerza electromotriz en motor Brushless

Fuente: (Bueno, 2013, pag.5)

### 1.13 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN Y SEÑALÉTICAS

Dentro de lo que se refiere a los distintos sistemas de alimentación en una bicicleta eléctrica está compuesta por un acumulador de energía o batería que es el principal componente para brindar corriente al motor eléctrico el cual transforma la energía eléctrica de la batería en energía mecánica a través de los neumáticos.

Además de brindar la energía para mover el motor eléctrico, brinda también corriente eléctrica a los diferentes sistemas de iluminación y señaléticas como son el claxo, direccionales y stop.

### 1.13.1 ACUMULADOR DE ENERGÍA (BATERÍA)

Una batería es la encargada de almacenar energía electroquímica que está construida básicamente por una o varias celdas electroquímicas que luego será transformada en energía eléctrica, cada una de estas celdas cuenta con un electrodo positivo o también llamado ánodo, y un electrodo negativo que es llamado cátodo, y un sin número de electrolitos que son los encargados que se muevan los iones por medio de los electrodos para completar un circuito, estas disoluciones se conectan mediante cationes y aniones que son conocidos como puentes de salinos.

Hoy en día el sistema de almacenamiento eléctrico en la industria automotriz está potencializando a pasos agigantados con la nueva era de los vehículos híbridos y eléctricos, pero no solo se está aplicando en autos sino que también se lo está implementando en bicicletas, sillas de ruedas y otros artefactos móviles, es por eso que cada día se fabrican o mejoran baterías con mayor autonomía no solo para dar un arranque al vehículo sino para que sean la fuente de energía para impulsarlo, y de esa manera contribuir a reducir las contaminaciones ambientales de CO.

En una batería tiene que tener tres características fundamentales para que se defina como un acumulador de energía.

La **cantidad de energía que puede ser almacenado en su interior** esta cantidad se lo mide en Watios- hora (Wh), en donde se calcula multiplicando su voltaje nominal (v), por la corriente máxima amperios-hora (Ah)

$$Wh = v \text{ nominal} \times A \quad [1: 1]$$

La **máxima corriente que esta pueda entregar** está basada en el tiempo de descarga que tendría la batería de pasar de un 100% a 20% que es lo que la batería utiliza de corriente para entregar, esta corriente eléctrica está dada en Amperios hora (Ah), la cantidad de corriente que puede entregar está marcada en cada batería ya que cada fabricante somete a sus baterías a una prueba de descarga con corriente constante.

La profundidad de descarga que esto vendría a darse en un valor porcentual que sería la cantidad de energía que podemos extraer de la batería esto se calcula midiendo los Wh, después en función de la energía entregada determinar el porcentaje de descarga, por ejemplo.

Si una batería es de 200Ah y 24v:

$$200Ah \times 24v = 4800 Wh \quad [1:2]$$

Si se han consumido un estimado de 4800 Wh, deduciremos que la profundidad de descarga es del 50% de su carga.

### 1.13.2 BATERIAS DE LITIO

El litio al ser el metal con menor potencial de reducción químico (-3.5v) es el elemento químico que más electrones tiene para regalar a comparación de otros elementos.

Tanto como las propiedades de este componente como: la ligereza de sus componentes, su gran capacidad energética y una gran resistencia a la descarga que a su vez tiene un poco efecto de memoria (largas cantidades de carga), estas baterías cuentan con 2 o 3 celdas de almacenamiento de energía hacen que esta batería sea la más utilizada en la época actual, ya sea para generar energía a aparatos móviles, así como también a motores eléctricos de grandes exigencias.

Cada una de las celdas que están compuesta tienen un voltaje nominal de 3,5v lo que hace que tenga una mayor estanquidad de energía acumulada.

Debido a la demanda de grandes bancos de baterías de litio existen dos tipos de baterías de litio. Las normalmente llamadas de litio y las BMS este es un sistema de gestión de baterías que son los encargados de realizar una correcta carga y descarga de las baterías sin alterar las propiedades de sus celdas, por motivos de sobrecarga y descarga excesiva, estos módulos son los encargados de llevar la carga y tensión exacta a cada una de sus celdas ya sea en modo de carga o descarga.

### 1.13.2.1 VENTAJAS

Tiene una elevada densidad de almacenamiento de energía mayor carga de almacenamiento por unidad de volumen y peso, además su peso es considerablemente menor a las baterías comunes como son las de plomo.

Tiene una descarga lineal que quiere decir que su descarga no es variable, en donde la tensión varía mucho si hablamos que en cada celda la tensión es de 3.6v, la tensión máxima llegará a los 4.3v, mientras que a tensión mínima llegará máximo hasta los 2,4v de esta manera evitara que haya descarga profundas y así evitará que la vida útil disminuya.

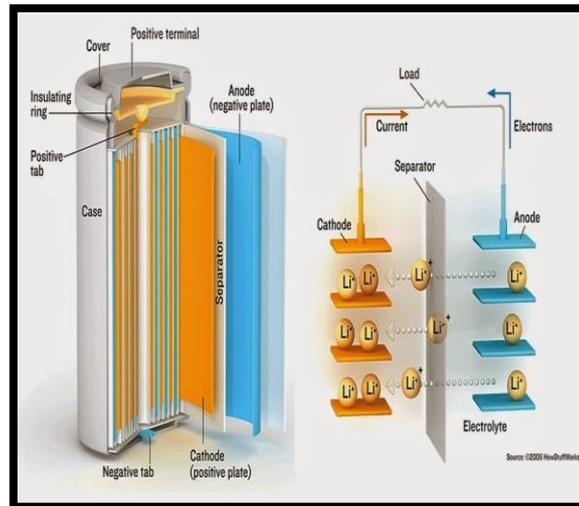
A poseer una gran capacidad de almacenamiento esta tiene una alta tensión por célula que, con su carga de 3,6v equivale a tres baterías de Ni-mh o Ni-cd que estas generan 1.2 v cada una.

Tiene baja tasa de auto descarga cuando se deja de utilizar por un tiempo prolongado a comparación de otras baterías que su proceso de descarga varia más o menos en un 20% al mes, esta batería tiene un proceso de auto descarga mínimo ya que es de tan solo el 6% de su carga por mes aproximadamente.

### 1.13.2.2 DESVENTAJAS

Estas baterías, así como tiene grandes ventajas también debemos tomar en cuenta factores negativos.

- Dependiendo de la cantidad de cargas que este tenga, tiene una vida útil de 3 años si se almacenó con un 45% de su carga útil.
- Debemos tomar en cuenta que si una batería se guarda sin carga por un largo tiempo la sulfatación dañaría en poco tiempo su vida útil, como es el caso de las baterías de zinc-carbono que se desgastan por completo.
- Tienen ciclos útiles de entre 500 a 1000 cargas funcionales a un 100%, a partir de ahí se podría considerar como batería en proceso de consumibles que quiere decir que sus ciclos de carga van desvaneciéndose más pronto.
- Otro punto en contra que juega este tipo de baterías es, al ser fabricadas con elementos inflamables, tienden a ser propensos a incendios o detonaciones, es por eso que se debe tener siempre un sistema de control total de la temperatura de la batería.



**Figura 1.10** Batería de ion-litio

**Fuente:** (Fornillo, 2015, pag.6)

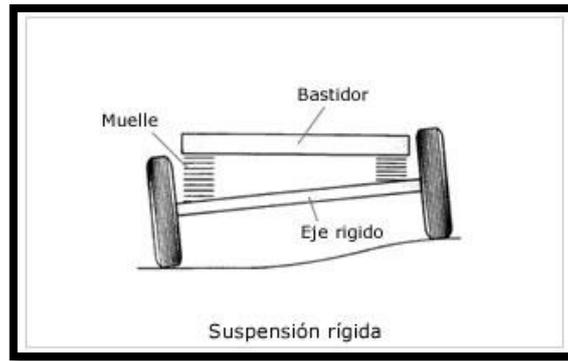
## 1.14 SISTEMA DE SUSPENSIÓN

El sistema de suspensión de un remolque tiene la finalidad de absorber todas las irregularidades que se pueden presentar en el terreno, que al mismo tiempo mantienen a las ruedas en contacto con el piso y es la encargada de proveer confort dentro del remolque, así como también evita que exista un desgaste en la estructura del habitáculo.

Existen varios tipos de suspensión, pero tomaremos solo tres que son: suspensión independiente, semindependiente y dependiente.

### 1.14.1 SUSPENSIÓN DEPENDIENTE

Este tipo de suspensión está fijado a un eje trasero que conectan las dos ruedas, este sistema no proporciona mucha suavidad, pero el diseño es de bajo costo.

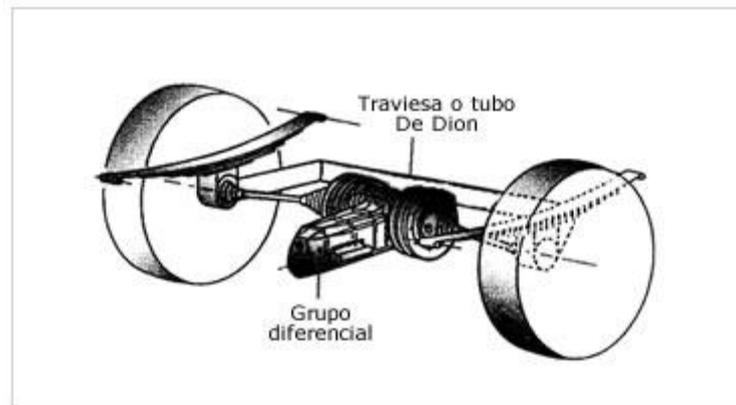


**Figura 1.11** Suspensión dependiente

Fuente:(José Luis R. 2021)

### 1.14.2 SUSPENSIÓN SEMIDPENDIENTE

Esta suspensión tiene una similitud a la suspensión dependiente, la diferencia está en las ruedas que están unidas entre sí por un eje en donde este absorbe las oscilaciones mediante una barra estabilizadora que está sujeta a un chasis. Esta barra también es conocida como eje “de Dión”

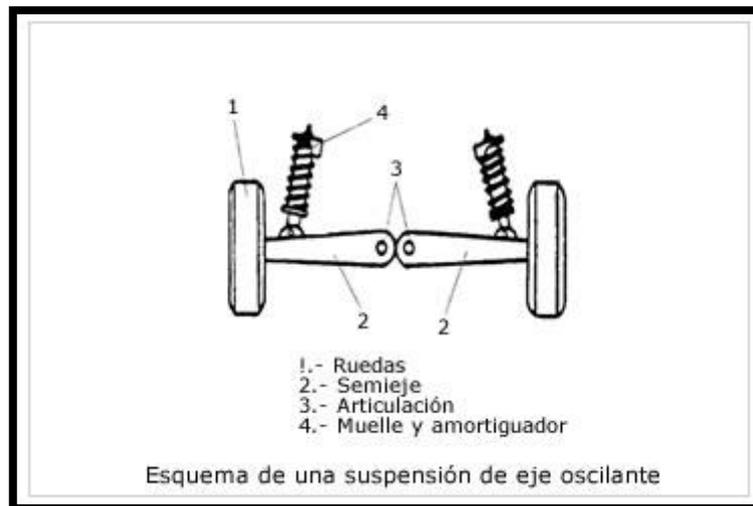


**Figura 1.12** Suspensión semidependiente

Fuente:(José Luis R. 2021)

### 1.14.3 SUSPENSIÓN INDEPENDIENTE

Este tipo de suspensión es la más utilizada ya que cuenta con un sistema de control independiente en cada rueda, una de las ventajas que tiene este tipo de suspensión es que tiene menor peso suspendido que las anteriores por lo que la absorción de las irregularidades del camino es mucho más menor.



**Figura 1.13** Suspensión independiente

Fuente:(José Luis R. 2021)

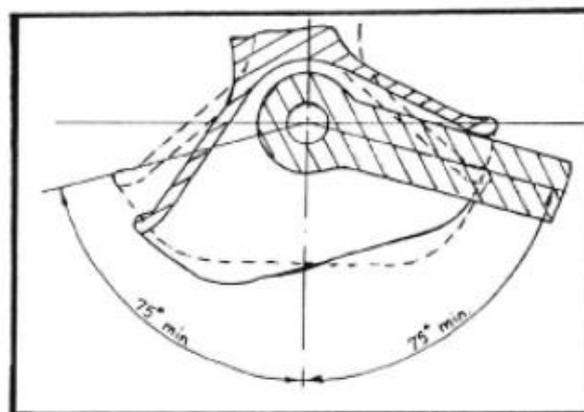
#### 1.14.4 SISTEMA DE ENGANCHE

El sistema de enganche en un remolque es la parte más importante para que exista una fusión remolque y bicicleta. En este sistema hay que tomar en cuenta las cargas, fuerzas estáticas y dinámicas que generara el remolque.

Para el diseño de enganche debemos considerar varios factores como son:

#### 1.14.5 ÁNGULO DE ROTACIÓN.

“Ángulo de giro alrededor del eje vertical que pasa por el centro de la muela, medido hacia ambos lados del plano longitudinal de simetría del vehículo. Su valor máximo no debe ser inferior a  $1,309$  (rad) ( $=75^\circ$ ). (rad) =  $57,296^\circ$ ” (ACHS, 2015).

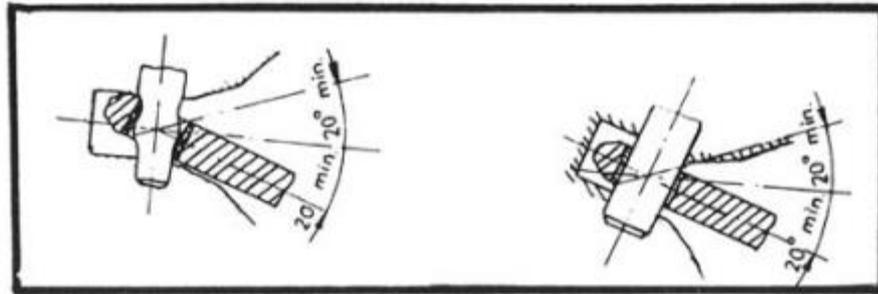


**Figura 1.13** Angulo de rotación

Fuente: (Achs,2015, pag53)

### 1.14.6 ÁNGULO DE INCLINACIÓN

“Angulo de giro alrededor del eje horizontal que pasa por el centro de la muela, medido a ambos lados del plano horizontal que contiene dicho centro. Su valor máximo no debe ser inferior a 0,349 (rad) (20°)” (ACHS, 2015).

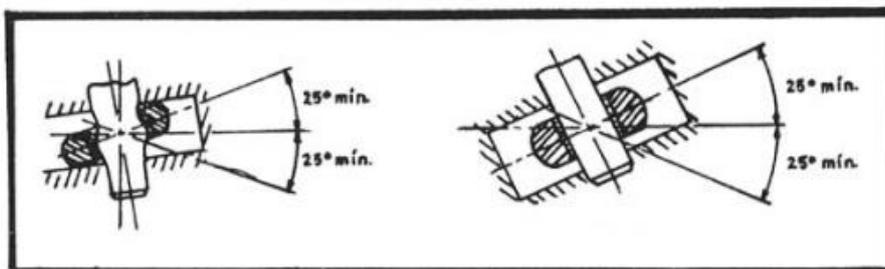


**Figura 1.14** Angulo de inclinación

Fuente: (Achs,2015, pag54)

### 1.14.7 ÁNGULO DE BALANCEO

“Angulo de giro alrededor del eje horizontal que pasa por el centro de la muela, medido a ambos lados del plano horizontal que contiene dicho centro. Su valor máximo no debe ser inferior que 0,436 (rad) (25°)” (ACHS, 2015).



**Figura 1.15** Angulo de balanceo

Fuente: (Achs,2015, pag54)

## 1.15 ERGONOMÍA Y SEGURIDAD PASIVA

La ergonomía es el factor que analiza la interacción entre el hombre y otros sistemas con el único objetivo de brindar un bienestar entre estas dos partes, la ergonomía es la encargada que funcionen en armonía hombre con máquina, así

como evitar lesiones o enfermedades que pueda causar por la manipulación de dichos artefactos.

La ergonomía dentro de un medio de transporte es la encargada de acoplar todo los factores que impidan una mala postura o fatiga al momento de manipularlos los sistemas mecanizados, en este caso se encarga de ver las alturas de los asientos con respecto a los pies y al suelo, donde tengan una inclinación según su necesidad y adaptación, el ruido que pueda ocasionar dicha máquina, que los sistemas de seguridad que sean lo más cómodos posibles para que no afecten en su labor, entre otros factores.

Dentro de la ergonomía de un remolque para transportar personas esta la adaptación de sistemas de suspensión ante cualquier tipo de suelo en el que se encuentren transitando, en donde este sistema absorba todas las irregularidades del terreno.

Tanto la ergonomía como la seguridad dentro de un medio de transporte son muy importantes ya que de esto depende un viaje seguro y placentero.

### **1.15.1 SISTEMAS DE SEGURIDAD**

El sistema de seguridad en un medio de transporte es lo más importante al momento de transitar por las calles ya que este es el encargado de prevenir muchos accidentes que suscitan en la vida diaria. Dentro de los sistemas de seguridad para remolques tenemos los siguientes:

#### **1.15.1.1 CINTURÓN DE SEGURIDAD**

El cinturón de seguridad es la parte más importante en lo que respecta a una seguridad pasiva ya que es el encargado de frenar su cuerpo en caso de un impacto, el cinturón de seguridad en sí no es el encargado de hacer que la persona no se mueva de su asiento en caso de un accidente, al mismo tiempo es el encargado de amortiguar su desaceleración al momento del impacto. Existen varios tipos de arnés de seguridad que mencionaremos a continuación.

Dentro de los más conocidos existen cuatro tipos de cinturones de seguridad de acuerdo a su utilidad y eficiencia varían de manera considerable.

Los torácicos son de dos puntos son muy poco recomendables ya que estos al momento de sufrir un impacto pueden ocasionar lesiones de tórax, a esto se le conoce como síndrome del cinturón de seguridad.

Los de abdomen que son similares a los torácicos son pocos fiables debido a que producen lesiones a nivel del abdomen y tienen una seguridad poco probable.

Los de arnés y los mixtos de tres puntos que son utilizados en la actualidad ya que brindan mayor seguridad.

Estos cinturones son una mezcla de torácicos y abdominales estos sistemas sostienen el tórax y abdomen evitando el peligro de deslizamiento del cuerpo hacia adelante, están sujetos por tres puntos fijos, el primer punto va fijado en la carrocería del vehículo que atraviesa por la mitad del tórax en forma inclinada hasta el siguiente punto que va fijado a un costado del asiento y que de igual manera va fijado al siguiente costado del asiento, haciendo que sujete toda la parte abdominal y torácica del cuerpo.

Existen otro tipo de arnés hecho para niños en donde son fijados en cada costado del asiento, el primer punto de sujeción se encuentra localizado en la parte trasera del asiento estos se deslizan por encima de los hombros del niño hasta la cintura, mientras que el siguiente punto de sujeción parte desde la parte inferior del asiento pasando por medio de las piernas y se juntan en el centro del estómago.



**Figura 1.16** Cinturón de seguridad tipo arnés

**Fuente:** (mercado libre)

## **CAPÍTULO II**

### **2.1 MATERIALES Y MÉTODOS**

En este capítulo se explicó los procedimientos y cálculos que se realizó para la obtención de la bicicleta ecológica como del remolque.

#### **2.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MEDIO DE TRANSPORTE**

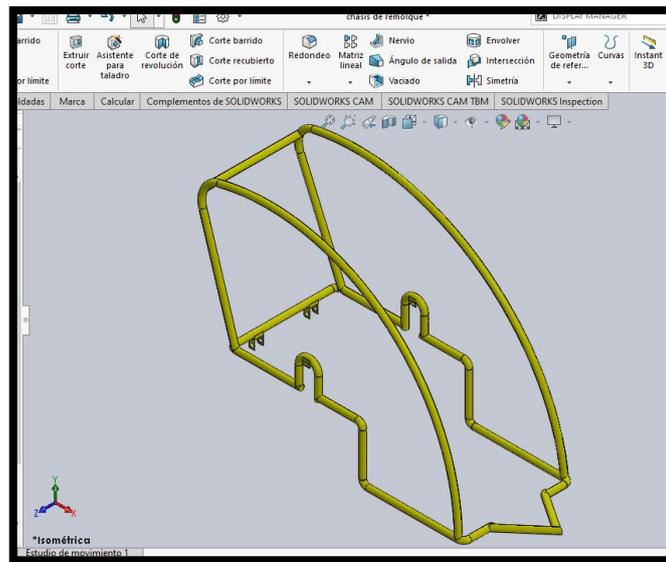
Para la construcción de medio de transporte se explicó los diferentes procesos que se realizó para llegar a la construcción tanto de la bicicleta ecológica como del remolque, para lo cual se realizó una matriz de decisiones para elegir los materiales que mejor se adapten a la construcción de los antes mencionados tanto en durabilidad, como eficiencia

#### **2.1.2 DISEÑO DE REMOLQUE**

Para la realización del diseño del remolque se utilizó un programa de diseño gráfico “SOLIDWORKS” en donde se estructuró el su chasis la estructura, diseño de suspensión, sistema de enganche, como también se realizó las distintas simulaciones de torsión, flexibilidad y resistencia a las diferentes fuerzas que el remolque estará sometido una vez realizado su construcción.

No realizó un diseño de sistema de suspensión lo más ergonómico posible para que absorbe los desniveles que se presente en el terreno, ya que fué de mucha aportación para que el ocupante tenga un viaje placentero y no afecta a su discapacidad.

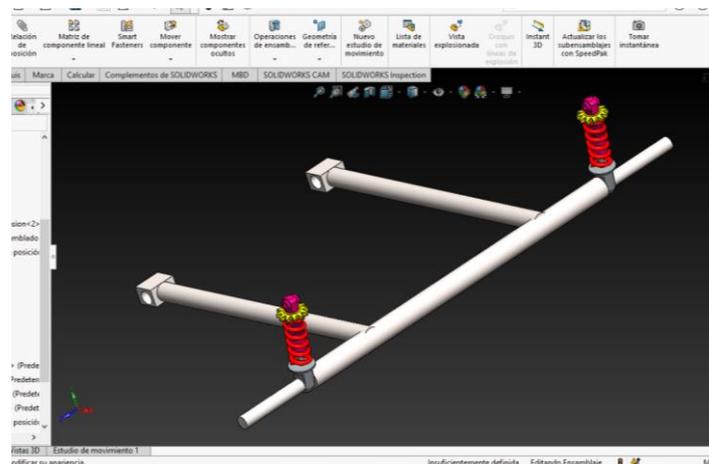
Una vez realizado todos esos parámetros antes mencionados se procedió a realizar el diseño en el programa, se realizó el diseño del chasis donde reposarían todos sus pesos como el asiento, la base del piso, las bases para la estructura de la carpa y enganches para el sistema de suspensión.



**Figura 2.1** Diseño de chasis

Fuente: (El autor)

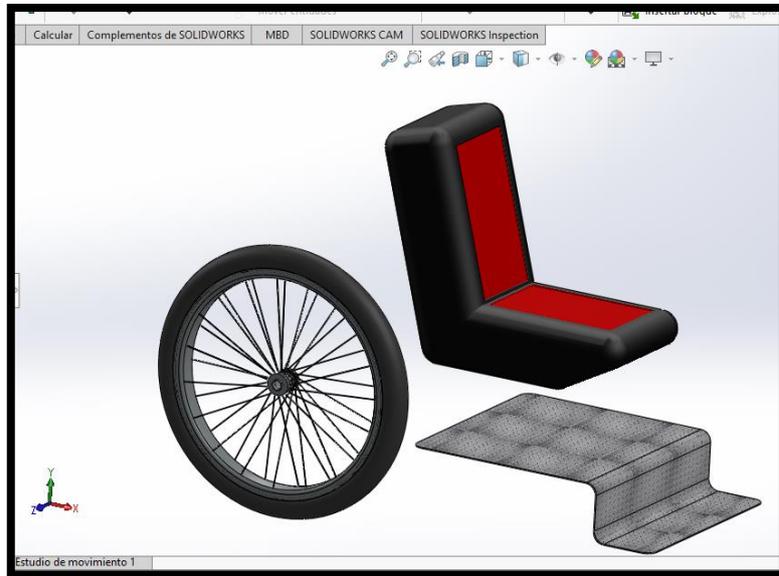
Una vez realizado el chasis se continuó con el diseño del sistema de suspensión en donde básicamente se formó de un eje principal con dos articulaciones que fueron enganchadas a un extremo del chasis, y en sus terminales dos bujes en donde reposarían los amortiguadores que serían los encargados de absorber las irregularidades del terreno.



**Figura 2.2** Suspensión y amortiguadores

Fuente: (el autor)

Posterior a esto, se realizó el diseño y ensamble de las piezas secundarias tales como las llantas, el piso antideslizante y el asiento del niño, se tomó en cuenta para el diseño de la rueda del remolque una llanta de bicicleta de 20 pulgadas de diámetro.



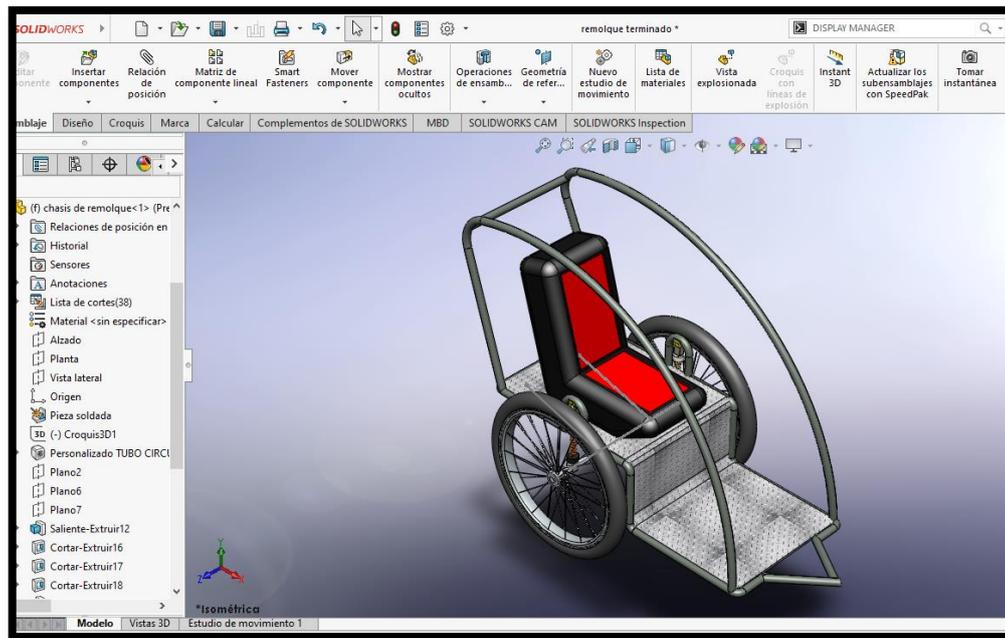
**Figura 2.3** Rueda, asiento y piso de remolque

**Fuente:** (el autor)

El diseño del remolque se realizó lo más sencillo y cómodo posible, conseguir su centro de gravedades y fuerza para que al momento de trasladarse el niño no sufra los efectos de desbalance.

Se tomó en cuenta varios parámetros como la estatura del niño para que el habitáculo sea lo más confortable. La manera más cómoda como ingresaría hacia el remolque, la altura necesaria del piso del remolque hacia el suelo para que no hubiese ningún tipo de rozamiento ya que la bicicleta conjuntamente con el remolque se desplazaría por caminos de hasta segundo orden. Además, se consideró la distancia que tendrá desde el sistema de enganche hasta los apoyapies, que esta distancia sea la correcta para evitar posibles accidentes en caso de un percance como introducir el pie inconscientemente en el enganche.

Una vez realizado todas las piezas por separado se ensambló cada una de ellas en donde se obtuvo como resultado final la siguiente figura.



**Figura 2.4** Remolque

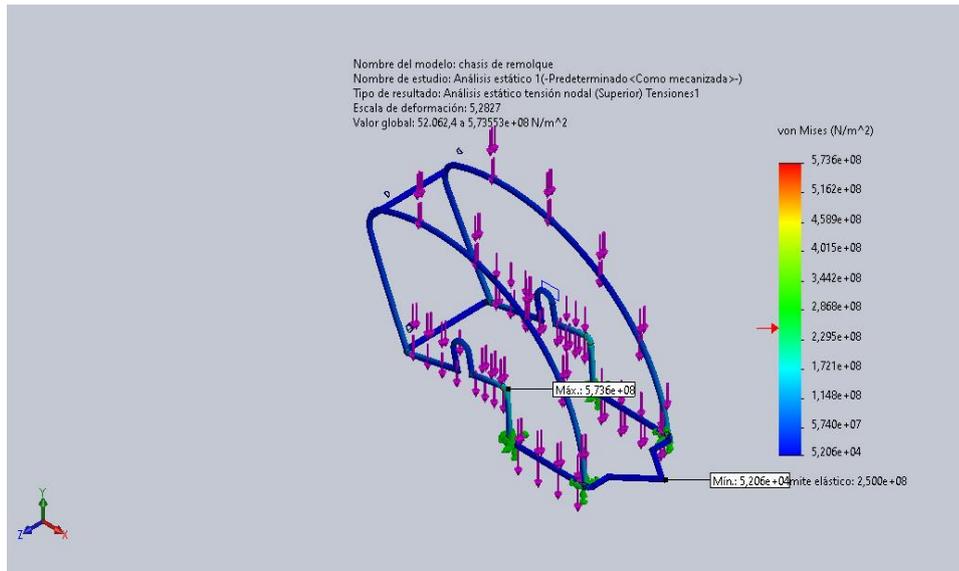
Fuente: (el autor)

Para la verificación de que si el diseño fue fiable o no se verificó la simulación de análisis estáticos que el remolque podría soportar, donde se aplicó una fuerza de 200 libras y los resultados fueron los siguientes como se pueden ver en la tabla 2.1.

**Tabla 2.1** Tensiones Von Mises

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de Von Mises	5,206e+04N/m <sup>2</sup> Nodo: 27245	5,736e+08N/m <sup>2</sup> Nodo: 31449
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultants	0,00e+00mm Nodo: 1927	3,90e+01mm Nodo: 17608

Fuente: (SolidWorks)



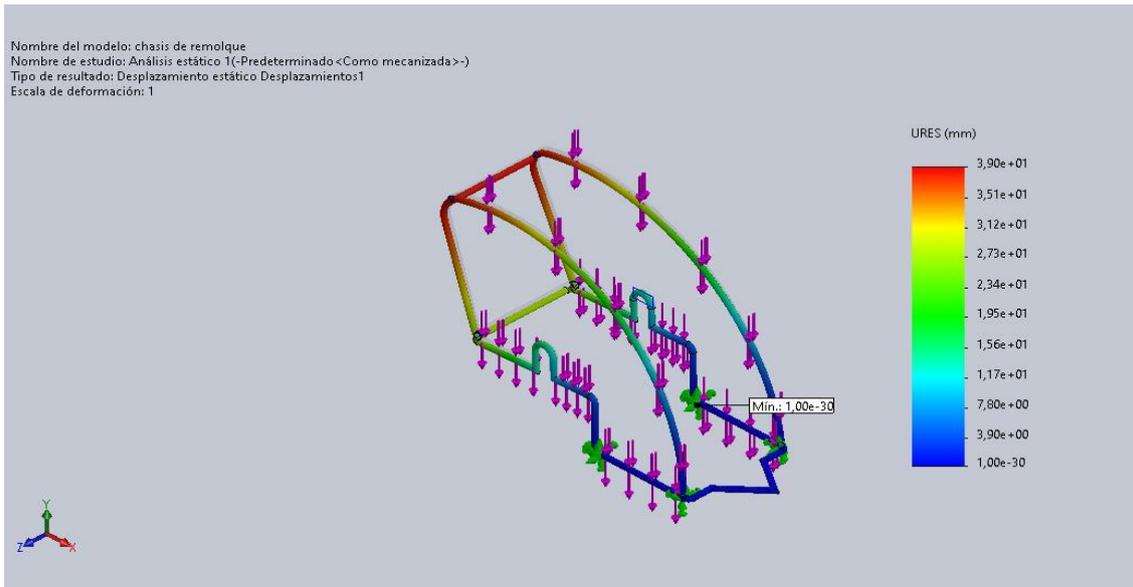
**Figura 2.5** Tensión Von Misses

**Fuente:** (solidworks)

Las tensiones de Von Mises se encontró una tensión mínima de  $5,206e+04\text{N/m}^2$  y una máxima de tensión de  $5,736e+08\text{N/m}^2$  en una media de 27245 nodos a 31449 nodos de máxima tensión.

Una vez realizado las medidas de tensiones se procedió al proceso de deformación que estuvo sometido el diseño, donde se obtuvo resultados positivos ya que en los nodos críticos donde se localiza el mayor peso y mayores fatigas como para que pudiera provocar la rotura o deformidad del tubo se dio los resultados siguientes:

Aplicando una fuerza superior de  $5.2827\text{ N/m}^2$  la deformidad en la zona roja es mínima llegando a una máxima deformación de  $3,9\text{mm}$  en los nodos de soldadura.

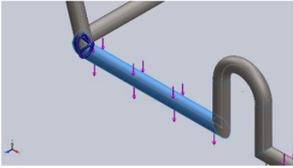
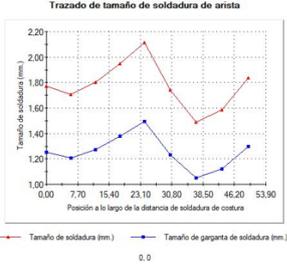


**Figura 2.6** Deformación de chasis

Fuente: (SolidWorks)

Por último, se analizó los procesos de soldadura en donde se determina todo lo relacionado a los nodos que van unidos entre si mediante la suelda para lo cual se obtuvo los siguientes valores.

**Tabla 2.2** Referencia de soldadura

Referencia de modelo	Detalles del conector	Gráfico de tamaño de soldadura de arista
 <p>Conector de soldar por aristas-1</p>	<p>Tipo: Redondo, de doble lado                      Estándar: Estándar norteamericano                      Factor de seguridad: 3                      Electrodo: E60                      Fuerza de soldadura: 2.73032e+08N/m<sup>2</sup>                      Tamaño de soldadura: 11mm                      Terminando pieza: Superficie-Equidistancia6[1]                      Pieza con relación de posición: Superficie-Equidistancia6[27]</p>	

Fuente: (solidworks)

Según los datos arrojados por el programa en cada uno de los nodos de debe aplicar una soldadura con electrodo e60 de redondeo de doble lado, con una fuerza de soldadura de 2.73032e+08N/m con un tamaño de soldadura de 11 mm.

**Tabla 2.3** Valores min/máx. de soldadura

Tipo	Mín.	Máx.	Media
Tamaño de soldadura (m)	0,001489	0,0021127	0,0017774
Tamaño de garganta de soldadura (m)	0,0010529	0,0014939	0,0012568
Fuerza conjunta normal (N/m)	92.109	2,6027E+05	1,7635E+05
Fuerza del eje de corte-soldadura (N/m)	-1,6087E+05	1,6923E+05	3.115,9
Fuerza normal de corte-superficie (N/m)	-3.314,4	25.053	11.628
Momento flector (N.m/m)	-122,19	5,5696	-44,578

Fuente: (solidworks)

En la tabla 2.3 se determinó los valores mínimo y máximo de la soldadura, el tamaño de soldadura de garganta para un correcto soldado, la fuerza que conjunto que debíamos aplicar, la fuerza nominal y el momento flector.

### 2.1.3 MATERIALES PARA ESTRUCTURA DE REMOLQUE

Para la fabricación del remolque se planificó varias alternativas, el tipo de tubos que se utilizará, tipo de electrodos, material para construir la carpa.

Se consideró dos tipos de tubos entre los más comunes que son tubo redondo negro, y tubo redondo galvanizado.

El tubo negro o como es más conocido como acero básico está construido sin costuras que se obtiene por el proceso de laminado de óxido de acero en donde según su grado son mezclados con compuestos químicos para formar su dureza y elasticidad entre otros factores.

El tubo galvanizado está cubierto principalmente por capaz de zinc este está diseñado para que sea más resistente a la corrosión mediante el proceso de inmersión galvanizada.

Según su resistencia y propiedades de cada tubo se tomó a consideración tres tipos de tubos redondos.

- Tubo redondo C40
- Tubo redondo C80
- Tubo redondo L200

### 2.1.3.1 TUBO C40 (CÉDULA 40)

La composición química para tubo C40 está compuesta por valores nominales de metales como son: cobre, manganeso, fosforo, azufre, cobre, níquel, cromo, molibdeno y vanadio.

**Tabla 2.4** Composición Mecánica de C40

PROPIEDADES MECÁNICAS						
GRADO			A		B	
PROPIEDAD	DIRECCIÓN	LÍMITE	Ksi	Mpa	Ksi	Mpa
límite elástico	L	mínimo	30	205	35	240
resistencia a la tensión	L	mínimo	48	330	60	415

Fuente:(Palora,2005, pág. 34)

La composición química para tubo C40 está compuesta por valores nominales de metales: cobre, manganeso, fosforo, azufre, cobre, níquel, cromo, molibdeno y vanadio.

En la columna A esta plasmado la mezcla de la “colada” porcentuada de cada metal, mientras que en la columna B es la composición química de cada elemento, cabe mencionar que cada composición de metal no debe exceder el 1% de su estructura global.

**Tabla 2.5** diámetro de C40

Diámetro Nominal	Diámetro exterior		Espesor		Peso nominal por unidad de longitud y extremo liso		
	Pulgadas	Plgs	Mm	Plgs	mm	lb/pie	kg/m
1/2.		0,84	21,3	0,11	2,8	0,85	1,27
3/4.		1,05	26,7	0,113	2,9	1,13	1,69
1		1,315	33,4	0,133	3,4	1,68	2,5
1 ¼		1,66	42,2	0,14	3,6	2,27	3,39
1 ½		1,9	48,3	0,145	3,7	2,72	4,05
2		2,375	60,3	0,154	3,9	3,66	5,44
2 ½		2,875	73	0,203	5,2	5,8	8,63
3		3,5	88,9	0,216	5,5	7,58	11,29
4		4,5	114,3	0,237	6	10,8	16,07
6		6,625	168,3	0,28	7,1	18,99	28,26

Fuente:(Palora,2005, pág. 35)

En la figura 2.4 se observa los diámetros de cada medida nominal de tubos en donde nos indica los diámetros externos tanto en pulgadas como en mm, además el espesor del tubo, y el peso nominal de cada uno. Un dato muy importante que debemos saber es que cada uno de los pesos está basado en un tubo estándar que mide 6,21 metros de longitud.

### 2.1.3.2 TUBO C80 (CÉDULA 80)

**Tabla 2.6** Peso y diámetro C80

Diámetro Nominal	Diámetro exterior		Espesor		Peso nominal por unidad de longitud y extremo liso		
	Pulgadas	Plgs	Mm	Plgs	mm	lb/pie	kg/m
1/2.		0,84	21,3	0,147	3,7	1,09	1,62
3/4.		1,05	26,7	0,154	3,9	1,48	2,2
1		1,315	33,4	0,179	4,6	2,17	3,24
1 ¼		1,66	42,2	0,191	4,9	3	4,47
1 ½		1,9	48,3	0,2	5,1	3,63	5,41
2		2,375	60,3	0,218	5,5	5,03	7,48

Fuente:(Palora,2005, pág. 37)

En la tabla 2.6 se observó los diámetros y espesores en donde tomando en cuenta sus espesores vemos que son más amplios en un 10% más que los de cedula 40 por ende varia en sus pesos nominales.

### 2.1.3.3 TUBO L200

Tanto en la fabricación del tubo de cedula 40 y 80 como el L200 son estructurados con la misma composición química. En la matriz de decisión por composición química no se tomamos en cuenta este factor ya que todos están hechos con la misma composición de metales.

**Tabla 2.7** Diámetro y espesor tubo L200

Diámetro Nominal	diámetro exterior		Espesor		peso nominal por unidad de longitud y extremo liso	
	Pulgadas	Plgs	Mm	plgs	Mm	lb/pie
1/2.	0,84	21,3	0,09	2,3	0,7	1,07
3/4.	1,05	26,7	0,095	2,4	0,97	1,45
1	1,315	33,4	0,104	2,6	1,35	2
<b>1 ¼</b>	<b>1,66</b>	<b>42,2</b>	<b>0,11</b>	<b>2,8</b>	<b>1,82</b>	<b>2,75</b>
1 ½	1,9	48,3	0,115	2,9	2,19	3,27
2	2,375	60,3	0,12	3,1	2,89	4,3

Fuente:(Palora,2005, pág. 39)

Se observó los diámetros nominales, así como los diámetros externos como, internos y de acuerdo a las normas TER HYL A53 que son las encargadas de dar los valores a cada uno de estos tubos.

Una vez tomado notas de los diámetros, espesores y pesos se comparó cuál de los tres prospectos sería el adecuado para seleccionar el tubo para la realización del chasis del remolque.

**Tabla 2.8** Diferencia entre tubo de 1" ¼

Diferencia entre tubos 1" ¼						
tipo tubo	Propiedades químicas	peso nominal	Espesor	diámetro exterior	grado A	grado B
TUBOS C40	propiedades iguales	3,39 kg/m	3,6mm	42,2 mm	84kg/cm2	91kg/cm2
TUBOS C80	propiedades iguales	4,47kg/m	4,9mm	42mm	127 kg/cm2	134 kg/cm2
TUBOS L200	propiedades iguales	2,72kg/m	2,8mm	42,2mm	67 kg/cm2	0

Fuente:(el autor)

Como se mira en la tabla 2.8 se tomó los valores de tres tipos de tubo como son c40, c80 y L200, se tomó los valores tomando en cuenta una sola medida de tubo que en este caso fue de 1"1/4 en donde observamos las diferencia que hay entre cada tipo de tubo.

Los tres tipos de tubos están fabricados con las mismas propiedades, su peso nominal varía de acuerdo a su espesor y diámetro externo, así como la resistencia de elasticidad en sus diferentes grados.

**Tabla 2.9** Matriz de decisión de elección de tubos

Matriz de decisiones para tubo remolque					
tipo tubo	resistencia	peso nominal	resistencia a la presión	propiedades químicas	Resultado
Peso	25%	25%	10%	5%	100%
TUBO C40	3	4	5	4	27
TUBOS C80	7	5	6	4	31
TUBOS L200	5	8	4	4	38

1-3 bajo
4-6 medio
7-10 alto

**Fuente:**(el autor)

Para realizar la tabla de decisiones se consideró valores porcentuales dependiendo de la exigencia que se necesitan para la utilización del tipo de tubo que mejor se adapte a lo que se requiere para el proyecto dando valores de 1 a 3 como de menor relevancia, de 4 a 6 un valor exigente de medio y de 7 a 10 como un nivel alto que se adapta a las prestaciones que necesitaremos.

Según datos obtenidos en la tabla 2.8 los tres tipos de tubos están constituidos con las mismas propiedades en lo que marcan la diferencia es en los pesos nominales en donde se observa que el tubo L200 tiene el peso más bajo de 2.72 kg/m, pero tiene un déficit de espesor también muy bajo de 2.8 mm comparados a los demás.

En lo que se refiere a la resistencia contra la fatiga y el esfuerzo el tubo de C80 tiene un valor más alto de resistencia a la fatiga de 350 mpa y 415 mpa a comparación de los otros tipos de tubos.

Los resultados dados en la matriz de decisión se optaron a elegir por el tubo L200 por las prestaciones que esta mejor se adapta.

#### 2.1.4 MÁQUINA DE SUELDA

Para la unión y sueldas que se utilizó para la fabricación del remolque y parte de la modificación de la bicicleta fue una suelda de arco eléctrico de marca BP 200 de corriente alterna a un amperaje variable de 90 a 120 amperios que a continuación detallaremos sus características.

Soldadora BP200	
Voltaje de entrada	110v/2210v
Frecuencia	60Hz
Corriente de salida	20-220v
Ciclo de trabajo	60%
Dimensiones	450x270x335mm
Peso neto	10kg

Fuente:(el autor)

#### 2.1.5 ELECTRODOS

Los electrodos con revestimiento celulosos de acero dulce 6011 y 6013 son los más utilizados en la industria. Su uso es muy apropiado en posición de sobre cabeza o vertical gracias su solidificación de escoria rápida.

Estos materiales de recubrimiento dependen del tipo de soldadura que se quiera realizar. Las funciones pueden ser: función eléctrica para conseguir una buena ionización, función física para facilitar la formación de cordón de soldadura y función metalúrgica para conseguir propiedades contra la oxidación.

Cada electrodo precisa un rango de corriente de soldadura (Amperios) concreta en función de su diámetro y su composición. Todos los fabricantes de electrodos

adjuntan esta información en la placa de características de los electrodos” (AGA, 2015).

Tienen una alta velocidad de soldadura ya que produce un firme y estable arco de suelda y en corriente continua no le afecta el fenómeno “soplo magnético”, además tienen una excelente penetración en las estructuras de metal superior al 70%.

Para la utilización de esta suelda se realizó con electrodos revestidos AGA de tipo 6011 x 1/8, y para unir los refuerzos de las partes más críticas de fuerza un electrodo revestido tipo 6013x1/8 estos electrodos son los más conocidos en el mercado industrial y los de mayor utilización.

### **2.1.6 INSTALACIÓN DE MOTOR Y BATERÍA**

El motor eléctrico fue uno de los sistemas que mayor énfasis se dio para que tenga una excelente autonomía. Por tal motivo se puso a consideración dos tipos de motores.

Cada motor que se planteó tuvo el mismo principio de funcionamiento son motores Brushless sensored “sin escobillas” estos motores son mucho más eficientes que los poseen escobillas ya que su gran ventaja es su mantenimiento mínimo, tienen un mejor rendimiento y son muy silenciosos.

**Tabla 2.11** Diferencia entre tipos de motores

Características	Motor 1000 watts (1)	Motor 2000 watts (2)
Posición de motor	Motor central	Motor central
Voltaje nominal	48v/12Am	60v/20Am
Potencia	1000w	2000w
Rpm	130-150rpm	110-120rpm
Max torque	160N	210N
Eficiencia	≥85%	≥75%
Sensor de par	Esfuerzo	Esfuerzo
Peso	4,8kg	7kg
Radio reducción	01:21,9	01:21,9
Polos magnéticos	4	4
Ruido	<75db	<55db
Sensor hall	No	3 velocidades
Conector	resistente al agua	resistente al agua
Velocidad Max.	55-60Km/h	55-60Km/h
Cert. Motor	IP.65	CE M5DS...UN38.3
Tiempo de carga	1-2 Horas	2-4 Horas
Máxima carga	100Kg	200Kg
Tipo de batería	Litio	Litio
Tablero	No	SI

Fuente: (el Autor)

Analizando la tabla 2.11 en donde se planteó las especificaciones técnicas de cada

uno de los motores se procedió a comparar y elegir el motor que se adapte a las necesidades requeridas, ya que el motor es uno de los implementos más importantes en el proyecto.

En lo que se refiere a la entrega de potencia de motor existen variaciones muy notorias, el motor 1 tiene una potencia de 1000watts comparado con el motor 2 que entrega 2000 watts, lo que hace que el motor 2 tenga una mayor potencia.

En lo que concierne a la entrega de torque se verificó una gran diferencia entre los motores que es de 50 N lo cual hace que el motor 2 tenga un mayor torque.

Por consiguiente, se verificó la eficiencia de rendimiento que entrega cada uno, el motor 1 aprovecha más su rendimiento ya que entrega el 85% de su capacidad de trabajo, no tiene mucha pérdida de trabajo a comparación del motor 2 que solo tiene una eficiencia de rendimiento del 80% esto se debe a las pérdidas de energía por el peso y la fuerza que entrega al momento de su arranque.

Una de la diferencia que poseen los motores es la ausencia del sensor hall del motor 1 este no posee un sensor que limite las variaciones de velocidades su velocidad es constante desde su arranque lo que hace que al momento del arranque tenga una fuerza muy elevada, a diferencia del motor 2 que tiene sensores hall de tres velocidades en donde se accionan manualmente.

**Tabla 2.12** Matriz de decisión para motor eléctrico

FACTORES	COSUMO	POTENCIA	VELOCIDAD	PESO	TORQUE	RESULTADO
Relevancia	30%	15%	5%	20%	30%	100%
Motor 1000 watts	3	1	2	1	1	8
Motor 2000watts	1	2	1	3	3	10

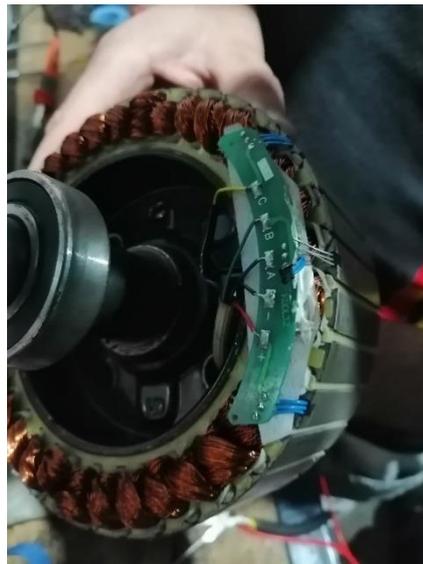
RELEVANCIA
1: POCO
2: MEDIO
3: ALTO

Fuente: (el autor)

Comparados los dos tipos de motores se eligió al motor de 2000watts por las siguientes consideraciones:

Tiene una mayor potencia de entrega por sus 2000watts

El peso fue un valor muy relevante a pesar que el motor 1 tiene menor peso de 4,8 kg a comparación del otro de 7 kg compensa en su torque que nos brinda el motor de 2000 watts.



**Figura 2.7** Motor Brushless 2000w

Fuente: (el autor)

## **2.2 CONSTRUCCIÓN DEL REMOLQUE.**

Al ser un remolque para una persona se tomo en cuenta varios aspectos tales como la carrocería la cual debe tener una cabina con mucha visibilidad, la distancia entre ruedas debe ser la idónea para que este no sufra de problemas de tracción, además la distancia entre el remolque hacia el piso no debe ser muy alta para que tenga una mejor adherencia del piso en las curvas.

**Tabla 2.13** Peso de remolque y niño

Pesos	
	Kg
peso del niño	17,5
peso del asiento	9,85
peso remolque	11,5
peso total r/n	39

**Fuente:** (el autor)

Para la construcción de este remolque se tomo en cuenta varios datos como son el largo, ancho y altura, además la posición donde se instalara el asiento del ocupante, como también los apoyabrazos y la distancia hacia la parte trasera del remolque para que exista el espacio suficiente para que el asiento se pueda reclinar.

En el proceso de corte se consideró en cuenta los datos de la tabla 2.13 para tener un proceso sistematizado y aprovechar los materiales que fueron destinados para los distintos ensamblajes y de esta manera seguir con la construcción del remolque de una manera unidireccional en donde se tomaron en cuenta los siguientes pasos.

- Selección y marcado de los tubos.
- Cortes de tubos usando las herramientas idóneas.
- Doblado de tubos en una dobladora artesanal.
- Unión de puntos mediante suelda eléctrica.
- Limado de las superficies unidas por la soldadura.
- Limpieza de las piezas y pintado.

### **2.2.1 SELECCIÓN Y MARCADO DE TUBOS.**

En este proceso se tomó en cuenta las medidas basadas en el diseño hecho el programa antes mencionado, una de las partes que no se debe olvidar es el espacio de desgaste al momento de cortar y unir las piezas, estos cortes se los debe realizar correctamente para que al momento de ensamblaje del tubo no sufra ninguna alteración.

La herramienta que se utilizó en esta sección fue un flexómetro basándonos en medidas internacionales de mm y con la ayuda de una tiza marcadora para señalar donde irán los cortes respectivos.



**Figura 2.8** Medidas de corte

Fuente: (el autor)

Antes de realizar los debidos procesos de marcado y doblado de los tubos se realizó un diseño previo por medio de una varilla lisa de 6mm, que este sirvió como un bosquejo para observar cómo quedaría posteriormente. Este bosquejo al ser muy flexible se podía manipularlo y hacer correcciones antes de pasar a la construcción.

### **2.2.2 CORTE DE TUBOS.**

Una vez ya hecho todos los reajustes en el bosquejo de alambre se realizó el corte de tubos para lo cual se utilizó la herramienta necesaria y la correcta como una amoladora con disco de corte, y una sierra de corte de dientes finos para realizar un corte idóneo y así asegurar que luego no exista problemas en medidas.

No todos los cortes fueron rectos, unos dependían del ángulo o la forma que se necesitaban para el ensamblaje de las piezas



**figura 2.9** Corte de tubos

**Fuente:** (el autor)

### **2.2.3 DOBLADO DE TUBOS.**

Una vez realizado los cortes de tubo procedimos al doblado de los mismos, esto se lo pudo realizar gracias a una dobladora artesanal que lo poseía el dueño del taller donde se realizó el remolque, esta herramienta fue de mucha utilidad al momento de doblar los tubos.

El proceso de doblado se lo realizó por medio de presión al frío, con mucha precisión ya que si se desviara algunos grados esto afectaría al balance del remolque y las cargas repartidas.



**Figura 2.10** Doblado de los tubos

**Fuente:** (el autor)

#### 2.2.4 SOLDADURA DE LAS PARTES.

Una vez culminado todas las sueldas se pulió las escorias que deja producto de la suelda para que de esta manera al momento de la presentación no existan abrumos y tenga una buena presentación.



**Figura 2.11** Cuadro de chasis

**Fuente:** (el autor)

Para el montaje del sistema de suspensión se basó en una suspensión dependiente en donde básicamente un eje soporta todo el peso de la estructura y en sus extremos amortiguadores, donde se colocaron en forma perpendicular al chasis.

Para la elaboración del eje principal se produjo varios inconvenientes en donde en un principio el eje tenía poca resistencia de peso y se doblaba en los extremos donde irían colocadas las ruedas del remolque. Para corregir este error se reforzó en sus extremos en medio del eje se incorporó un eje de menor diámetro en donde consistía de un perno enroscado de 5 pulgadas de acero nivel 8. Esto sirvió para dar una mayor resistencia en los lados, ya que en esos puntos es en donde más tensión reposaba, de esta manera se logró eliminar el desperfecto.



**Figura 2.12** Chasis terminado

**Fuente:** (el autor)

Para que tenga una suspensión el eje se incorporó dos brazos axiales en donde fueron fijados desde la parte trasera del chasis hasta el eje principal mediante bujes para que realice una suspensión, estos brazos axiales fueron fabricados de tubo de acero negro de 1"1/4 de diámetro.

En los que se refiere a la instalación de los amortiguadores se decidió colocarlos en forma vertical para que en esta posición pueda absorber todas las irregularidades del terreno, estos amortiguadores son regulables.

Para la instalación se realizó una curvatura hacia arriba del chasis en donde irían a descansar los amortiguadores y por el otro extremo en la parte del eje principal.



**Figura 2.13** Sistema de suspensión

**Fuente:** (el autor)

Para la elección de las ruedas se tomó en cuenta el rin, este no tendría que ser muy grande ya que afectaría su estabilidad hacia el suelo por tal motivo se decidió por ruedas de bicicleta de rin 20x2.125 con llantas tubulares. En lo que concierne al eje de sujeción de la rueda se sustituyó las canastillas que normalmente llevan en la manzana de las ruedas, por rulimanes de argolla, esto hace que tenga una mejor rodada y no tenga un desgaste pronto.

### **2.2.5 PISO DEL REMOLQUE.**

El piso fue hecho de tol corrugado de aluminio de 1.5 mm para evitar posibles resbalones, para esta instalación se procedió a dar la forma del chasis con un martillo de caucho para que encaje en todo el chasis, se sujetó mediante remaches pop de 5/32 pulg. Para el corte de tol se lo realizó mediante corte en plasma tomando en cuenta 5mm más pequeño que el diámetro del chasis.

### **2.2.6 CARROCERÍA Y CUBIERTA.**

Como es un remolque para un niño con discapacidad motriz la carrocería se la realizó bajo parámetros de seguridad y ergonomía donde tenía que ser resistente, pero lo más dinámica posible con una buena visibilidad de campo y con las prestaciones para cada tipo de clima que se pueda presentar.

La carrocería se la realizó con tubos redondos de 5/8x1.5 mm de espesor este a más de ser liviano es resistente lo que le hace a la cabina segura. Una vez realizado todos los ajustes se procedió a realizar el doblado de los tubos con la dobladora artesanal, en donde se instaló dos tubos en forma ovalada que cubre desde la parte

posterior del chasis hasta la parte delantera del mismo, con un tubo en medio de la parte trasera para que no tenga ningún movimiento tanto lateral como perpendicular.



**Figura 2.14** estructura de la carrocería

**Fuente:** (el autor)

Para la cubierta del habitáculo se realizó con una lona impermeable lo que hace que esta sea apta para climas de lluvia, que al mismo tiempo tiene una especie de visera para los días soleados, como también en los costados unas ventanas cubiertas con plástico resistente y en la parte delantera una tapa de lona por donde ingresará el niño, en donde podrá andar con la cubierta alzada o sellada según la necesidad, esta cubierta se cierra mediante cierres resistentes, además esta carpa se puede desplegar completamente.



**Figura 2.15** Carpa de remolque.

**Fuente:** (el autor)

### 2.2.7 INSTALACIÓN DE SEÑALÉTICAS Y CINTURÓN DE SEGURIDAD

Dentro de lo que conllevó a los sistemas de seguridad se optó por instalar una antena con un distintivo de persona discapacitada. Además, cintas reflectivas en la parte trasera del remolque.

Para la instalación del cinturón de seguridad se optó por instalar un cinturón de seguridad de tres puntos los cuales fueron sujetos desde el piso del remolque hasta la altura del asiento del niño, pasando por los hombros, y de otro extremo que fue sujetado de igual manera del piso del remolque hacia la parte de las piernas, de esta manera obtuvimos una fijación rígida para evitar accidentes.



**Figura 2.16** Instalación de cinturón de seguridad

**Fuente:** (el autor)

## 2.3 MODIFICACIÓN DE SCOOTER A BICICLETA

Para la construcción de la bicicleta eléctrica se tomó como base a un monopatín eléctrico, ya que por motivos de no encontrar un motor con las especificaciones técnicas que se necesitan se procedió a modificarlo.

Una de las principales modificaciones que se realizó fue la implementación de un sistema de pedales los mismos que servirían para darle un aumento de autonomía de un 20%.



**Figura 2.17** Sistemas de pedales

Fuente: (el autor)

### 2.3.1 PROCESO DE MODIFICACIÓN.

Se inició con el desmontaje de todos los sistemas eléctricos que poseía el monopatín, una vez desmontado el sistema eléctrico se procedió al corte de todo el piso y se lo sustituyó por dos tubos de 1"1/2 x 2mm en donde se dio una forma aerodinámica para que se pueda instalar los sistemas de pedaleo.

Para la realización de la junta de estos dos tubos se lo realizó mediante suelda MIG con un amperaje de 50 amperios con enfriamiento de co<sub>2</sub>, esta suelda es mucho más eficiente y resistente que la de arco eléctrico.



**Figura 2.18** Modificación de bicicleta

Fuente: (el autor)

Como en un principio fue un monopatín impulsado únicamente por el motor eléctrico, se adaptó una cadena que ayuda al impulso del motor donde se realizó los siguientes pasos:

Se instaló un eje trasero que va sostenido por dos chumaceras de hierro fundido, tanto el eje como las chumaceras deberán ser muy resistentes ya que en esos puntos se dará la mayor tensión tanto como la fuerza de pedaleo como la fuerza que brinda el motor.

En la parte central del eje se colocó un piñón de 5 velocidades que este será el encargado de variar las velocidades que se dará por los pedales mediante un tensor de velocidades.

Para que exista una relación de fuerza entre el eje y la tracción que genera el motor se adaptó un piñón tanto en la rueda trasera como en un costado del eje, y mediante una cadena esta recibirá la tracción que proviene de los pedales, de esta manera ayudara a la autonomía del sistema de impulsión.



**Figura 2.18** Adaptación de sistema de pedaleo

**Fuente:** (el autor)

Una parte esencial de las modificaciones que se realizó fue el cambio de asiento, se le sustituyo un asiento de un solo tubo, donde se instaló una pieza de platina de 3mm de espesor en las bases donde anteriormente estaba el asiento, además se acopló un reposa espaldas para que tenga mayor ergonomía al momento de conducirlo.

Para el alojamiento de todos los sistemas eléctricos como son la batería, cableado y controlador se adaptó una especie de caja que fue hecha con tol de 2mm.



**Figura 2.19** sistemas electrónicos

**Fuente:** (El autor)

### **2.3.2 ADAPTACIÓN DEL SISTEMA DE ACOPLA.**

Al momento de realizar esta adaptación del sistema de arrastre se tomó varios aspectos como son las convergencias que este tenía que soportar, los grados de inclinación que tendría que sobrellevar y la resistencia en el enganche para que el remolque no sufra variaciones de estabilidad al momento de estar en movimiento.

Se tomó como modelo la curvatura de la rueda posterior en donde se consideró como puntos de sujeción en la base trasera de la bicicleta.



**Figura 2.20** Sistema de enganche

Fuente: (el autor)

Para el sistema de enganche colocamos una rótula de dirección usado ya que este al no tener mayor resistencia de direcciones se adapta para que el remolque tenga movilidad en todas sus direcciones.

## **2.4 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN.**

Para la instalación del sistema de alimentación se utilizó una batería de ion-litio ya que este tipo de batería tienen mayor autonomía de carga, su peso es más liviano a comparación de otras baterías y su índice de descarga es más prolongado que las demás.

Este tipo de baterías tiene las siguientes características.

Tensión nominal = 60 (V)

Capacidad nominal = 20 (Ah)

Corriente máxima de descarga continua =  $\leq 30$  (A)

Corriente de carga máxima =  $\leq 5$  (A)

Voltaje límite de carga = 67.2 (V)

Tiempo de carga = 3 horas (carga rápida)

Tamaño de la batería = 357 x 120 x 75 (largo\*ancho\*alto)

Material de la carcasa = ignífugo ABS



**Figura 2.21** Batería de ion-litio

Fuente: (el autor)

#### 2.4.1 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL, MOTOR Y ELÉCTRICO

En este caso para montar todo lo referente al sistema de control y eléctrico de la bicicleta ecológica se procedió de la siguiente manera tomando en cuenta que también de debería acoplar los sistemas de luces direccionales para el remolque que se instaló en la parte trasera.

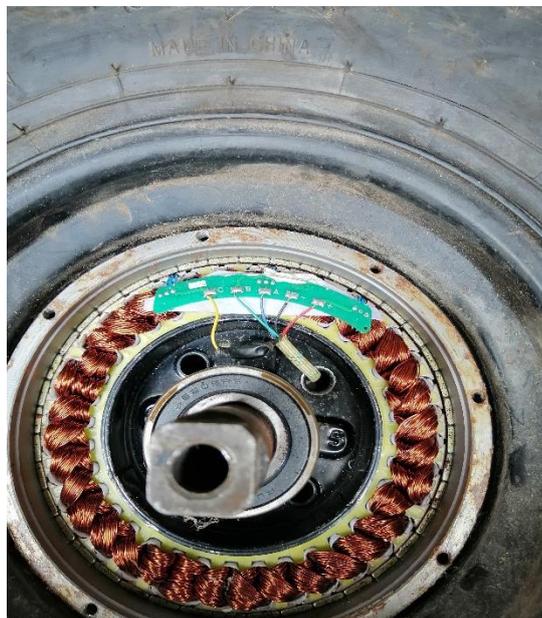
Primeramente, se instaló el controlador del motor el cual es el encargado de transformar la corriente de 64 voltios que viene de la batería a 5 voltios que salen del motor que son los encargados de emitir la señal para que el motor empiece su inercia.

Se conectó los cables de masas que van desde el motor hacia el controlador, así como los 5 cables que son rojo positivo, negro masa, y verde, amarillo, azul señal de bobinado y posición del rotor. Se instaló un acelerador de manubrio el cual es el encargado de dar la señal para que el motor gire a la velocidad que el conductor necesite, además este cuenta con un switch controlador de tres velocidades el cual brinda una mayor autonomía de desempeño de la batería.

El sistema de aceleración es básicamente controlado por un potenciómetro que en este caso sería el mango de aceleración este da impulsos de corriente que son transmitidos hacia el motor para que genera la potencia necesaria para mover tanto a la bicicleta como al remolque.

El controlador es un dispositivo que esta controlado por el nucleo o cerebro del motor, al momento de acelerar manda señales electricas de 60 voltios que recepta el controlador, este lo transforma a 47 voltios, envia la señal hasta una placa electrònica que esta dentro del motor y este hace que por medio del rotor y el estator genere movimiento.

Dado que el motor eléctrico viene incorporado en la parte interna de la rueda trasera se realizó una adaptación de los cables que salen del interior del motor hacia el controlador



**Figura 2.22** placa controladora del motor

**Fuente:** (el autor)

Una vez instalado todo lo que se refiere al motor y sistemas eléctrico de impulso se procedió a conectar el panel de control digital en la parte delantera de la bicicleta en donde nos indica los parámetros de velocidad al que estamos viajando, la carga de la batería, direccionales, distancia y tiempo de recorrido, un switch de accionamiento para la marcha de la bicicleta y un farol con luces led para una mejor visibilidad en las noches.



**Figura 2.23** tablero con luces led

**Fuente:** (el autor)

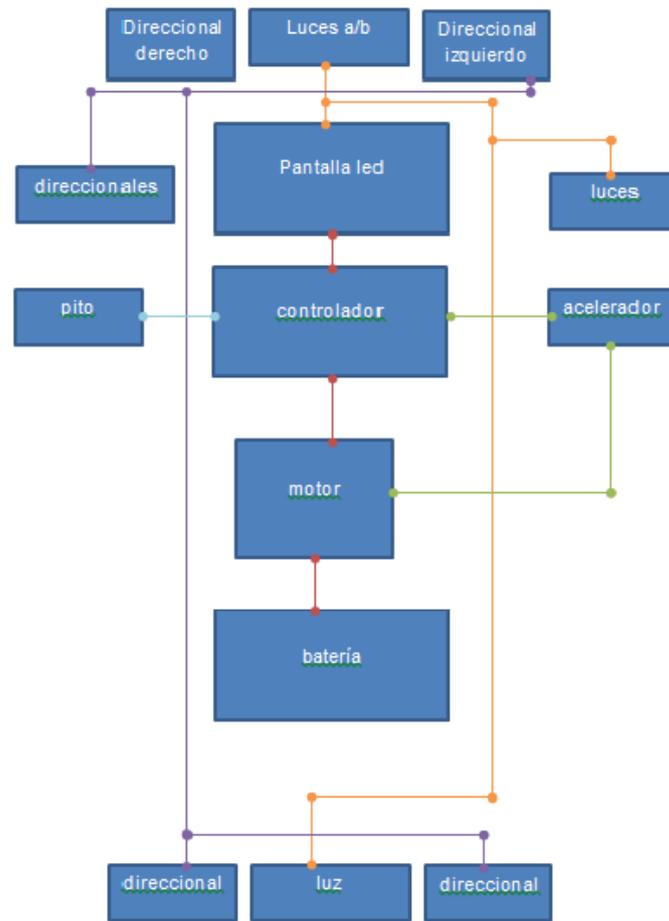
Se instaló un sistema de luces direccionales y de stop tanto para la bicicleta como para la parte trasera del remolque. Para que las luces direccionales funcionen se instaló un convertidor de voltaje que dará la conversión de 64 voltios a 12 voltios que es lo que trabajan los direccionales convencionales. Además, este convertidor servirá para una posible adaptación a un futuro de un cargador de 12 voltios para cualquier artefacto electrónico que funcione a ese voltaje, cabe mencionar que se instaló un pulsador con su claxon ya que la bicicleta también transitara por partes urbanas y con tráfico, lo cual ayudara para prevenir cualquier tipo de percance que se pueda suscitar.

Para mayor seguridad se instaló un sistema de alarma el cual al ser movido durante un metro esta emite un sonido y se bloquea la rueda trasera evitando que esta siga rodando. Otra característica que tiene el sistema es que se puede dar contacto e ignición sin la necesidad de poner las llaves en el switch.



**Figura 2.24** controlador de 2000w

Al ser un medio de transporte eléctrico tenemos la facilidad de adaptar los sistemas eléctrico aprovechando la fuente de energía, para montar el sistema se consideró el siguiente gráfico.



**Figura 2.25** Sistema eléctrico de conexiones

**Fuente:**(el autor)

## CAPÍTULO III

### 3.1 RESULTADOS Y DISCUSIONES

En este capítulo comprobaremos si el medio de transporte cumplió con los objetivos específicos para lo cual realizaremos pruebas de campo, para realizar los cálculos pertinentes y de esa manera analizar los resultados obtenidos.

#### 3.1.1 CÁLCULOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS CARGAS.

Según las normas INEN 1323 afirman que “corresponde a la carga por ocupante y se considera como distribución uniformemente en los respectivos elementos estructurales de la carrocería” (INEN, 2008). Como es un medio de transporte para una sola persona sin aparatos extras se tomo en cuenta solo el peso del niño que fue de 22.5 kg.

Para la realización del cálculo del peso del remolque y de otros elementos extras se aplicó la fórmula del peso.

Fórmula 1.- peso

$$P = m * g$$

Dónde:

P= peso.

m= masa.

g=gravedad.

Ecuación 1. Cálculo del peso del niño por la fórmula.

P<sub>n</sub>=peso del niño

P<sub>c</sub>= peso conductor

$$P_n = kg$$

$$P_n = 22.5 \text{ kg.}$$

$$P_c = 68 \text{ kg.}$$

Una vez calculado este peso se procedió a calcular el peso del niño por nodos estos nodos son los puntos donde se aplica las mayores fuerzas.

**Formula 2.- peso para nodos**

$$Pn = \frac{P}{n}$$

Donde:

Pn: peso nodo

n: número de nodos.

**Ecuación 2.- Peso del niño por nodos por medio de la fórmula 2**

$$Pnn = \frac{22.5kg}{8}$$

$$Pnn=2.81kg$$

En cada nodo o punto de apoyo de resistencia de pesos se aplicará 2.81 kg de peso ya que el remolque cuenta con 8 puntos de resistencia.

### **3.1.1.1 PESO DEL ASIENTO**

Dentro de los diferentes tipos de asientos que existen en el mercado se pueden encontrar diversos asientos uno de los más comunes son los asientos para niños, pero este no fué de mucha utilidad ya que no constaba con un sistema de reclinamiento, por tal motivo se optó por utilizar un asiento de carro omitido en su gran mayoría su riel de despliegue y barrillas de sujeción al piso, para de esta manera reducir considerablemente el peso.

Pa= peso del asiento.

$$Pa=7.5kg$$

### **3.1.1.2 PESO DEL CHASIS**

Para calcular el peso del chasis se tomó como datos los siguientes accesorios como es la suspensión que va ubicada en la parte inferior del chasis, el piso que está hecho con una plancha de tol galvanizado antideslizante de 1.5 mm, ruedas del remolque, todos estos pesos fueron tomados para sacar el peso total del chasis.

Pc= peso del chasis

$$P_c = 17.5 \text{ kg}$$

### 3.1.1.3 PESO DE LA ESTRUCTURA/HABITÁCULO

Para determinar cuánto pesó toda la estructura se tomaron datos de los parantes que fueron unidos hacia el piso del chasis como también el peso de la carpa que fue construida con lona de tela mochila de color negro con verde.

Pe = peso de estructura

$$P_e = 2.2 \text{ kg}$$

### 3.1.1.4 CARGAS MUERTAS.

Según la normalización 2009 dice que “corresponde al peso de la carrocería incluido todos los componentes estructurales y no estructurales permanentes” (INEN, 2008). Para este tema tomamos referencias a cargas muertas a todo el remolque con sus respectivos pesos como llantas, chasis que dentro del chasis va incluido peso de la suspensión, piso, la estructura con su respectiva carpa y el asiento del niño.

Formula 3.- suma de los pesos de cargas muertas.

$$C_m = (P_e + P_c + P_a)$$

Donde:

C<sub>m</sub> = cargas muertas

P<sub>a</sub> = Peso de asiento

P<sub>c</sub> = peso de chasis.

P<sub>e</sub> = Peso de estructura.

Ecuación 3.-Cálculo de peso total de las masas muertas.

$$M_m = (P_e + P_c + P_a)$$

$$M_m = (2.2 \text{ kg} + 17.5 \text{ kg} + 7.5 \text{ kg})$$

$$M_m = 27.2 \text{ kg}$$

### 3.1.1.5 CARGAS VIVAS

Dentro de lo que se refiere a las cargas vivas son todos los pesos que varían según el ocupante que este dentro del remolque, como se mencionó anteriormente este será para un niño específicamente las cargas vivas varia en un mínimo de peso.

Para obtener la masa total de cargas realizamos los siguientes cálculos como es la masa total teórica del remolque, en donde dichos valores se sacan de la suma de todas las masas estructurales, así como de la carga viva y de las cargas muertas totales.

**Formula 4.-suma de masas.**

$$Mt = Mv + Mm$$

Donde:

Mt= masas totales

Mv=Masa viva.

Mm= masa muerta.

**Ecuación 4.- cálculo de sumas totales de masas mediante la fórmula 4**

$$Mt = (Mv + Mm)$$

$$Mt = (90.5kg + 27.2kg)$$

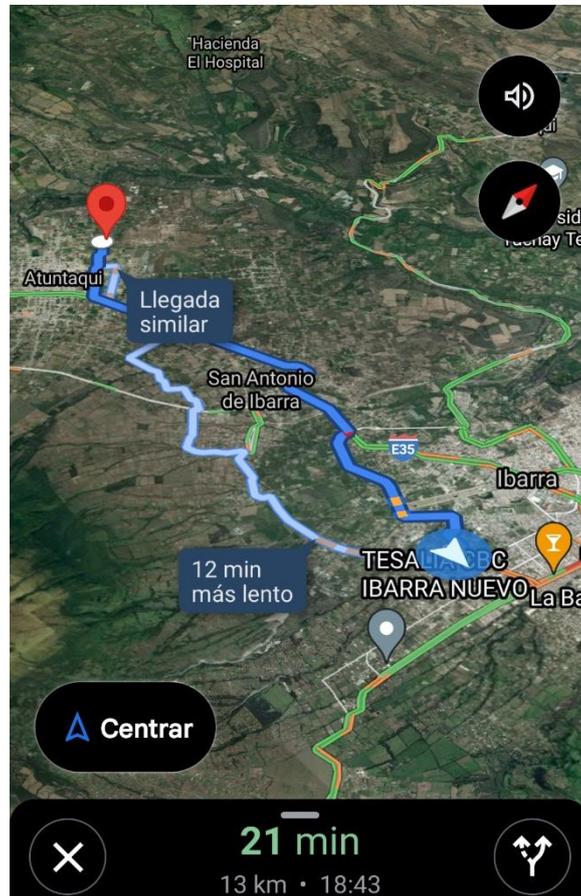
$$Mt = 117.7kg$$

Todos estos cálculos de cargas y esfuerzos son necesarios para poder determinar el peso que llevará el medio de transporte y de esa manera saber si el motor proveerá la suficiente fuerza para arrastrar al remolque, así como también el sistema de frenos tendrá la capacidad y la desaceleración necesaria para detener la marcha.

### 3.1.2 CÁLCULOS DE AUTONOMÍA

Dentro de lo que conlleva la realización de los cálculos prácticos se lo realizó tomando en cuenta varios aspectos como son pendientes, tipos de suelo, peso de ocupantes entre otros factores.

Para realizar los cálculos de autonomía y durabilidad de la bicicleta se lo realizó en diferentes terrenos e inclinaciones en donde se dio resultados favorables donde se pudo comprobar sistemas de suspensión, ergonomía fiabilidad y sobre todo autonomía de la bicicleta ecológica.



**Figura 3.1** Recorrido de prueba

Fuente: (el autor)

Considerando que fue una prueba para simular pendientes y descensos la autonomía que llegamos a obtener fue de 25 km en una carga del 100% estimando una velocidad media de 25 km/h, cabe mencionar que para que tengamos esta autonomía la bicicleta estuvo en constante pedaleo sobre todo en las pendientes ya que es mayor entrega de energía, una vez realizado esa prueba se continuó recorriendo dentro de la ciudad en donde la autonomía llego hasta los 40 km; estos cálculos se lo realizó con el peso del conductor y el acompañante en donde sumados sus dos pesos y el del remolque dando un total de 117 kg.

Durante el trayecto pudimos comprobar que en las pendientes entregaba mayor consumo de energía, pero a la ayuda de los pedales se pudo compensar la entrega de energía de la batería y en descensos no había ningún aporte de consumo de batería y en lugares planos tan solo proveía tracción los pedales con una mínima entrega de corriente. La velocidad máxima que el motor eléctrico provee es de 60 km/h, pero no es posible ir a esa velocidad ya que por factores de seguridad y autonomía de la batería tendremos que ir a velocidades antes mencionadas.

Otra de las pruebas que se realizó fue en pendientes muy pronunciadas como el trayecto desde el puente de la avenida Carchi hasta el mirador del arcángel en donde debido a sus pendientes y tipo de terreno tubo un a autonomía de 2km esto se debe a su extrema pendiente que tiene y el camino de segundo orden que hay hasta ese sitio por lo cual no fue satisfactoria la autonomía.

### **3.1.3 CARGA DE LA BATERÍA**

La batería es el motor de la bicicleta eléctrica es por eso que se debe tener mucho cuidado al momento de la carga y no someterles a cargas elevadas o sobre voltajes.

Una carga al 100% dependiendo el voltaje de alimentación se calcula que dura desde 0 a su carga completa alrededor de 3.5 horas con una alimentación de 110 voltios con un cargador de 4.5 amperios. Y una carga por completa a 220 voltios se estima un tiempo de carga de 2 horas y 30 minutos esto se debe a su mayor entrega de voltaje con la que se carga la batería.

Una de las cualidades que tienen este tipo de baterías es que no se descargan al 0% poseen una protección que le permite que al momento de llegar al 20% de su carga se auto desalimenta para que de esta manera se conserve una reserva de carga la cual al momento de que sea recargada nuevamente no este las celdas totalmente descargadas y no tengas daños por descargas muertas.

El cargador de la bicicleta modelo SSLC300V60 está dotado de un cortador de energía al momento de que este llegue a su carga máxima para evitar sobrecargas de la batería. Además, tiene un indicador de luz de color rojo que indica que se está realizando la carga y una luz verde al momento de estar al máximo su carga.

Como la bicicleta cuenta con un tablero digital en donde indica la velocidad, luces, un parlante bluetooth, medidor de distancia recorrida también cuenta con un

indicador de estado de la batería donde podemos divisar su estado de carga de la batería y de esa manera tener una referencia de la durabilidad de la batería que todavía almacena en su interior ya que este no nos dará la cantidad exacta de carga restante de la batería teniendo un margen de error de más o menos un 5 % de su estado real de carga.



**Figura 3.0.2** Cargador SSLC300V60

Fuente: (el autor)

### 3.1.3 COSTO DE CONSUMO PARA CARGAR LA BATERÍA

El Ecuador es el sexto país a nivel de Latinoamérica, en el ranking de las tarifas eléctricas más bajas de la región para el sector comercial. Con una tarifa del 10,47 centavo por kilovatio hora para consumos de hasta 300 kwh” (El universo, 2021). Para el consumo de kW/h se tomó en cuenta el valor de cada kilovatio hora consumido en el ecuador para lo cual dio un resultado de 0.31 ctv. de dólar por cada carga.

$V=60v$

$I=20Ah$

$\$Kwh=0.10$  ctv.

$Cr=$  costo de recarga

$$\omega = \frac{v}{I}$$

$$\omega = \frac{60v}{20Ah} = 3Kwh$$

$$Cr = W \times \frac{\$kw}{h}$$

$$Cr = 3 \times 0.10 = 0.31ctv$$

### 3.1.4 PROBLEMAS AL MOMENTO DE REALIZAR LA CONSTRUCCIÓN DEL REMOLQUE.

Al momento de diseñar el remolque se optuvo algunos problemas por lo cual luego de realizar un primer remolque se tuvo que realizar otro prototipo por varios factores que no se tomaron en cuenta en un principio.

**Tabla3.1** Comparacion de chasis

chasis 1	chasis 2	Diferencias
piso plano	piso con desnivel	descanso de las piernas
dimensiones 80x100cm	dimensiones 60x70cm	exceso de espacio
área rectangular	área en forma de trapecio	dinámica del chasis
Peso 25.3kg	Peso 21.5kg	Peso
sin ejes de apoyo	barra en medio del chasis	reforzamiento
esquinas cuadradas	esquinas redondas	Peligro
amortiguadores inclinados	amortiguadores rectos	Amortiguación
carrocería de tubos de aluminio	carrocería tubo galvanizado	Seguridad
tubo cuadrado	tubo redondo	Peso

**Fuente:** (el autor)

Luego de revisar las falencias que se obtuvo en el primer chasis se llegó a la conclusión de que el piso no debería ser plano ya que al serlo el niño no podrá descansar las piernas y de esta manera al rectificarlo tendrá una mejor posición al poder reposar sus piernas a 90 grados, la forma del chasis era rectangular y no contaba con una forma aerodinámica como lo fue posteriormente. En lo que se refería a sistema de soporte para la suspensión este no lo tenía, la suspensión era acoplada directamente al piso, posteriormente se le incorporó un eje en la mitad del chasis en donde reposaba la suspensión.

En un principio se los realizó con tubos cuadrados por la forma que tenía el chasis pero una vez mejorado este problema se optó por realizarlo en tubo redondo, también uno de las mejoras que se realizó fue en el diseño y material de la estructura ya que esta era hecha de tubos de aluminio muy delgado que solo servía para sostener a la carpa, pero no se percato de la seguridad de habitáculo en donde fue sustituido por tubos de mayor diámetro y con una estructura más dinámica.



**Figura 3. 3** Bicicleta y remolque terminado

Fuente:(el autor)

## **CAPITULO IV**

### **4.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Como resultado de este diseño y construcción de la bicicleta ecológica con remolque para niños con discapacidad hipotónica podemos llegar a la conclusión que el proyecto tubo un éxito y cumple con todas las necesidades requeridas para su uso, teniendo una autonomía de 50km ya que este es un prototipo podemos dejar en consideración que posteriormente se podrá instalar un sistema de carga fotovoltaica para que este cumpla con una autonomía mejorada.

La bicicleta y remolque cumple con los parámetros de sistemas de seguridad, confort, dinámica, eficiencia, ergonomía en si todos los objetivos planteados en la propuesta.

El remolque está diseñado para que soporte pesos de hasta 70 kg, pero no es recomendable ya que a mayor peso mayor consumo de energía.

### **4.2 RECOMENDACIONES PARA EL USO DE LA BATERÍA.**

- Estas baterías de litio no tienen efecto de memoria que quiere decir que no tienen un ciclo determinado de cargas dado que se la debe cargar siempre incluso después de periodos cortos de utilización.
- No dejar la batería sin carga, aunque no se la esté utilizando, debe cargar por lo menos una vez por mes para que alargue su vida útil.
- Mirar periódicamente que la batería no tenga alteraciones en su forma física o este rota su carcasa si es el caso desecharla inmediatamente antes que pueda suceder un accidente como explosión por sobrecarga o mal funcionamiento ya que el amperaje que maneja este tipo de batería son muy altos.
- Nunca exponer los contactos de la batería con objetos metálicos ya que estos pueden ocasionar cortos circuitos dentro de la batería.
- Si en alguna ocasión no emite corriente la batería comprobar si el fusible está en buen estado caso contrario sustituirlo con uno de la misma resistencia (40 amperios)
- Utilizar exclusivamente el cargador que viene junto a la bicicleta ya que este está diseñado para ese tipo de carga y tensión.

- Para que tenga una vida útil más prolongadas no se debe dejar que la batería se descargue por completo o llegue a cero para hacerlo, esto hace que los componentes internos empiecen a tener una tensión innecesaria de sus celdas, es por eso que se recomienda cargarla prolongadamente aun si haya recorrido poca distancia.

### **4.3 RECOMENDACIONES DEL USO DE LA BICICLETA**

- Para que la bicicleta tenga una autonomía más extensa se recomienda no utilizar solo el sistema de energía eléctrica para el impulso de la misma, sino coordinadamente los dos sistemas, ya que es una bicicleta con asistencia eléctrica mas no bicicleta eléctrica con asistencia de pedaleo.
- No someterle a la bicicleta a terrenos de tercer orden y a fuertes lluvias ya que al tener conexiones eléctricas tanto en la caja de accesorios eléctricos como en el interior de la rueda trasera esto podría ocasionar que ingrese agua o suciedades al interior de dichos elementos y dañar sus componentes.
- Si en caso de daños como: no acelera, atascamiento al momento de la inercia del motor, fallos del sistema de luminaria, no manipular el sistema llevar donde un técnico especializado ya que contiene componentes electrónicos y su mal manipulación podría causar daños mayores.
- No se recomienda a ir a velocidades mayores a los 30 km por varios motivos, por el consumo de mayor batería y por seguridad del niño y la persona que lo transporta.

## Bibliografía

- ACHS. (2015). *estudio de seguridad de remolque y semiremolques*. juares.
- AGA, d. (04 de 09 de 2015). AGA. Recuperado el 06 de 03 de 2018, de <https://distribuidoraga.wordpress.com/electrodos/>
- Bueno, D. (2013). *sistemas automatizados*.
- Cabezas, D. (s.f). *Niños con discapacidad... ¡y capaces de todo en bici!*  
Recuperado el 18 de 02 de 2018, de <https://www.ciclosfera.com/ninos-discapacidad-bicicleta/>
- Consejo Nacional de Fomento Educativo. (11 de 01 de 2010). *Discapacidad motriz*.  
Obtenido de <https://serviciosaesev.files.wordpress.com/2016/02/discapacidad-motriz.pdf>
- Dominguez, E. J. ("s.f"). *sistmamas de carga y arranques*.
- Dr.Tango. (10 de 03 de 2019). *biblioteca nacional de medicina de los EE.UU*.  
Recuperado el 18 de 02 de 2018, de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003298.htm>
- Eduardo Alcaide, D. C. (2015). *maquinas electricas control de motores brushless*.
- El universo. (21 de 06 de 2021). *EL UNIVERSO*. Obtenido de <https://www.eluniverso.com/noticias/economia/tarifas-electricas-de-ecuador-son-competitivas-segun-colegio-de-ingenieros-electricos-y-la-arc-nota/>
- Emable, n. u. (2003). *Los derechos y la dignidad de las personas con discapacidad*.  
mexico.
- Español, J. d. (10 de 2015). *babycenter*. Recuperado el 28 de 02 de 2018, de <https://espanol.babycenter.com/a10900118/seguridad-en-el-auto-bolsas-de-aire>
- fitfiu. (s.f). *recomendaciones y tendencias*. Recuperado el 18 de 02 de 2018, de [https://www.recomendacionesytenencias.com/remolques-de-bici-para-ninos/#Que\\_es\\_un\\_remolque\\_para\\_bici\\_para\\_ninos](https://www.recomendacionesytenencias.com/remolques-de-bici-para-ninos/#Que_es_un_remolque_para_bici_para_ninos)

- FOSS, K. (s.f). *LABICIKLETA*. Recuperado el 24 de 02 de 2018, de <https://labicikleta.com/11-tipos-de-freno-para-bicicleta/>
- Generatuluz, C. (2019). *GENERATULUZ*. Recuperado el 18 de 02 de 2018, de <https://www.generatuluz.com/tu-propia-instalacion-aislada/baterias-plomo-acido/>
- Grijalbo. (1986). *diccionario enciclopedico Grijalbo*.
- Hermida, C. A. (2018). Tecnología asistiva para personas con discapacidad motora. *youngmarketing.go*.
- Herrera, R. (2016). *rice propulsion*. Recuperado el 18 de 02 de 2018, de [http://www.ricepropulsion.com/TNLS/que\\_es\\_la\\_propulsion.htm](http://www.ricepropulsion.com/TNLS/que_es_la_propulsion.htm)
- INEN. (2008). *VEHÍCULOS AUTOMOTORES CARROCERIAS DE BUSES REQUISITOS*. QUITO: ROAD VEHICLES. BUS BODIES. REQUIREMENTS.
- jimdo. (2015). *electronica del futuro 2020*. Recuperado el 18 de 02 de 2018, de <https://electronicadelfuturo2020.jimdo.com/-/motor-brushless/>
- mava. (18 de 2 de 2010). *dialnet.fujhg*. Recuperado el 08 de 02 de 2019, de [jzxbcjafujhh](http://jzxbcjafujhh)
- meganeboy, D. (2014). *aficionados a la mecanica*. Recuperado el 25 de 02 de 2018, de <http://www.aficionadosalamecanica.net/suspension3.htm>
- motor, e. (1998). *MOTORGIGA*. Recuperado el 18 de 02 de 2018, de <https://diccionario.motorgiga.com/diccionario/electrico-motor-definicion-significado/gmx-niv15-con193957.htm>
- O.M.S. (s.f). Pautas para el suministro de sillas de ruedas en entornos de menores recursos. L'IV Com Sàrl.
- P.E, I. (25 de 04 de 2014). *CIENCIA Y TECNOLOGA*. Recuperado el 18 de 02 de 2018, de <http://architecnologia.blogspot.com/2014/04/baterias-de-ion-litio-conceptos.html>

Parera, A. M. (2000). *Sistemas de seguridad y confort en vehículos automóviles*. barcelona españa: boixareu editores.

PLAN NACIONAL DE DESARROLLO. (22 de 09 de 2017). *CONSEJO NACIONAL DE PLANIFICACIÓN (CNP)*. Obtenido de [https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL\\_0K.compressed1.pdf](https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_0K.compressed1.pdf)

Real, J. S. (1988). *La Física de la bicicleta*. madrid: ediciones de la torre.

Sorgato , V. (17 de 08 de 2016). *EL COMERCIO*. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/tendencias/contaminacion-aire-quito-ninos-ambiente.html>

tonius. (21 de 02 de 2016). *comunidad biker*. Recuperado el 24 de 02 de 2018, de <https://comunidadbiker-mtb.com/frenos-de-disco-hidraulicos-mecanica-funcionamiento-tipos/>

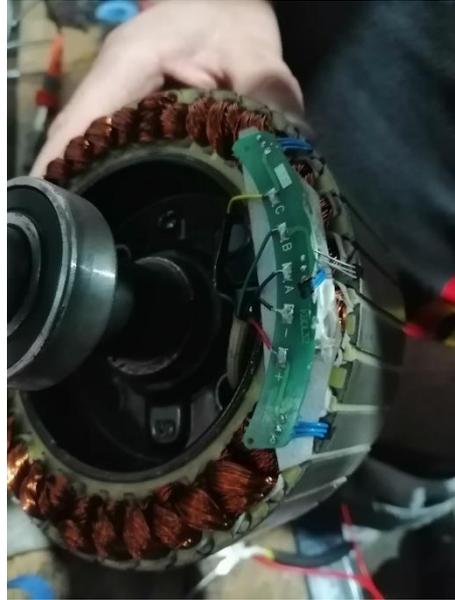
Vazques, E. A. (2006). *disapacidad lo que todos debemos saber*.

Viñas, J. M. (2008). *protocolos diagnosticos y terapeuticos de la AEP*.

Yedamale, P. (2003). Brushless DC (BLDC) Motor Fundamentals. En *MICROCHIP AN885*. USA: Microchip Technology Inc.

# Anexos







**ANTES**



**DESPUES.**