



**Ensamblaje de un triciclo de carga de acuerdo a selección de componentes y materiales
idóneos.**

Solis Basantes, Erik Leonardo

Departamento de Ciencias de Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

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

Automotriz

Ing. Ramos Jinez, Alex Javier

26 de septiembre de 2021



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

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, **“Ensamblaje de un triciclo de carga de acuerdo a selección de componentes y materiales idóneos”** fue realizado por el señor **Solis Basantes, Erik Leonardo** la cual ha sido revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto, cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, septiembre de 2021.

Ing. Ramos Jinez, Alex Javier

C.C. 1804326625

RESULTADO DE ANÁLISIS URKUND

22/9/21 16:17

Trabajo de titulación estudiante

Informe de originalidad

NOMBRE DEL CURSO
MIC PI Profesionalizante

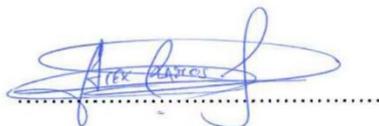
NOMBRE DEL ALUMNO
ERIK LEONARDO SOLIS BASANTES

NOMBRE DEL ARCHIVO
ERIK LEONARDO SOLIS BASANTES - Documento sin título

SE HA CREADO EL INFORME
22 sept 2021

Resumen

Fragmentos marcados	84	24 %
Fragmentos citados o entrecuillados	29	8 %



Ing. Ramos Jinez, Alex Javier

C.C. 1804326625



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

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Solis Basantes, Erik Leonardo**, con cédula de ciudadanía n° **1850435262**, declaro que el contenido, ideas y criterios, de la monografía: **“Ensamblaje de un triciclo de carga de acuerdo a selección de componentes y materiales idóneos”**, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas

Latacunga, septiembre de 2021.

Solis Basantes, Erik Leonardo

C.C. 1850435262



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

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo, **Solis Basantes, Erik Leonardo** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: “**Ensamblaje de un triciclo de carga de acuerdo a selección de componentes y materiales idóneos**” en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, septiembre de 2021.

.....
Solis Basantes, Erik Leonardo

C.C. 1850435262

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado a mis padres, hermano, abuelos, los cuales siempre han sido el apoyo fundamental brindándome la oportunidad de culminar con mis estudios los cuales inculcaron en mi las bases de responsabilidad y deseo de superación.

A toda mi familia y a las personas que creyeron en mí, alentándome para culminar mi vida como estudiante.

A mi compañeros y amigos que compartieron esta lucha día a día en toda esta de etapa como estudiantes, llevando conmigo hermosos y gratos recuerdos que perduraran para siempre.

Solis Basantes, Erik Leonardo

Agradecimiento

Agradezco a todas aquellas personas que nos han apoyado de forma desinteresada en el desarrollo de este proyecto tanto de forma directa como de forma indirecta. A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE la cual me abrió las puertas y me dio la oportunidad de superarme.

A todos los docentes, tutores y profesionales que me han aconsejado mediante sus conocimientos y experiencia me han capacitado y preparado para entrar en el entorno profesional que abarca la Mecánica Automotriz en especial al Sr. Ing. Alex Ramos Jinez por su dedicación para que este trabajo final culmine de la mejor manera.

En especial agradezco a toda mi familia por haberme ayudado ética, moral y económicamente en el transcurso de toda esta carrera universitaria.

Solis Basantes, Erik Leonardo

Tabla de contenidos

Carátula	1
Certificación	2
Resultado de analisis urkund.....	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento	7
Tabla de contenidos	8
Índice de figuras.....	13
Índice de tablas	16
Resumen.....	17
Abstract	18
Planteamiento del problema.....	19
Antecedentes.....	19
Planteamiento del problema.....	20

Justificación e importancia	21
Objetivos.....	22
<i>Objetivo general.....</i>	<i>22</i>
<i>Objetivos específicos</i>	<i>22</i>
Alcance	22
Marco teórico	23
El triciclo de carga	23
Tipos de triciclos de carga	24
<i>Triciclo mixto.</i>	<i>25</i>
<i>Triciclo familiar</i>	<i>26</i>
<i>Triciclo de Carga.....</i>	<i>26</i>
Finalidad de los triciclos de carga	27
<i>Usos que suelen tener un triciclo de carga</i>	<i>27</i>
Sistemas mecánicos de un triciclo de carga.....	28
<i>Sistema Estructural</i>	<i>28</i>
Estudio de los materiales	29
<i>Acero</i>	<i>30</i>
<i>Aluminio</i>	<i>31</i>
<i>Titanio.....</i>	<i>32</i>
<i>Fibra de carbono.....</i>	<i>32</i>
Disposición de las ruedas	32

Transmisión de potencia	33
Tipos de transmisión de potencia.....	34
<i>Transmisión por cadena.....</i>	<i>34</i>
<i>Transmisión por engranajes</i>	<i>35</i>
<i>Transmisión por correas o bandas.....</i>	<i>35</i>
Dirección.....	36
Frenado	37
Sistema eléctrico.....	38
<i>Motores eléctricos</i>	<i>38</i>
<i>Motores de corriente continua.....</i>	<i>38</i>
<i>Motor en serie</i>	<i>39</i>
<i>Motor compound.....</i>	<i>39</i>
<i>Servomotor.....</i>	<i>42</i>
<i>Motores de corriente alterna.....</i>	<i>43</i>
<i>Asíncrono.....</i>	<i>43</i>
<i>Motor universal</i>	<i>44</i>
Baterías	44
<i>Características de las baterías.....</i>	<i>45</i>
<i>Batería Plomo-Ácido (Pb-Ácido).....</i>	<i>46</i>
<i>Batería Níquel-Cadmio (Ni-Cd).....</i>	<i>46</i>
<i>Baterías de Níquel-Metal hidruro (Ni-MH).....</i>	<i>47</i>
<i>Baterías de Níquel-Hierro (Ni-Fe).....</i>	<i>47</i>
<i>Batería de Níquel-Zinc (Ni-Zn).....</i>	<i>47</i>

<i>Baterías de iones de litio (Li-Ion)</i>	47
Controladores.....	48
Análisis de elementos finitos por computador	48
Desarrollo del proyecto	49
Determinación de materiales estructurales para la construcción del triciclo de carga	49
<i>Tabla de Ecuaciones y Fórmulas</i>	50
Criterios de diseño de la estructura de la canastilla del triciclo de carga.....	50
Selección de componentes mecánicos para la construcción del triciclo de carga.....	52
Sistema estructural	53
<i>Cálculos para la selección de material de la base de una viga</i>	54
<i>Propiedades de Material SAE J 403 1008</i>	59
Construcción del triciclo de carga	63
<i>Construcción de la parte trasera del triciclo de carga</i>	63
<i>Sistema de frenado</i>	65
<i>Construcción de canastilla del triciclo de carga</i>	66
Adaptaciones adiciones	68
<i>Caja de conexiones y ubicación de batería y controlador</i>	68
Pruebas de funcionamiento	70

Prueba de funcionamiento estructural del triciclo de carga	70
Pruebas de funcionamiento del sistema eléctrico	71
Prueba de funcionamiento del sistema de transmisión	74
Marco administrativo	76
Recursos humanos	76
Recursos tecnológicos	76
Recursos materiales	77
Presupuesto	78
Cronograma	78
Conclusiones	80
Recomendaciones	81
Bibliografía	82
Anexos	86

Índice de figuras

Figura 1 <i>Primera bicicleta de carga</i>	24
Figura 2 <i>Triciclo de carga tipo mixto</i>	25
Figura 3 <i>Triciclo familiar</i>	26
Figura 4 <i>Triciclo de carga</i>	27
Figura 5 <i>Estructura del triciclo de carga</i>	29
Figura 6 <i>Disposición de ruedas en los triciclos de carga</i>	33
Figura 7 <i>Sistema de transmisión por cadena</i>	34
Figura 8 <i>Sistema de transmisión por engranajes</i>	35
Figura 9 <i>Sistema de transmisión por correas o bandas</i>	36
Figura 10 <i>Sistema de dirección del triciclo</i>	37
Figura 11 <i>Sistema de frenado</i>	37
Figura 12 <i>Motor Serie</i>	39
Figura 13 <i>Motor compound</i>	40
Figura 14 <i>Motor shunt</i>	40
Figura 15 <i>Motor sin escobillas</i>	41
Figura 16 <i>Motor paso a paso</i>	42

Figura 17 <i>Servomotor</i>	42
Figura 18 <i>Motor asíncrono</i>	43
Figura 19 <i>Motor síncrono</i>	43
Figura 20 <i>Motor universal</i>	44
Figura 21 <i>Circuito de carga y descarga de baterías</i>	45
Figura 22 <i>Diseño de la canastilla del triciclo de carga</i>	53
Figura 23 <i>Diagrama estático de fuerzas y reacciones</i>	54
Figura 24 <i>Diagrama de fuerza cortante y momento flector</i>	55
Figura 25 <i>Selección de material mediante el software MDSOLID</i>	57
Figura 26 <i>Propiedades del material simulado en el software MDSOLID</i>	57
Figura 27 <i>Perfiles L disponibles en el mercado ecuatoriano</i>	58
Figura 28 <i>Análisis elástico de desplazamiento de la canastilla</i>	60
Figura 29 <i>Análisis elástico de tensiones de la canastilla</i>	61
Figura 30 <i>Resultados obtenidos mediante el análisis de factor de seguridad</i>	62
Figura 31 <i>adaptación de cuadro de bicicleta</i>	64
Figura 32 <i>Adaptación del telescopio cuadro de bicicleta</i>	64
Figura 33 <i>Tornillo de transmisión para unir el cuadro de la bicicleta con la canastilla</i> ..	65

Figura 34 <i>Sistema de frenado mecánico e hidráulico.</i>	65
Figura 35 <i>Base del triciclo de carga.</i>	66
Figura 36 <i>Paredes del triciclo.</i>	67
Figura 37 <i>Viga de soporte para la unión de la canastilla con el cuadro de la bicicleta.</i> 67	
Figura 38 <i>Guardabarros de las llantas delanteras de la canastilla.</i>	68
Figura 39 <i>Caja de conexión y almacenaje de batería y controlador.</i>	68
Figura 40 <i>Ensamblaje final del triciclo de carga.</i>	69
Figura 41 <i>Prueba de funcionamiento del chasis del triciclo de carga.</i>	70
Figura 42 <i>Prueba de funcionamiento del chasis con de aproximadamente 200 kg.</i>	71
Figura 43 <i>acelerador del triciclo de carga.</i>	72
Figura 44 <i>Freno para desaceleración del triciclo.</i>	72
Figura 45 <i>Freno para desaceleración del triciclo.</i>	73
Figura 46 <i>Motor del triciclo de carga.</i>	73
Figura 47 <i>Controlador del sistema eléctrico.</i>	74
Figura 48 <i>Display del sistema eléctrico.</i>	74
Figura 49 <i>Sistema de transmisión.</i>	75

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Tabla de ecuaciones y fórmulas</i>	50
Tabla 2 <i>Requerimientos técnicos para la construcción de la estructura.</i>	51
Tabla 3 <i>Determinación de los componentes para la construcción de la estructura.</i>	52
Tabla 4 <i>Propiedades mecánicas del acero 1008</i>	59
Tabla 5 <i>Resumen de análisis estático y validación</i>	63
Tabla 6 <i>Recursos humanos</i>	76
Tabla 7 <i>Recursos tecnológicos</i>	77
Tabla 8 <i>Recursos materiales</i>	77
Tabla 9 <i>Presupuesto</i>	78
Tabla 10 <i>Cronograma</i>	79

Resumen

El presente proyecto trata del análisis y diseño de la estructura del triciclo desde el punto de vista comercial, estructural, mecánico y eléctrico. Por lo que el trabajo logra convertirse en una excelente alternativa a los métodos habituales de reparto y estiba en los centros de mercadeo de nuestro país es decir se trata de una propuesta responsable con el medio ambiente, la cual brinda confort y seguridad al operador. El triciclo de carga es un vehículo de transporte para mercancías dentro de centros de abastos en los mercados ecuatorianos, generalmente propulsado a pedales; a razón de ello el proyecto incorpora un motor eléctrico de alta eficiencia para ayudar a los estibadores a realizar un menor esfuerzo físico al momento de pedalear. Para ensamblar el triciclo de carga se ha llevado a cabo una investigación acerca de los tipos de triciclos existentes en los centros de mercadeo determinando su estructura, modelos y sistemas de transmisión. Con dicha información se efectúa el diseño y análisis de elementos finitos mediante el software SolidWorks y MDSolid para así obtener los componentes idóneos que cumplan con el factor de seguridad deseado para la construcción del triciclo. Finalmente se corrobora las características y disponibilidad de los materiales estructurales dentro del mercado ecuatoriano mediante las tablas de datos y proformas de la empresa DIPAC Ec, de este modo de consigue el chasis del triciclo sea dimensionado adecuadamente.

– Palabras clave:

- **TRICICLO DE CARGA.**
- **ESTIBAJE.**
- **ESTRUCTURA.**

Abstract

This project deals with the analysis and design of the tricycle structure from a commercial, structural, mechanical and electrical point of view. Therefore, the work manages to become an excellent alternative to the usual methods of delivery and stowage in the marketing centers of our country, that is to say, it is an environmentally responsible proposal, which provides comfort and safety to the operator. The cargo bike is a transport vehicle for merchandise in Ecuadorian market supply centers, generally propelled by pedals; therefore, the project incorporates a high-efficiency electric motor to help the stevedores make less physical effort when pedaling. In order to assemble the cargo tricycle, research has been carried out on the types of tricycles available in marketing centers, determining their structure, models and transmission systems. With this information, the design and finite element analysis was carried out using SolidWorks and MDSolid software in order to obtain the ideal components that comply with the desired safety factor for the construction of the tricycle. Finally, the characteristics and availability of the structural materials in the Ecuadorian market were corroborated by means of the data tables and proformas of the company DIPAC Ec, in order to get the tricycle chassis properly dimensioned.

– Keywords:

- **CARGO BIKE.**
- **STORAGE**
- **STRUCTURE.**

Capítulo I

1. Planteamiento del problema

1.1 Antecedentes

Hasta hace poco más de un siglo, la carga y descarga de insumos y productos para la comercialización en centros de abastos la realizaban grupos sociales más bajos porque la accidentalidad era alta, requería fuerza bruta y era una actividad penosa, es decir, implicaba un mucho esfuerzo o gran dificultad.

La disertación denominada RELACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO ERGONÓMICO SEGÚN NIOSH CON LOS TRASTORNOS MÚSCULO ESQUELÉTICOS EN ESTIBADORES “determina que en varias empresas del Ecuador el trabajo de estibaje se desarrolla en condiciones precarias de seguridad, lo que influye de forma negativa en la salud de los trabajadores, pues según estudios han demostrado, que el manejo de peso sin ningún tipo de control genera alteraciones a nivel músculo esquelético, las más comunes se observan a nivel de la zona lumbar y cervical ya que, debido a la carga y aplicación de fuerza”, se encontró que existe un alto porcentaje de riesgo postural, y al ser combinado con otros factores como el peso y la edad, existe un mayor riesgo de lesiones y cerca del 95% de los estibadores soportan transporte de cargas con peso excesivo. (Yáñez, 2019).

Aunque los estibadores trasladaban tradicionalmente las cargas manualmente hacia los centros de almacenaje o bodegas, de forma progresiva se fueron introduciendo elementos mecánicos para aumentar la velocidad de las descargas. De esta forma, se fue sustituyendo la fuerza física por máquinas y equipos mecánicos.

1.2 Planteamiento del problema

La salud ocupacional en el mundo lleva a cabo medidas preventivas y garantiza la salud y la seguridad de quienes trabajan en el sitio de trabajos forzados principalmente en actividades de mayor riesgo, como los estibadores. La estiba, es una actividad de manipulación de carga comercial, que trata del transporte, colocación y acomodación de manera que la carga se encuentre estable y ocupe el menor espacio posible, ésta en muchas oportunidades requiere la realización de un sobreesfuerzo por el estibador, por el tamaño y peso de la misma.

Existen diferentes formas de hacer este tipo de trabajo, esto dependerá de la carga y la naturaleza, como por ejemplo utilizando carretillas, triciclos de carga y montacargas. En Ecuador, la mayoría de estibadores ya usan carretillas y triciclos propulsados por un sistema de tracción de cadenas para mover cargas en los centros de mercadeo, sin embargo, se observa que aún existen algunos lugares en centros de mercadeo que no han experimentado cambio alguno y continúan estibando como hace 60 años, en forma manual.

El estudio realizado por La EP-Empresa Municipal Mercado Mayorista Ambato de acuerdo a la nacionalidad de los señores estibadores que laboran en el interior de la EP-EMA cerca del 70% son ecuatorianos y alrededor del 30% son venezolanos. La provincia del Ecuador con mayor porcentaje de estibadores es la provincia de Chimborazo con el 61% seguido por la provincia de Tungurahua y Bolívar con el 15% y 14% respectivamente y finalmente con el 10% la provincia de Cotopaxi siendo aproximadamente más de 10.000 personas las cuales viven de esta actividad. (EP-Empresa Municipal Mercado Mayorista Ambato, s/f).

De no solucionarse este problema las personas que se dedican a estibar de la manera manual es decir manipular cargas que pesen más de tres kilogramos estarían expuestos a sufrir una serie de lesiones entre las más considerables lumbalgias, síndrome cervical, rupturas de tendones mismas que a largo plazo pueden convertirse en fracturas y lesiones permanentes que afectará la calidad de vida de los trabajadores

Por lo antes expuesto se propone el ensamblaje de un triciclo de carga con un sistema de propulsión eléctrica el mismo que permitirá estibar volúmenes superiores a los que se realizan manualmente además con este sistema se logrará que el operador reduzca esfuerzo físico y optimice el tiempo de entrega al momento de transportar la carga

1.3 Justificación e importancia

Este proyecto tiene como finalidad mejorar la calidad de vida de personas que realizan el trabajo de estibar en los centros de mercadeo del país consiguiendo así reducir el esfuerzo y agotamiento físico al momento de transportar cargas superiores a los 25 kg, consecuentemente al tratarse de un medio de transporte eléctrico el cual ocupará baterías reaprovechadas de vehículos híbridos.

La implementación de este triciclo de carga también conseguirá darles una segunda funcionalidad a las baterías de vehículos híbridos las cuales al ser desechadas son capaces de contaminar el medio ambiente afectando seriamente a la capa de ozono y el agua.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

ENSAMBLAR UN TRICICLO DE CARGA DE ACUERDO A SELECCIÓN DE COMPONENTES Y MATERIALES IDÓNEOS

1.4.2 Objetivos específicos

- Seleccionar elementos y componentes idóneos de acuerdo a investigación de materiales apropiados para un triciclo de carga.
- Ensamblar los componentes y armar el triciclo de carga para la implementación del sistema de propulsión eléctrico.
- Realizar pruebas de funcionamiento del triciclo de carga para comprobar la operatividad del mismo y verificar el correcto ensamblaje

1.5 Alcance

Este proyecto tiene como finalidad, el estudio, análisis y construcción de un triciclo de carga, el mismo que podrá servir para personas que se dedican al transporte de encomiendas dentro de mercados disminuyendo el esfuerzo físico del usuario.

Además, este proyecto tiene el propósito de crear nuevas formas de transporte de carga sustentable y que sea amigable con el medio ambiente evitando el desgaste de la capa de ozono reemplazando el combustible fósil por energía eléctrica pues como ya se sabe el transporte es uno de los sectores más contaminantes mundialmente. Si bien es cierto, el triciclo deberá cargar distintos objetos de diferentes pesos por lo cual es muy importante que los materiales seleccionados sean capaces de soportar un gran peso sin sufrir deformaciones o rupturas.

Capítulo II

2. Marco teórico

2.1 El triciclo de carga

Una bicicleta de reparto o triciclo de carga es un vehículo de tracción humana diseñado específicamente para transportar cargas o mercaderías con mayor rapidez y facilidad. El diseño del vehículo suele incluir una parte de carga que puede ser un cajón cerrado, una plataforma plana o una cesta. (Wikipedia, 2021) .El concepto de bicicleta de carga nació en el Siglo XIX en Inglaterra después del declive del acero gracias al proceso Bessemer en 1856 y al neumático en 1888.

Entre 1880 y 1890, se registraron cientos de patentes y bicicletas. Uno de estos primeros modelos presentaba una reducción de tamaño de la rueda delantera para acomodar una canasta en la parte delantera de la bicicleta de carga. A principios del siglo XX, este modelo fue utilizado principalmente por los trabajadores para entregar productos como leche, pan, carne, correo y verduras.

En 1895 aparece la primera patente de bicicleta eléctrica. Desde entonces, el creciente avance tecnológico de materiales, baterías, motores y electrónica ha hecho posible mejorar estos vehículos hasta tal punto que hoy se pueden encontrar un gran número de modelos para diferentes fines, como la distribución de bienes.

Figura 1*Primera bicicleta de carga*

Nota. La figura nos indica la primera bicicleta que se ocupó para el transporte de carga.

Tomado de (Wikipedia, 2021).

2.2 Tipos de triciclos de carga

Los tricíclicos de carga creados alrededor de 1818 en Inglaterra, están compuestos por tres ruedas con una adaptación denominada zona de carga, la cual puede ser una caja cerrada, una plataforma plana o una cesta, todas ellas ubicadas sobre la bicicleta o entre ruedas paralelas en la parte trasera del vehículo. (Caballero Valbuena & Ramos Medina , 2017).

El diseño básico y configuración de la cadena desarrollada en 1885 han sufrido algunas modificaciones permiten su uso para otro tipo de servicio donde las empresas y los establecimientos comerciales han adoptado la bicicleta como una herramienta clave para el desarrollo empresarial y los intercambios, refinándose para diseñar cada vez un mejor medio de transporte para repartir mercaderías.

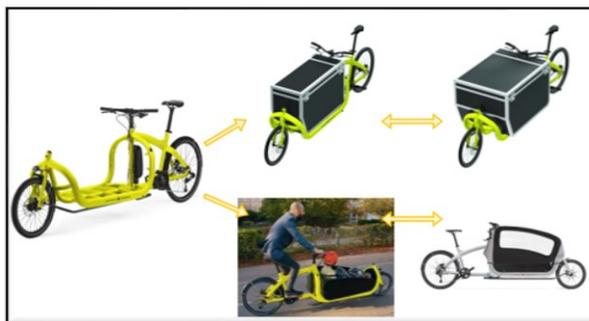
A día de hoy, se puede encontrar una infinidad de modelos de vehículos propulsados a pedales para el transporte de carga, ya sean de 2, 3 o 4 ruedas. Para tratar de escoger un modelo concreto que cumpla con los objetivos predefinidos, se lleva a cabo la siguiente clasificación: mixto, familiar, carga y adaptación. (Cárdenas Fernández & Sánchez Arqués, 2020).

Cabe indicar que el esfuerzo requerido para mover este vehículo es alto, por lo que la asistencia de un motor eléctrico ayuda para reducir la fuerza. Todos los modelos que se muestran a continuación disponen de esta ayuda.

2.2.1 Triciclo mixto.

Este subconjunto incluye vehículos polivalentes que pueden ser utilizados tanto para el transporte de mercancías y transporte de personas o mascotas. En este grupo podemos hallar bicicletas y triciclos, los cuales tienen una caja en donde se deposita la mercancía o producto para su posterior traspaso o entrega

Figura 2
Triciclo de carga tipo mixto



Nota. La figura nos indica el triciclo de carga mixto con ayuda de un motor eléctrico.

Tomado de (Cárdenas Fernández & Sánchez Arqués, 2020).

2.2.2 *Triciclo familiar*

Se define como bicicleta familiar a aquella cuyo diseño se enfoca principalmente al transporte de personas y mascotas. En este grupo se encuentran triciclos y cuadríciclos con tracción individual o compartida, es decir, pedalea más de un usuario y tienen asistencia de un motor eléctrico el cual mejora su confortabilidad (Cárdenas Fernández & Sánchez Arqués, 2020)

Figura 3

Triciclo familiar



Nota. La figura nos indica un triciclo familiar que se usa para el transporte de personas o mascotas. Tomado de (AK Streeter, 2018).

2.2.3 *Triciclo de Carga*

El cometido de este tipo de vehículos es el transporte de cargas pesadas o de grandes dimensiones. Esto es posible gracias al tamaño del compartimento donde se aloja la mercancía y algunas multinacionales de reparto están empezando a utilizarlas en sus entregas.

En este grupo se pueden encontrar arquitecturas de 2 a 4 ruedas con diferentes distribuciones de las mismas. También se puede distinguir entre la ubicación de la caja de almacenamiento, la cual puede situarse delante o detrás del ciclista.

Figura 4
Triciclo de carga



Nota. La figura nos indica un triciclo de carga que se usa para el transporte de mercancías. Tomado de (Cárdenas Fernández & Sánchez Arqués, 2020)

2.3 Finalidad de los triciclos de carga

El triciclo de carga está construido especialmente para el trabajo referido a la distribución y transporte de productos de materiales pesados dentro de una ciudad. Se trata sencillamente de una bicicleta de 3 ruedas de carga con la que podemos transportar mucho peso.

Es una alternativa existente en el mercado a los coches que superan en su velocidad media en las zonas urbanas o rurales. Es una fuente de ahorro económico teniendo en cuenta todo lo que puedes transportar en los triciclos de carga, desde llevar a tus hijos hasta transportar mercancías. (triciclos, s/f).

2.3.1 Usos que suelen tener un triciclo de carga

- **Transporte de mercancías:** Los triciclos de carga son ideales para transportar los baldes de agua, cajas y otro tipo de mercancías.
- **Establecimientos móviles:** Con un triciclo de carga trasera se podrá llevar un establecimiento a cualquier lado, y poder vender artículos y mercaderías

- **Venta ambulante de alimentos y bebidas:** En zonas de playa o turísticas es muy común encontrar individuos vendiendo este tipo de productos en triciclos de carga.
- **Promoción publicitaria:** se podrá llevar productos de marcas para la venta y publicidad de la misma
- **Servicios de mercancía:** En sectores referentes al servicio postal y la paquetería antiguamente era muy típico encontrar personas trabajando con este tipo de vehículos para no soportar todo el peso que debían llevar.
- **Transporte del material de trabajo:** Con un triciclo de carga podrás llevar cualquier tipo de herramientas y maquinarias que se necesite para realizar un trabajo

2.4 Sistemas mecánicos de un triciclo de carga

2.4.1 Sistema Estructural

La estructura, o chasis, corresponde al conjunto de barras generalmente soldadas en barras metálicas, que son responsables de las cargas a las que está sometido el vehículo y ofrecen una adecuada ergonomía para el usuario que lo transporta.

Su construcción varía en función de la actividad a desarrollar por el usuario, ya sea pasear, transportar personas, o utilizar para el trabajo como medio de transporte de productos dentro de centros de mercadeo

Figura 5
Estructura del triciclo de carga



Nota. La figura nos indica las medidas referenciales de la estructura de un triciclo de carga. Tomado de (triciclos trejo, s/f).

2.5 Estudio de los materiales

Uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta al diseñar una estructura es el tipo de material que se utilizará para su construcción. Para determinar qué material es el más adecuado para este estudio, es necesario analizar las propiedades mecánicas, la adquisición y la facilidad para obtener la geometría deseada.

A continuación, se describen las propiedades mecánicas más importantes:

- **Densidad:** Es una magnitud escalar que permite medir la cantidad de masa que hay en un determinado volumen de una sustancia [Kg/m^3].
- **Tensión de límite elástico:** Es la tensión máxima que un material puede soportar sin sufrir deformaciones permanentes [MPa].
- **Tensión de ruptura:** Indica el final del comportamiento estable del material [MPa].
- **Módulo de Young:** Indica la relación entre los incrementos de tensión a tracción aplicados y los incrementos de deformación longitudinal unitaria [GPa].

- **Módulo de Rigidez:** caracteriza el cambio de forma que experimenta un material elástico cuando se aplican esfuerzos cortantes [GPa].
- **Coefficiente de Poisson:** Evalúa la relación entre la contracción relativa de una sección transversal y el alargamiento relativo de la sección longitudinal [-].
- **Dureza Brinell:** Resistencia que presenta un material a dejarse rayar por otro [HB].
- **Rigidez:** Es la capacidad de un elemento estructural para soportar esfuerzos sin adquirir grandes deformaciones.
- **Resistencia:** Capacidad de un material para soportar un determinado esfuerzo exterior.
- **Estabilidad:** Es la capacidad de una estructura de alcanzar un estado de equilibrio mecánico bajo las fuerzas que actúan sobre ella

Los materiales más utilizados para la construcción de chasis de bicicletas y triciclos son el acero, el aluminio, el titanio y la fibra de carbono, algunos de ellos utilizados en aleaciones. A continuación, se detalla y analizan cada uno de estos materiales

2.5.1 Acero

En la actualidad el acero es el más utilizado para la fabricación de cuadros de bicicletas y triciclos estos son los aceros al cromo-molibdeno, comúnmente conocido como chromoly. Los elementos de aleación son el cromo y el molibdeno, que en su conjunto proporcionan una alta resistencia a la tracción, ductilidad y más fuerza y dureza que el acero estándar AISI 1020.

Los dos últimos dígitos de su nomenclatura (AISI 41xx) corresponden a la composición de carbono en centésimas de punto porcentual, siendo la más habitual para la fabricación de bicicletas la 4130 (con un 0,3% de carbono). Su composición química incluye hierro (Fe), cromo (Cr), manganeso (Mn), carbono (C), silicio (Si), molibdeno (Mo), azufre (S) y fósforo (P). (Cárdenas Fernández & Sánchez Arqués, 2020).

Pese a presentar mejores propiedades que un acero convencional, es necesario realizar un tratamiento térmico posterior a la soldadura o aumentar el espesor del tubo en las uniones para evitar que estas presenten peores características mecánicas.

2.5.2 Aluminio

El aluminio es blando, maleable y su punto de fusión es de 660 °C. El aluminio es un metal no ferromagnético y sumamente liviano (posee una bajísima densidad), lo cual lo hace ideal para numerosas aplicaciones industriales, como la fabricación de envases (latas) o de paneles. (Uriarte, 2019)

Por lo que hace al aluminio, la forma más habitual de fabricación para el conformado de cuadros de bicicletas es mediante la combinación con otros elementos. Las aleaciones más típicas son la 6061, la 6063 y la 7005, a las cuales se les suele realizar el tratamiento térmico de templado para mejorar sus propiedades mecánicas

Dichas aleaciones presentan en su composición química elementos como el silicio (Si), hierro (Fe), cobre (Cu), manganeso (Mn), magnesio (Mg), cromo (Cr), zinc (Zn) y titanio (Ti) en mayor o menor medida.

2.5.3 Titanio

El titanio es un material muy apropiado para la construcción de chasis de bicicletas. Prestaciones como la alta rigidez, resistencia, tenacidad, baja densidad y buena resistencia a la corrosión hacen que sea muy útil para fabricar estas estructuras.

Su bajo módulo de Young da lugar a una flexibilidad que permite absorber las vibraciones e impactos del terreno, proporcionando una conducción más cómoda y suave. No obstante, hay que tener muy en cuenta esta propiedad en el diseño para evitar grandes deformaciones (Cárdenas Fernández & Sánchez Arqués, 2020)

2.5.4 Fibra de carbono

Es un material que no se utiliza para la fabricación de bicicletas o triciclos por su elevado coste de mano de obra. Sin embargo, este precio se está reduciendo con el paso del tiempo gracias a nuevos avances en su modo de fabricación como, por ejemplo, la creación de algunas piezas con impresoras 3D.

Las propiedades que destacan de este material son: la elevada resistencia mecánica, la baja densidad, el aislamiento térmico, la elasticidad, la conservación de la estructura ante la temperatura y la resistencia a la corrosión, al fuego y a la conducción de la electricidad.

2.6 Disposición de las ruedas

Esta sección examina las diferencias en la disposición del triciclo y sus medidas. En el caso de la colocación de las dos ruedas delanteras, se obtiene un sistema de transmisión más simple, pero una dirección más compleja. Esto es debido a la necesidad de colocar un mecanismo de barra que haga girar las dos con un centro de

rotación común, de lo contrario se produciría un movimiento de traslación. Por el contrario, colocando las dos ruedas detrás se obtiene el efecto contrario. Además, posibilita efectuar giros más estrechos.

Respecto a la carga, dado que esta se ubica entre las dos ruedas, si se establece en la parte delantera se podrá tener un mejor control visualmente durante el trayecto que se realice, mientras que si se construye en la parte trasera será difícil observar lo la maniobra que se esté realizando

Figura 6

Disposición de ruedas en los triciclos de carga.



Nota. La figura nos indica la distinta disposición de ruedas de un triciclo de carga.

2.7 Transmisión de potencia

El sistema que ocupa un triciclo de carga convencional es el encargado de poner en movimiento, transmitiendo el par generado por el usuario a las ruedas. Se compone de: pedales, platos, coronas, piñones, cadenas y desviadores

En un sistema en donde se utiliza un motor para generar la transmisión se les conoce como triciclos de carga eléctricos los cuales son más costosos, pero ayuda al usuario a realizar menos esfuerzo al transportar mercaderías

2.8 Tipos de transmisión de potencia

La transmisión de potencia es un conjunto de elementos que permite conducir potencia de una fuente a otro mecanismo está a la vez incrementando, manteniendo o decreciendo la velocidad y el torque.

2.8.1 Transmisión por cadena

Las transmisiones de potencia por cadena se dividen en dos dependiendo del tipo de cadena: las de rodillos o las articuladas. Las primeras están formadas por eslabones de acero unidos mediante ejes, mientras las segundas están compuestas por eslabones esenciales que encajan en los dientes de las ruedas y proporcionan un funcionamiento uniforme y silencioso. (AyJ Transmisiones y Equipos, 2020)

Figura 7

Sistema de transmisión por cadena



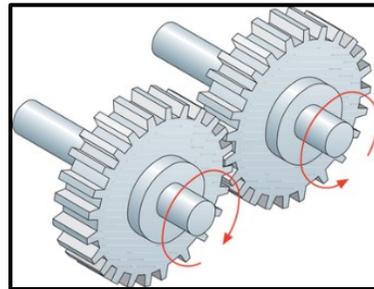
Nota. La figura nos indica el sistema de transmisión por cadena utilizado en distintos medios de transporte. Tomado de (Bladteth, 2006).

2.8.2 Transmisión por engranajes

La transmisión de potencia por engranajes trabaja por el acoplamiento de dos ruedas dentadas, una móvil y otra conducida. Cuando se encajan los dientes de la rueda motora en la conducida, la arrastra diente a diente.

Este es el sistema de transmisión más utilizado en una amplia gama de relaciones de transmisión, potencias y velocidades en el diseño industrial. En las bandas transportadoras, se utiliza principalmente como reductores de velocidad. (AyJ Transmisiones y Equipos, 2020).

Figura 8
Sistema de transmisión por engranajes



Nota. La figura nos indica el sistema de transmisión por engranajes ya sea como reductor o amplificador. Tomado de (La Escuela técnica, 2021).

2.8.3 Transmisión por correas o bandas

Este sistema de transmisión se compone de dos o más ruedas o poleas sujetas a un movimiento de rotación por medio de una correa o banda continua colocada a una tensión determinada. (AyJ Transmisiones y Equipos, 2020).

Una de las poleas es móvil (también conocida como conductora) que es la encargada del movimiento causado por el motor, en otras palabras, es el eje que posee el movimiento que se transmite. Por otro lado, está la polea movida o conducida y es la que va ajustada al eje que necesita ser movida.

Figura 9

Sistema de transmisión por correas o bandas



Nota. La figura nos indica el sistema de transmisión por bandas o correas que se utilizan para algunos medios de transporte. Tomado de (La Escuela técnica, 2021).

2.9 Dirección

El sistema de dirección permite cambiar el rumbo del triciclo a través del giro del manillar, el cual está conectado a la canastilla que sostiene las ruedas delanteras las cuales giran al igual que el manillar

Figura 10
Sistema de dirección del triciclo



Nota. La figura nos indica el sistema de dirección de los triciclos de carga.

2.10 Frenado

El sistema de frenado tiene la finalidad de detener, reducir o mantener la velocidad del triciclo. Se pueden encontrar distintos tipos de frenos mecánicos e hidráulicos, siendo los más comunes los frenos en V y los frenos de disco

Figura 11
Sistema de frenado



Nota. La figura nos indica el sistema de frenado utilizado en bicicletas, triciclos y motos.

Tomado de (Disugarte, 2014).

En el momento que se acciona la palanca que se encuentra en el manillar, tensa un cable que va desde éste hacia las pinzas de freno haciendo que se cierren. En el caso del freno en V, las zapatas ejercen presión en la llanta de la rueda, mientras que los frenos de disco la ejercen en un disco metálico que gira solidario al buje de la rueda.

2.11 Sistema eléctrico

El sistema eléctrico para la construcción de un triciclo de carga está conformado por un motor eléctrico, una batería de vehículo híbrido y un controlador de velocidad.

2.11.1 Motores eléctricos

Los motores eléctricos son máquinas rotatorias que se encargan de convertir la energía eléctrica en energía mecánica a través de la acción de los campos magnéticos producidos por sus bobinas. Se pueden dividir en tres grupos: los motores de corriente continua, los motores de corriente alterna y los motores universales. (BLOG VENTAGENERADORES, 2015).

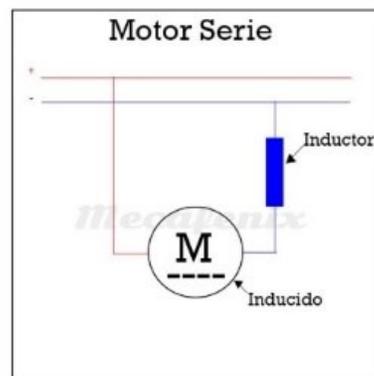
2.11.2 Motores de corriente continua

Los motores eléctricos de corriente continua, como su nombre lo indica trabaja con corriente continua y transforma la energía eléctrica en energía mecánica, generando un movimiento rotatorio mediante la acción que se genera del campo magnético. En función de la forma en la que estén conectados, podemos distinguir distintos tipos de motores eléctricos:

2.11.3 Motor en serie

En este tipo de motor eléctrico el inducido y el inductor están conectados en serie. Su voltaje es constante y el campo de excitación se incrementa con la carga ya que la corriente es la misma que de excitación. Se caracteriza por mantener una potencia constante a cualquier velocidad. (BLOG VENTAGENERADORES, 2015).

Figura 12
Motor Serie



Nota. La figura nos indica la conexión interna del tipo de motores en serie. Tomado de (Ingeniería Mecafenix, 2017).

2.11.4 Motor compound

El motor eléctrico compound está compuesto por dos bobinados inductores, uno se encuentra colocado en serie y otro en derivación con el circuito, que son los que producen la excitación. Se emplean cuando se requiere una respuesta estable para un rango de velocidades amplio.

Figura 13
Motor compound



Nota. La figura nos indica un motor compound. Tomado de (Ingeniería Mecafenix, 2017).

Motor shunt

Este dispositivo tiene el inductor conectado en paralelo con el circuito compuesto por los bobinados inducidos. El motor shunt posee una elevada resistencia gracias a las características de sus bobinas y son los más apropiados cuando se requiere un motor de velocidad constante

Figura 14
Motor shunt



Nota. La figura nos indica un motor shunt. Tomado de (Ingeniería Mecafenix, 2017).

Motor eléctrico sin escobillas

El popular motor brushless o conocido también como motor sin escobillas no utiliza escobillas para efectuar la modificación de polaridad en el rotor. Son unos de los más comunes actualmente porque son rentables, ligeros y no precisan de mucho mantenimiento su desventaja son sus elevados precios

Figura 15

Motor sin escobillas



Nota. La figura nos indica un motor eléctrico sin escobillas o conocido también como motor brushless. Tomado de (Ingeniería Mecafenix, 2017).

Motor paso a paso

El motor paso a paso es capaz de transformar una sucesión de impulsos eléctricos en desplazamientos angulares discretos, es decir, avanza una serie de grados dependiendo de sus entradas de control. Destaca por su precisión.

Figura 16
Motor paso a paso



Nota. La figura nos indica un motor eléctrico paso a paso. Tomado de (Ingeniería Mecafenix, 2017).

2.11.5 Servomotor

Este tipo de motor tiene la habilidad de situarse en cualquier posición dentro de su rango de operación y permanecer estable en cualquier posición.

Figura 17
Servomotor



Nota. La figura nos indica un servomotor. Tomado de (Ingeniería Mecafenix, 2017).

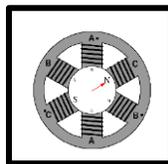
2.11.6 Motores de corriente alterna

Los motores de corriente alterna, operan con corriente eléctrica gracias a las fuerzas de giro por medio de la acción mutua de los campos magnéticos.

2.11.7 Asíncrono

En este dispositivo la velocidad del campo magnético producida por el estator supera a la velocidad de giro del rotor

Figura 18
Motor asíncrono

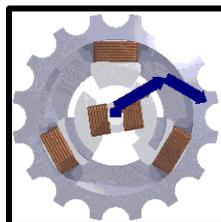


Nota. La figura nos indica un motor asíncrono. Tomado de (Ingeniería Mecafenix, 2017).

Síncrono

Los motores síncronos se caracterizan porque su velocidad del campo magnético del estator es igual a la velocidad de giro del rotor

Figura 19
Motor síncrono



Nota. La figura nos indica un motor síncrono. Tomado de (Ingeniería Mecafenix, 2017).

2.11.8 Motor universal

Estos motores eléctricos son capaces de operar tanto en Corriente Alterna como en Corriente Continua. Disponen de un menor número de espiras en el inductor para no llenar magnéticamente su núcleo y reducir las pérdidas por corrientes de Foucault y por histéresis, así como un mayor número de espiras en el inducido para equilibrar la merma del flujo por el menor número de espiras del inductor.

Figura 20

Motor universal



Nota. La figura nos indica un motor universal que trabaja tanto e CA como en CC.

Tomado de (Ingeniería Mecafenix, 2017).

2.12 Baterías

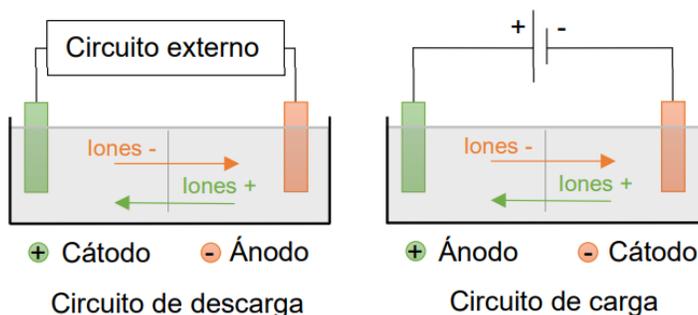
Uno de los componentes más importantes del objeto de trabajo es el uso de baterías recargables para alimentar el motor, dado que de ellas dependen algunas de las especificaciones más destacadas como la autonomía y la eficiencia energética.

Las baterías convierten la energía química almacenada en las mismas en corriente eléctrica, gracias al proceso de reducción-oxidación (redox) en el que uno de los electrodos sumergidos en electrolito pierde electrones (cátodo) y el otro los gana

(ánodo) cuando se descarga. Durante la carga, se produce el proceso inverso donde el electrodo negativo pasa a ser el cátodo y el positivo el ánodo.

Figura 21

Circuito de carga y descarga de baterías



Nota. La figura nos indica el circuito de carga y el circuito de descarga de una batería.

Tomado de (Cárdenas Fernández & Sánchez Arqués, 2020).

2.12.1 Características de las baterías

- **Tensión por celda:** las baterías están formadas por una o más celdas. Cada celda dispone de una tensión nominal. Según la cantidad de voltaje requerido, un valor elevado de este parámetro permite conseguir baterías de más tensión con un menor número de celdas, reduciendo así el peso y el volumen de la batería [*V/celda*].
- **Capacidad:** cantidad máxima de energía que puede almacenar y suministrar la batería. Se mide en amperios-hora [*A · h*].
- **Auto descarga:** proceso por el cual la batería tiende a descargarse a pesar de no estar en uso. Se mide en porcentaje de capacidad perdida respecto a la capacidad nominal en un periodo de tiempo determinado (habitualmente un mes) [%].

- **Energía específica:** cantidad de energía que puede almacenar la batería por unidad de masa. Se mide en vatios-hora por kilogramo [$W \cdot h/kg$].
- **Densidad de energía:** cantidad de energía acumulada en un volumen de una determinada sustancia. Se mide en vatios-hora por litro [$W \cdot h/l$].
- **Eficiencia:** es la relación entre la energía utilizada para la carga de la batería y la realmente almacenada [%].
- **Longevidad:** indica la cantidad de ciclos completos (carga y descarga) que puede realizar la batería durante su vida útil [*Ciclos*].
- **Coste:** precio de la batería por unidad de energía almacenada. Se mide en dólares por kilovatio-hora [$\$/kW \cdot h$].

2.12.2 Batería Plomo-Ácido (Pb-Ácido)

Están formadas por dos electrodos de plomo sumergidos en una disolución de ácido sulfúrico y agua. (Cárdenas Fernández & Sánchez Arqués, 2020).

Su uso más habitual es el arranque de motores de combustión, dado que permiten suministrar picos altos de corriente durante la descarga.

2.12.3 Batería Níquel-Cadmio (Ni-Cd)

El electrodo positivo es de oxihidróxido de níquel (NiOOH), el negativo de cadmio y el electrolito de hidróxido de potasio. Están en desuso por la aparición de nuevas tecnologías que proporcionan mejores prestaciones y sólo se utilizan en mandos a distancia, luces de emergencia. (Cárdenas Fernández & Sánchez Arqués, 2020).

2.12.4 Baterías de Níquel-Metal hidruro (Ni-MH)

La principal diferencia con las baterías de níquel cadmio es la utilización de una aleación de hidruro metálico en el electrodo negativo. Sus aplicaciones incluyen todo tipo de vehículos de propulsión eléctrica (total e híbrida), varios robots y la electrónica

2.12.5 Baterías de Níquel-Hierro (Ni-Fe)

Estos acumuladores fueron inventados a principios del siglo XX por el estadounidense Thomas Alva Edison. Su composición interna sólo difiere de las baterías de Ni-Cd y NiMH en el electrodo negativo, el cual es de hierro. (Cárdenas Fernández & Sánchez Arqués, 2020).

2.12.6 Batería de Níquel-Zinc (Ni-Zn)

La única diferencia física respecto a las de NiCd, Ni-MH y Ni-Fe es el material activo del electrodo negativo, que en cuyo caso es de zinc. Se emplean en cámaras digitales, herramientas inalámbricas, linternas, bicicletas eléctricas

2.12.7 Baterías de iones de litio (Li-Ion)

Estos dispositivos están formados por un compuesto de litio en el electrodo positivo, grafito en el electrodo negativo y diferentes tipos de electrolitos (sales de litio en un disolvente orgánico, materiales cerámicos y materiales poliméricos). (Cárdenas Fernández & Sánchez Arqués, 2020).

El mercado de estos acumuladores abarca todo tipo de dispositivos electrónicos portátiles, vehículos eléctricos y aplicaciones militares y aeroespaciales

2.13 Controladores

El controlador es un elemento electrónico que desarrolla varias funciones dentro del sistema eléctrico batería-motor. Existen distintos modelos de ellos, los cuales se clasifican según las funciones que disponga y del tipo de motor eléctrico que dirige. A continuación, se mencionan algunas de estas funciones:

- Regula la cantidad de energía que se suministra al motor
- Permite la recarga dinámica de la batería.
- Permite su programación para limitar la velocidad.
- Monitoriza la temperatura de los transistores que tiene en su interior y apaga el motor en caso que se calienten mucho.

Este dispositivo está conectado a los diferentes componentes eléctricos del triciclo eléctrico para poder recibir y ejecutar las órdenes que sean necesarias en cada momento.

2.14 Análisis de elementos finitos por computador

El análisis por elementos finitos (FEA, siglas en inglés de Finite Element Analysis) es una técnica de simulación por computador. Usa una técnica numérica llamada método de los elementos finitos (FEM). El análisis de elementos finitos se realiza a cabo de una serie de procesos computacionales que involucran fuerzas aplicadas, y las propiedades de los elementos de construcción donde se produce un modelo de solución.

Este análisis estructural permite determinar los efectos como las deformaciones, estiramiento o estrés que son causados por fuerzas estructurales aplicadas como lo son la fuerza, la presión y la gravedad.

Capítulo III

3. Desarrollo del proyecto

3.1 Determinación de materiales estructurales para la construcción del triciclo de carga

Aunque en nuestro país no exista una normativa que regule la instalación de motores eléctricos en bicicletas y triciclos de carga. Sin embargo, en el continente europeo existe un reglamento que regula este tipo de medios de transporte. El presente **“Reglamento (UE) No 168/2013 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 15 de enero de 2013 relativo a la homologación de los vehículos de dos o tres ruedas y los cuatriciclos, y a la vigilancia del mercado de dichos vehículos”**. Tiene por objetivo establecer normas armonizadas para la homologación de tipo de vehículos de categoría L, a fin de garantizar el funcionamiento del mercado interior. Los vehículos de categoría L son vehículos de dos, tres o cuatro ruedas, como los vehículos de motor de dos ruedas, los triciclos de motor y los cuatriciclos de motor. (Diario Oficial de la Unión Europea, 2013)

Además, el presente Reglamento tiene por objetivo simplificar el marco jurídico actual, reducir las emisiones de los vehículos de categoría L, obteniendo así una cuota más proporcionada de las emisiones de dicha categoría de vehículos en las emisiones globales de transporte por carretera, aumentar el nivel global de seguridad, adaptarse al progreso técnico y reforzar la normativa sobre vigilancia del mercado. (Diario Oficial de la Unión Europea, 2013)

Con el fin de garantizar un elevado nivel de seguridad funcional de los vehículos, seguridad laboral y protección medioambiental, deben armonizarse los requisitos técnicos y las normas medioambientales aplicables a los vehículos, sistemas, componentes y unidades técnicas independientes con respecto a la homologación de tipo

3.1.1 Tabla de Ecuaciones y Fórmulas

Tabla 1
Tabla de ecuaciones y fórmulas

	Descripción	Formula
Ecuación 1	Sumatorias de fuerzas en vigas	$\Sigma Fx = 0$ $\Sigma Fy = 0$
Ecuación 2	Cálculos de momentos	$M=F*D$
Ecuación 3	Momentos máximos en vigas	$M_{max} = \frac{PL}{4}$
Ecuación 4	Sección mínima de los materiales	$Sx = \frac{M_{max}}{23.76ksi}$

Nota. En la tabla 1 se puede observar las ecuaciones para determinar la selección de materiales a ocupar en el proyecto

3.2 Criterios de diseño de la estructura de la canastilla del triciclo de carga

Medidas de la canastilla de carga. Haciendo referencia a los triciclos de carga que se encuentran en los mercados del Ecuador la canastilla del triciclo de carga debe medir 1240 mm x 500mm x 1000mm (ancho x alto x profundidad) como medidas mínimas totales del exterior para poder transportar hasta cuatro sacos de 50kg aproximadamente cada uno.

Seguridad y Mantenimiento. El sistema estructural debe estar minuciosamente diseñado tratando siempre de obtener elementos normalizados existentes en el mercado para su posterior mantenimiento Finalmente, el triciclo de carga debe presentar una serie de requerimientos técnicos los cuales se indican en la Tabla 2 mismos que garantizaran el óptimo funcionamiento.

Tabla 2

Requerimientos técnicos para la construcción de la estructura.

Núm.	Denominación	Requerimiento
1	Función	Traslado de mercadería y productos en mercados con un promedio de peso de 200kg
2	Estructura	Ser capaz de soportar el peso de 4 sacos de aproximadamente 50kg cada uno
3	Área útil	Área de carga (1mx0.9m) $A= 0.90m^2$
4	Aplicación	Reemplazo del esfuerzo físico del usuario para realizar el trabajo de estibar.
5	Materiales	Disponibilidad de materiales en el mercado nacional
6	Operación	Control de la velocidad del triciclo mediante un motor eléctrico
7	Seguridad	Movilización segura del conductor y mercadería
8	Ergonomía	Fácil uso y comodidad al utilizarlo
9	Mantenimiento	Mantenibilidad
10	Costos	Asequible para todo público
11	Estabilidad	Estable estructuralmente

Nota. En la tabla 2 se presentan los parámetros que debe cumplir el triciclo de carga

3.3 Selección de componentes mecánicos para la construcción del triciclo de carga

Para determinar los componentes necesarios para la construcción del sistema estructural del triciclo de carga es importante determinar el diseño y dimensiones, el modelo y las características del triciclo de carga, los materiales apropiados y que se encuentren disponibles dentro del mercado ecuatoriano.

Tabla 3

Determinación de los componentes para la construcción de la estructura.

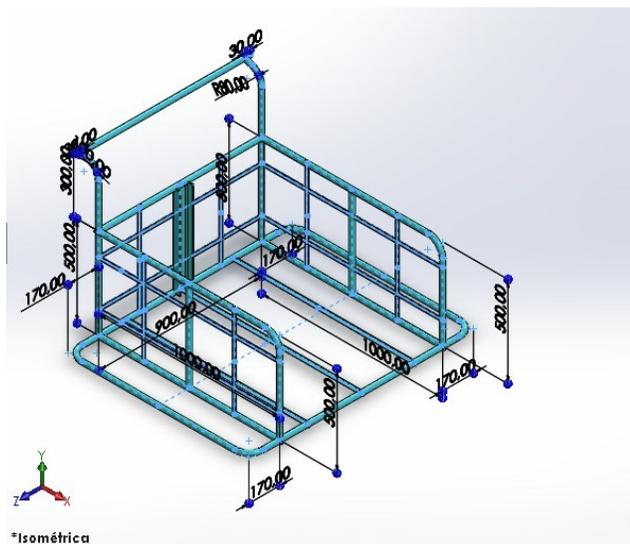
SISTEMA	COMPONENTES
Estructural	Tubería redonda Angulo de acero Platinas de acero Viga U Plancha galvanizada Cuadro de una bicicleta Tornillo de transmisión Rodamiento

Nota. En la tabla 3 se detalla los elementos necesarios para la construcción del triciclo de carga

Una vez establecidos los componentes y partes del sistema es pertinente realizar un diseño previo de la estructura del triciclo de carga con la finalidad de determinar las medidas aptas del mismo este será diseñado en el software de SolidWorks.

Figura 22

Diseño de la canastilla del triciclo de carga



Nota. La figura nos indica el diseño de la canastilla simulado en SolidWorks 2019

3.4 Sistema estructural

El diseño estructural se basa en la hipótesis y características básicas del acero de construcción SAE 1008 que se provee en el mercado ecuatoriano mediante la empresa DIPAC y puede encontrarse con facilidad en forma de acero rectangular, acero cuadrado, acero redondo, placa de acero, y también se hace comúnmente en todo tipo de secciones de acero, como vigas H, vigas I, canal U, ángulo de acero, tubo de acero (Solís Basantes, 2020)

Determinación de la sección del material. Siendo la base de la canastilla del triciclo es la parte más crítica la cual soportará todas las cargas vivas es necesario realizar un diagrama estático para establecer las fuerzas, reacciones y conseguir la sección mínima necesaria para el diseñarla.

3.4.1 Cálculos para la selección de material de la base de una viga

Dado que la base va a estar constituida por 3 perfiles L en donde se distribuirá todo el peso de aproximadamente 200 kg o 4 sacos de 50 kg cada uno para la selección del material se le aplicará una tercera parte de la carga total siendo 66,67 kg en cada viga para determinar el espesor y el tamaño de la misma

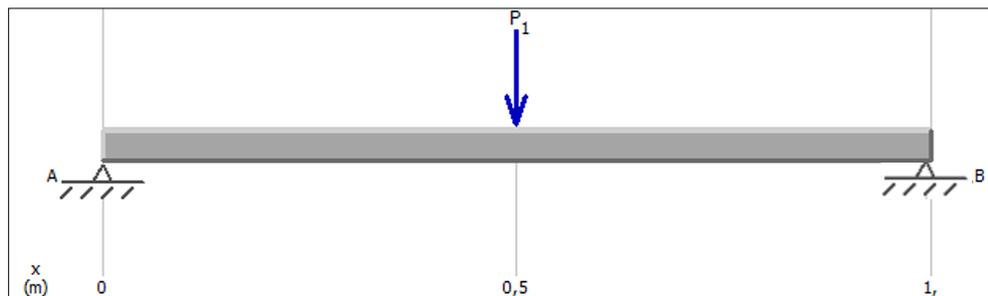
DATOS:

Largo: 1m

Carga Puntual: 66,67 kg/f = 653.71N

Figura 23

Diagrama estático de fuerzas y reacciones



$$\Sigma F_x = 0$$

$$+\uparrow \Sigma F_y = 0$$

$$\curvearrow + \Sigma M_A = -653.71\text{N}(0.5\text{m}) + B_y(1\text{m}) = 0$$

$$\curvearrow + \Sigma M_A = -Nm + 1B_y = 0$$

$$B_y = 326.85\text{N}$$

$$+\uparrow \Sigma F_y = 0$$

$$A_y - 653.71N + B_y = 0$$

$$A_y - 653.71N + 326.855 = 0$$

$$A_y = 326.85N$$

Con la ayuda del software MDSolid obtenemos los diagramas de fuerza cortante y momento flector (**Figura 23**) los cuales validan los siguientes cálculos

Cálculo de momentos

$$M_1 = 326.85N * 0.5m$$

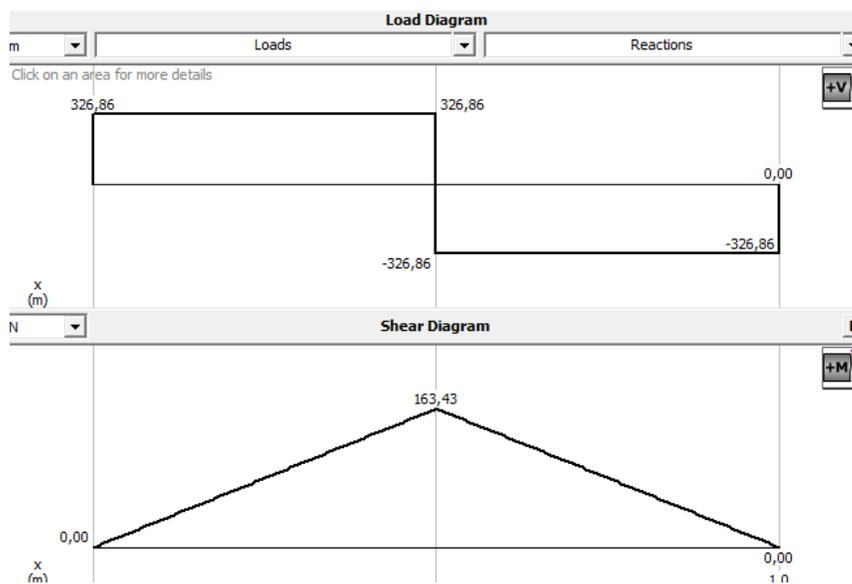
$$M_1 = 163.42Nm$$

$$M_2 = -326.85N * 0.5m$$

$$M_2 = -163.42Nm$$

Figura 24

Diagrama de fuerza cortante y momento flector.



Según el “manual AISC (American Institute of Steel Construction) para conocer los diagramas y esfuerzos que actúan para una carga puntual y deducción de los esfuerzos por deflexión” se determina la siguiente ecuación.

$$M_{max} = \frac{PL}{4}$$

Siendo: P=Carga máxima

L=Longitud en metros

$$M_{max} = \frac{653.71N \times 1m}{4}$$

$$M_{max} = 163.42 Nm$$

Con el momento máximo determinado se puede obtener la sección mínima (S_x) del material que se puede aplicar en la base de la canastilla del triciclo

$$S_x = \frac{M_{max}}{23.76ksi}$$

Entonces se transforma los Nm en klb*in siendo:

$$163.42Nm = 1.44Klb*in \text{ Aplicando la fórmula tenemos}$$

$$S_x = \frac{1.44klb * in}{23.76ksi}$$

$$S_x = 0,06 in^3$$

$$S_x = 0.98cm^3 = 980mm^3$$

Finalmente, por los resultados obtenidos del perfil L (ángulo) en el software MDSOLID encontramos el perfil estructural que cumpla con la sección calculada siendo un perfil de 25 mm con espesor de 3 mm para adelante

Figura 25
Selección de material mediante el software MDSOLID.

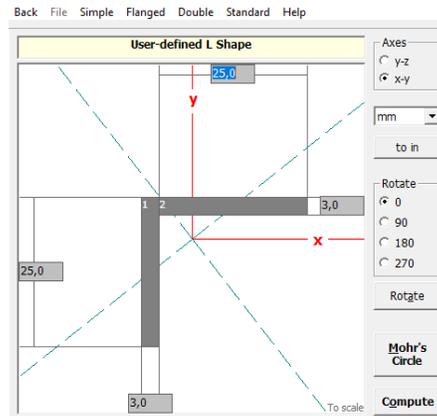


Figura 26
Propiedades del material simulado en el software MDSOLID

X Axis Properties			
Elastic Modulus	E	1,0000	GPa
From bottom to centroid	y (bot)	27,8250	mm
From centroid to top	y (top)	10,2750	mm
Area of shape	A	228,6000	mm ²
Moment of Inertia	Ix	31,514,6531	mm ⁴
Section Modulus	Sx	1,132,6021	mm ³
Section Modulus (bottom)	S (bot)	1,132,6021	mm ³
Section Modulus (top)	S (top)	3,067,1195	mm ³
Radius of Gyration	rx	11,7414	mm
Plastic Modulus	Zx	2,030,9942	mm ³
Shape Factor		1,7932	
From bottom to plastic n.a.	yp (bot)	35,3190	mm
From plastic n.a. to top	yp (top)	2,7810	mm
Polar Moment of Inertia	J	69,561,5513	mm ⁴
Product of Inertia	Ixy	20,611,2904	mm ⁴
Maximum Moment of Inertia	I _{max}	55,649,2410	mm ⁴
Minimum Moment of Inertia	I _{min}	13,912,3103	mm ⁴
Angle from x axis to I _{max} axis	β	49,5022	degrees
			Clockwise

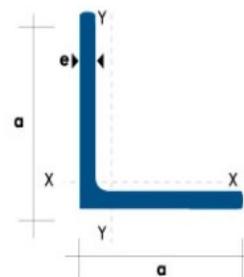
Nota. La figura nos indica las propiedades del perfil L (ángulo) y el valor del cálculo realizado

En conclusión, mediante los cálculos realizados se obtuvo la sección del módulo se puede utilizar perfiles L DIPAC mayores o iguales al de 25 mm con espesor de 3 mm

Figura 27

Perfiles L disponibles en el mercado ecuatoriano

Plg.	DIMENSIONES		PROPIEDADES
	ANCHO (a) mm	ESPESOR (e) mm	PESO Kg/mts
1"	25	3	1.14
1 1/2"	40	3	1.88
1 1/2"	40	4	2.52
1 1/2"	40	6	3.783
2"	50	3	2.363
2"	50	4	3.151
2"	50	6	4.728



Una vez establecido los componentes y determinadas las dimensiones se puede realizar un análisis estático de la estructura lo cual servirá para validar o descartar la hipótesis anteriormente planteada; con la ayuda del paquete de simulación de SolidWorks se puede prever el comportamiento de cualquier estructura bajo cualquier condición real de trabajo. Con el análisis estático podemos obtener el valor de las tensiones en todas las zonas de la estructura, su desplazamiento, deformación y lo más importante en casos estructurales el factor de seguridad

La estructura tubular que conformará la demás parte de la canastilla será una tubería redonda de 1 pulgada por 3 mm de espesor misma que servirá para formar las paredes de la canastilla además se utilizarán platinas de acero de $\frac{3}{4}$ de pulgada la cual evitará que si se lleva carga pequeña esta se salga de la canastilla

El material con el cual se va a construir es el acero SAE J 403 1008 dado que es el más ocupado para construir estructuras ya que presenta buenas propiedades y existe en todo el mercado ecuatoriano

3.4.2 Propiedades de Material SAE J 403 1008.

Los aceros de bajo porcentaje de carbono se clasifican según la SAE “desde SAE 1005 a 1015 se seleccionan en piezas cuyo requisito primario es el conformado en frío. Los aceros no calmados se utilizan para embutidos profundos son adecuados para soldadura. Su maquinabilidad se mejora mediante el estirado en frío. Son susceptibles al crecimiento del grano, y a fragilidad y rugosidad superficial si después del formado en frío se los calienta por encima de 600°C”. “El material SAE J 403 1008 presenta una serie de materiales equivalentes en otras normativas siendo los más comerciales materiales como AISI 1008, DIN1.0211, ASTM A366, DIN DC03, DIN St13, DIN 1.0204.” (Solis Basantes, 2020).

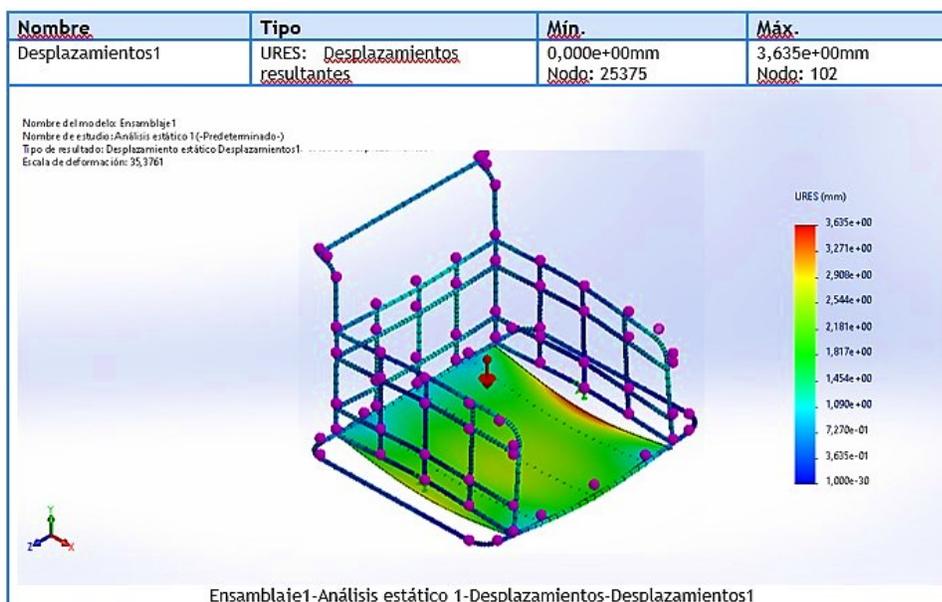
Tabla 4

Propiedades mecánicas del acero 1008

	ACERO 1008	
Fuerza de Tensión	340 MPa	49300 psi
Límite elástico (según el temperamento)	285 MPa	41300 psi
Módulos elásticos	190-210 Gpa	27557 ksi 30458 ksi
Módulo a granel	200 Gpa	29000 ksi
Módulo de corte (típico del acero)	80.0 Gpa	11600 ksi
Coefficiente de Poisson	0.27-0.30	0.27-0.30

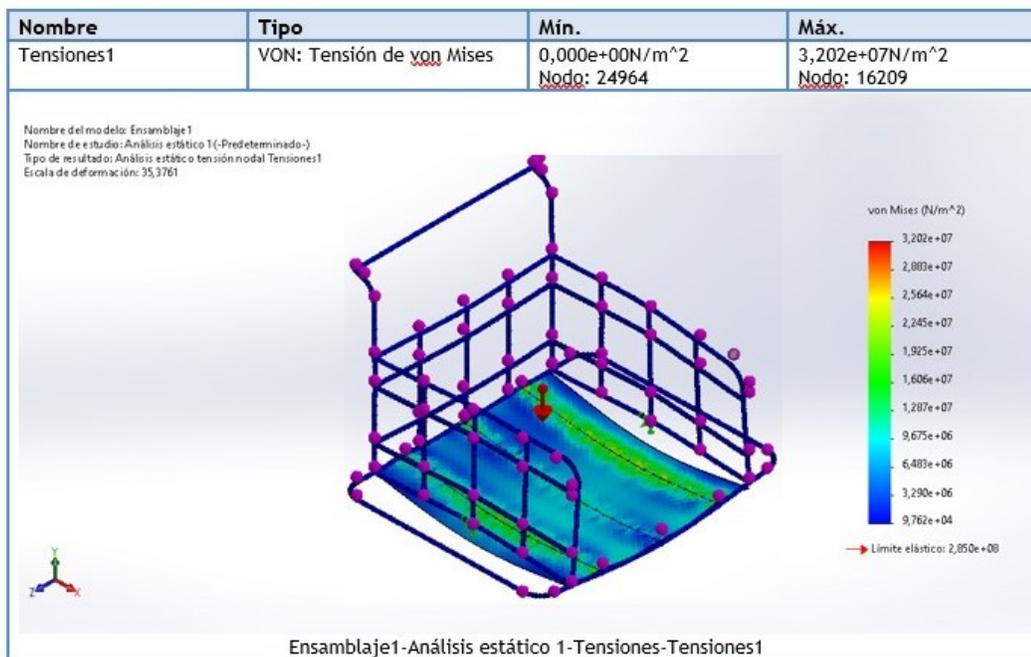
Análisis de Desplazamiento. El estudio demuestra que el desplazamiento de la estructura con una carga tipo masa de 200kg y sometido a fuerzas de gravedad normal presenta una deformación de $3,635e+00$ mm en el nodo 102 (ver Figura 27), lo que se puede considerar un desplazamiento admisible siendo un punto a favor para la validación de la hipótesis planteada inicialmente.

Figura 28
Análisis elástico de desplazamiento de la canastilla



Análisis de tensiones. La normativa ASTM (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales) “menciona que el acero con grado 1008 es aplicable a una gran variedad de perfiles estructurales laminados en frío y a placas de la misma calidad tiene y un esfuerzo de ruptura en tensión de (400 a 550 MPa, 58 a 80 ksi)”. (Solis Basantes, 2020). Con el análisis computacional se pudo obtener que el esfuerzo de tensión en la estructura es menor a la del material como se muestra en la Figura 28. Con estos resultados se puede ratificar la estructura y material planteado como suposición.

Figura 29
Análisis elástico de tensiones de la canastilla



Factor de seguridad. El factor de seguridad es el valor más importante en diseños estructurales, los cálculos del factor de seguridad se basan en el criterio de fallos. Este estudio te puede ayudar a evitar fallos que sean provocados por altas tensiones

Si todas las condiciones de seguridad han sido previstas, se trata de materiales confiables, ampliamente probados y que operarán en condiciones no severas, utiliza el factor de seguridad estándar de 1,25 a menos que se especifique lo contrario.

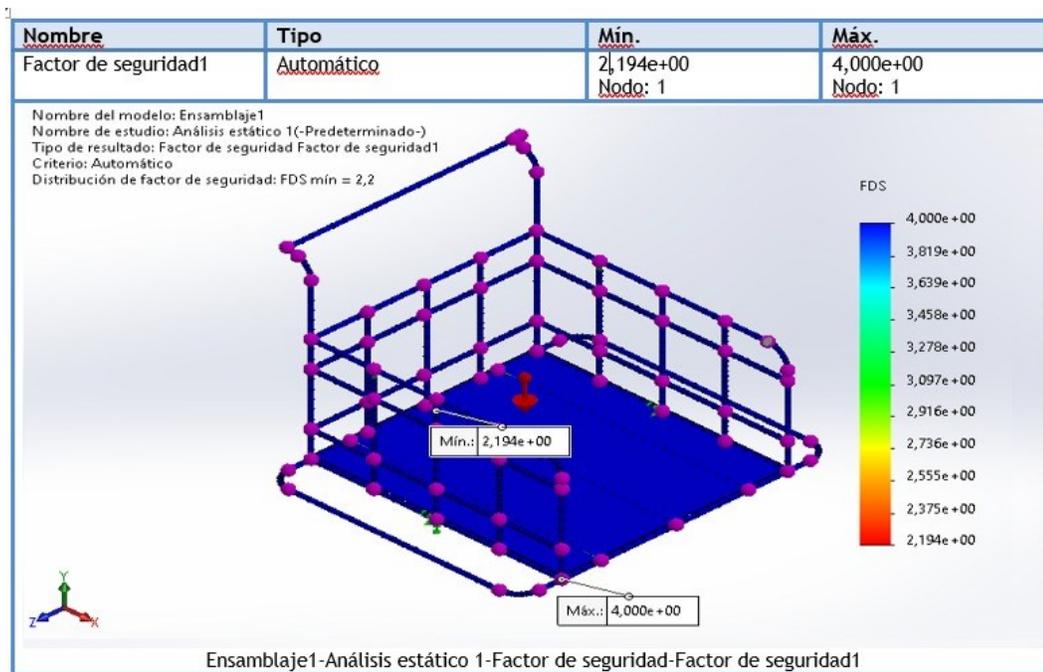
De acuerdo con "Mechanical Design Handbook" por Harold A. Rothbart, "Los valores típicos de factores de diseño de seguridad van desde 1,0 (en contra de rendimiento) en el caso de componentes de las aeronaves a 3 en aplicaciones típicas de diseño de la máquina, a un 10 en el caso de algunos recipientes de presión."

(Ferrari, 2018)

El resultado del análisis de factor de seguridad obtenido en el software tiene un mínimo de 2,194 y un máximo de 4,0 (Figura 29) por lo que se sustenta el diseño

Figura 30

Resultados obtenidos mediante el análisis de factor de seguridad.



Validación del diseño de la canastilla. Con los datos obtenidos mediante el estudio del análisis estático y el desarrollo analítico con todos los procesos realizados se puede validar la hipótesis planteada al inicio ya que los valores de diseño se encuentran en rangos nominales siendo factible su construcción.

Tabla 5
Resumen de análisis estático y validación

Análisis	Valor permisible Acero 1008	Valor calculado	Total
Desplazamiento	< 5 mm	3,635 mm	✓
Tensión	<400 e+06 N/m ²	32,02e+06N/m ²	✓
Factor de seguridad	≥1	Min 2,19 Max 4,0	✓

3.5 Construcción del triciclo de carga

Una vez realizado el estudio de dimensiones y la simulación mediante el software de SolidWorks para determinar la selección de componentes a utilizar se procede con la construcción del triciclo de carga el cual va a soportar una carga de 200kg

El triciclo es el modelo con la canastilla en la parte delantera debido a que obtenemos una mejor visibilidad al momento de transitar por calles congestionadas

3.5.1 Construcción de la parte trasera del triciclo de carga

Para construir la parte trasera del triciclo se adquirió el cuadro de una bicicleta de llanta rin 26 al cual se le realizó algunas modificaciones como soldar unas platinas para la rueda debido a que llevara un motor eléctrico.

Figura 31

adaptación de cuadro de bicicleta.



Nota. La figura nos indica el proceso de soldadura de unas platinas para ampliar la zona para que quepa el motor eléctrico.

Además, en el cuadro de la bicicleta se modificó el telescopio del mismo el cual se cortó el original y se soldó un tubo de una pulgada este servirá de eje fijo para darle dirección al triciclo de carga y se unirá mediante un perno y rodamiento a la canastilla del triciclo

Figura 32

Adaptación del telescopio cuadro de bicicleta.



Para unir el cuadro de la bicicleta y la canastilla se utiliza un tornillo de transmisión mismo que servirá como eje móvil con la ayuda de un rodamiento este permitirá un suave manejo y giro de la dirección

Figura 33

Tornillo de transmisión para unir el cuadro de la bicicleta con la canastilla.



3.5.2 Sistema de frenado

Una vez hecho todas las adaptaciones en el cuadro de la bicicleta se implementó dos tipos de freno uno de sistema mecánico accionado mediante el pie y uno hidráulico el mismo que fue implementado como un sistema de seguridad adicional debido a la potencia y a la velocidad que se puede llegar con el sistema de motor eléctrico implementado. Cabe mencionar que el freno hidráulico fue implementado una vez puesto el motor eléctrico.

Figura 34

Sistema de frenado mecánico e hidráulico.



3.5.3 Construcción de canastilla del triciclo de carga

Ya acabadas las adaptaciones del cuadro de la bicicleta se procede con la construcción de la canastilla del triciclo de carga misma que será diseñada a medidas y materiales descritos y simulados anteriormente

Para la construcción de la base del triciclo se procedió con las medidas y perfiles L (ángulos) simulados en el Software de SolidWorks teniendo un tamaño de 1240mmx1000mm incluyendo la parte en donde se ubican las llantas de la canastilla y para la distribución de peso se colocaron tablas de madera también sirviendo para evitar deslizamientos de la mercadería a transportar

Figura 35
Base del triciclo de carga.



Para las demás partes de la canastilla se utilizó una tubería redonda de 1 pulgada por 3 mm de espesor misma que servirá para formar las paredes de la canastilla además se utilizaran platinas de acero de $\frac{3}{4}$ de pulgada la cual evitará que si se lleva carga pequeña esta se salga de la canastilla

Figura 36
Paredes del triciclo.



Cabe mencionar que se ocupó una viga de 50mmx25mmx2mm (ancho, profundidad, espesor) la misma que sirve como soporte para la unión de la canastilla del triciclo con el cuadro de la bicicleta en donde se soldaron dos platinas en donde se unirá el telescopio y la canastilla mediante un tornillo de transmisión

Figura 37
Viga de soporte.



3.6 Adaptaciones adicionales

Una vez construido las dos partes del triciclo como el cuadro y la canastilla se construyó unos guardabarros para las llantas delanteras para evitar que cuando llueva el agua salpique hacia el conductor

Figura 38

Guardabarros de las llantas delanteras de la canastilla.



3.6.1 Caja de conexiones y ubicación de batería y controlador

También se vio la necesidad de construir una caja en el lado izquierdo del triciclo de carga misma que servirá para proteger la batería y el controlador del motor cabe resaltar que ahí también se encuentran las conexiones de los elementos eléctricos hacia el controlador la caja mide 220mmx480mmx100mm (ancho x alto x profundidad) espacio suficiente para colocar la batería y el controlador dentro de la misma.

Figura 39

Caja de conexión y almacenaje de batería y controlador.



Y finalmente se conectaron todos los accesorios e implementos en el chasis del triciclo de carga para realizar sus pruebas de funcionamiento.

Figura 40

Ensamblaje final del triciclo de carga.



Capítulo IV

4. Pruebas de funcionamiento

4.1 Prueba de funcionamiento estructural del triciclo de carga

Como bien ya sabemos, mediante la simulación de la estructura y los materiales en el software de SolidWorks se construyó el chasis del triciclo y mediante los estudios de desplazamiento tensiones y factor de seguridad se pudo determinar que la estructura soportaría más de 200 kg.

Luego de haber simulado se construyó el triciclo con las mismas especificaciones y dimensiones para lo cual una vez ensamblado se procedió a aplicarle peso para analizar si el chasis soporta los 200 kg o tendrá deformaciones al momento de aplicar la carga.

La prueba realizada lo hicimos con dos personas de teniendo un peso aproximado de 150 kg en lo cual se pudo observar que el triciclo soportaba el peso sin sufrir ninguna deformación

Figura 41

Prueba de funcionamiento del chasis del triciclo de carga.



Una vez realizado la prueba con aproximadamente 150 kg se procedió a colocar cinco sacos que contenían papas de aproximadamente 40 kg cada uno con el cual también se pudo observar que el chasis podría soportar los 200kg planteados hasta incluso más peso.

Figura 42

Prueba de funcionamiento del chasis con aproximadamente 200 kg.



4.2 Pruebas de funcionamiento del sistema eléctrico

El sistema eléctrico del triciclo de carga está compuesto por motor eléctrico tipo brushless, un controlador, una batería, un display el que informa la velocidad y la cantidad de batería y un acelerador el cual permite al usuario controlar la velocidad del triciclo. Funcionando de la siguiente manera:

- Aceleración: Para acelerar el triciclo de carga contamos con un actuador el cual envía información al controlador el cual está conectado al motor y varía la velocidad del mismo.

Figura 43
acelerador del triciclo de carga.



- Desaceleración: Para bajar la velocidad o frenar por completo se debe soltar el acelerador y con la ayuda de un freno hidráulico o el freno mecánico se puede desacelerar o frenar por completo el triciclo de carga

Figura 44
Freno para desaceleración del triciclo.



- Batería: La batería del triciclo de carga es una de 48v de corriente directa de componente de ion-litio la cual está conectada al controlador y tiene un sistema de carga mediante un cargador que se lo puede conectar a 110v o 220v de la red doméstica.

Figura 45

Freno para desaceleración del triciclo.



- Motor: El motor que se ocupa para este proyecto es un motor brushless o también conocido como motor sin escobillas el cual funciona a 48 voltios y tiene una potencia de 1000w este está acoplado directamente en la llanta trasera del triciclo de carga y está conectado al controlador

Figura 46

Motor del triciclo de carga.



- Controlador: El controlador del sistema eléctrico es una de las partes más importantes se diría que es el “cerebro” ya que es el encargado de conectar todos los elementos y controlar a todos los actuadores del sistema dependiendo de la necesidad del usuario

Figura 47
Controlador del sistema eléctrico.



- Display: El display es el encargado de mostrarnos el nivel de batería la autonomía de la batería en km, la potencia que está consumiendo el motor, los modos de operación el que estamos andando y además podemos observar la velocidad a la cual se está circulando

Figura 48
Display del sistema eléctrico.



4.3 Prueba de funcionamiento del sistema de transmisión

El sistema de transmisión cuenta con una pacha de 8 velocidades las cuales va a servir al conductor seleccionar manualmente la marcha dependiendo las condiciones de terreno ayudando al pedaleo cuando se termina la batería del sistema eléctrico. Este

sistema cuenta con un selector de marcha y una manilla de cambios que se encuentra en la dirección del triciclo de carga.

Figura 49

Sistema de transmisión.



Capítulo V

5. Marco administrativo

5.1 Recursos humanos

Las personas que aportaron en el desarrollo de este proyecto de titulación se detallan en la siguiente tabla, en la misma que se describe el aporte específico de cada uno de los colaboradores.

Tabla 6
Recursos humanos

Nombre	Aporte
Solis Basantes Erik Leonardo	Ensamblaje del triciclo de carga de acuerdo a selección de componentes y materiales idóneos.
Garcés Morales Sebastián Alexander	Implementación de un sistema de propulsión eléctrico en el triciclo de carga
Carrera Medina Juan Daniel	Reciclaje de baterías de vehículos híbridos para implementar en el sistema de propulsión del triciclo de carga.
Pumashunta José Alberto	Propuesta de implementación de una estación de carga para baterías eléctricas vehiculares.
Cocha Tixi Jhoel Anderson	Análisis del rendimiento de un triciclo de carga con la implementación del sistema de propulsión eléctrica
Ing. Alex Ramos Jinez.	Director y asesor general de tesis.
Ing. Jaime León Almeida.	Asesoría en el sistema eléctrico e implementación del motor.

5.2 Recursos tecnológicos

Se consideran recursos tecnológicos a todas las herramientas que facilitaron la realización del proyecto de titulación, tanto en la parte escrita como en el desarrollo práctico del mismo; dichos recursos se detallan en la siguiente tabla con sus respectivos valores.

Tabla 7
Recursos tecnológicos

Orden	Recurso tecnológico	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
1	Licencia Software SolidWorks	1	\$ 60.00	\$ 60.00
2	Licencia Microsoft Office	1	\$ 17.68	\$ 17.68
			Total:	\$ 77.68

5.3 Recursos materiales

Se consideran recursos materiales a todos los elementos físicos utilizados para el desarrollo del proyecto de titulación, dichos recursos se detallan en la tabla detallada a continuación, con sus correspondientes valores.

Tabla 8
Recursos materiales

Orden	Recurso material	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
1	Estructura del triciclo de carga	1	\$ 300.00	\$ 300.00
2	Sistema eléctrico 1000W	1	\$ 600.00	\$ 600.00
3	Sistema de transmisión	1	\$ 46.00	\$46.00
4	Sistema de frenado	1	\$60.00	\$ 60.00
5	Llantas aro 263	3	\$40.00	\$ 120.00
6	Estaño	3m	\$ 0.60	\$ 1.80
7	Cables	6m	\$ 0.60	\$ 3.60
8	termoencogible	4m	\$ 0.80	\$ 3.20
9	Impresiones	200	\$ 0.15	\$ 30.00
10	Mano de obra	1	\$ 30.00	\$ 30.00
			Total:	\$ 1194.60

5.4 Presupuesto

Una vez determinados los gastos de los recursos tecnológicos y materiales que permitió la ejecución del proyecto de titulación, se realiza la tabla que a continuación refleja los valores invertidos en la misma.

Tabla 9

Presupuesto

Orden	Recurso	Valor Total
1	Recursos tecnológicos	\$ 77.68
2	Recursos materiales	\$ 1194.60
3	20 % Imprevistos	\$254.46
Total:		\$ 1526.74

5.5 Cronograma

En la siguiente tabla se detalla el tiempo empleado en el desarrollo del presente proyecto.

Tabla 10

Cronograma

CRONOGRAMA		2021						LUGAR
		ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	
ORD	ACTIVIDAD							
1	Selección y adquisición de componentes. Estructurales para el chasis	■						DIPAC – AMBATO.
2	Diseño y construcción del chasis del triciclo.		■					Quito
3	Adquisición de componentes eléctricos.			■				CTSBIKE S.A.S "CICLOTORRES"- Quito
4	Adquisición de componentes de transmisión y freno.			■				Quito
5	Implementación y colocación del sistema eléctrico en el triciclo.				■			Quito
6	Implementación y colocación del sistema de transmisión y freno en el triciclo.				■			Latacunga
7	Pruebas de funcionalidad.					■		Latacunga
8	Desarrollo Marco Teórico.					■		Latacunga
9	Defensa del Proyecto.						■	Campus ESPE Centro

5.6 Conclusiones

- El triciclo de carga está diseñado y sustentado mediante análisis de elementos finitos logrando así determinar los componentes idóneos tanto estética como estructuralmente mismos que son asequibles y de fácil adquisición en el mercado ecuatoriano
- Mediante el análisis computacional y pruebas de campo se obtuvo que el peso adecuado para el transporte de carga en el triciclo no debe superar los 200 kg esto con la finalidad de evitar el desgaste prematuro de los componentes estructurales y para no forzar el sistema de transmisión que se vería afectado al manipular cargas superiores en una superficie muy inclinada.
- El sistema de propulsión eléctrico al poseer un motor de alta eficiencia y un control de velocidad por pulsos hace que el triciclo de carga se muy manejable e intuitivo para el usuario además al ser este un sistema mínimamente invasivo puede ser adaptado fácilmente a los triciclos convencionales de los centros de mercadeo.

5.7 Recomendaciones

- Al momento de transitar en las vías fuera de los centros de mercadeo con el triciclo de carga es muy importante respetar las leyes de tránsito debido a que es un vehículo de gran tamaño.
- Establecer un plan de mantenimiento periódico (bimestral) para evitar el desgaste mecánico excesivo y garantizar el óptimo funcionamiento del triciclo de carga.
- Si es necesario el desmontaje y/o desarmado de partes, sistemas o componentes del triciclo de carga, se debe realizarlo con todas las medidas de seguridad, de forma ordenada y siguiendo una secuencia el desarmado y armado para evitar inconvenientes posteriores que afecten al correcto funcionamiento de este equipo.
- No superar los 20 km de velocidad en el triciclo debido a que es una velocidad que podría provocar serios accidentes y causar lesiones del operario.
- Apagar todo el sistema eléctrico al momento de poner a cargar la batería del triciclo de carga para evitar que esta se recaliente y acorte la vida útil de la batería

Bibliografía

- AK Streeter. (11 de Octubre de 2018). *Taga 2.0 es el cuchillo suizo de los triciclos familiares*. Recuperado el 02 de agosto de 2021, de *Taga 2.0 es el cuchillo suizo de los triciclos familiares*: <https://www.tree-hugger8.net/taga-swiss-knife-family-trikes-4855515>
- AyJ Transmisiones y Equipos. (10 de Noviembre de 2020). *Tipos de sistemas de transmisión de potencia y sus funcionalidades*. Recuperado el 23 de Julio de 2021, de *Tipos de sistemas de transmisión de potencia y sus funcionalidades*: <https://www.ajtransmisiones.com/blog/tipos-de-sistema-de-transmision>
- Bladteth. (06 de Septiembre de 2006). *Archivo: Chainlength.jpg*. Recuperado el 03 de Agosto de 2021, de *Archivo: Chainlength.jpg*: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chainlength.jpg>
- BLOG VENTAGENERADORES. (21 de Noviembre de 2015). *Todos los tipos de motores eléctricos*. Recuperado el 14 de Julio de 2021, de *Todos los tipos de motores eléctricos*: <https://www.ventageneradores.net/blog/todos-los-tipos-de-motores-electricos/>
- Caballero Valbuena , L. A., & Ramos Medina , C. A. (s/f de s/f de 2017). *La bicicleta y el triciclo como modos de transporte de carga y domicilios en el centro histórico de Bogotá*. Recuperado el 13 de Julio de 2021, de *La bicicleta y el triciclo como modos de transporte de carga y domicilios en el centro histórico de Bogotá*: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1111&context=ing_civil

Cárdenas Fernández, Á., & Sánchez Arqués, A. (s/f de Abril de 2020). *Diseño de un*

triciclo eléctrico para el reparto de. Recuperado el 15 de Junio de 2021, de

Diseño de un triciclo eléctrico para el reparto de:

[https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/189314/anexo-cardenas-lex-y-s-nchez-alberto.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/189314/anexo-cardenas-lex-y-sanchez-alberto.pdf)

Diario Oficial de la Unión Europea. (15 de Enero de 2013). *REGLAMENTO (UE) No*

168/2013 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO. Recuperado el 07

de julio de 2021, de REGLAMENTO (UE) No 168/2013 DEL PARLAMENTO

EUROPEO Y DEL CONSEJO: [https://eur-lex.europa.eu/legal-](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R0168&from=IT)

[content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R0168&from=IT](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R0168&from=IT)

Disugarte. (25 de Octubre de 2014). *Frenos (v-brake y disco, mecánicos e hidráulicos)*.

Recuperado el 01 de Agosto de 2021, de Frenos (v-brake y disco, mecánicos e

hidráulicos): [https://elperuenbici.com/2014/10/25/frenos-v-o-disco-la-eterna-](https://elperuenbici.com/2014/10/25/frenos-v-o-disco-la-eterna-cuestion-2/#comment-1013)

[cuestion-2/#comment-1013](https://elperuenbici.com/2014/10/25/frenos-v-o-disco-la-eterna-cuestion-2/#comment-1013)

EP-Empresa Municipal Mercado Mayorista Ambato. (s/f de s/f de s/f). *Estadísticas de*

los Estibadores del Mercado Mayorista Ambato. Recuperado el 07 de Julio de

2021, de Estadísticas de los Estibadores del Mercado Mayorista Ambato:

https://gadmatic.ambato.gob.ec/lotaip/2019/_octubre/anexo%20literal%20m/boletines/Estad%C3%ADsticas%20de%20los%20Estibadores.docx

Ferrari, A. (18 de Septiembre de 2018). *Cómo determinar el factor de seguridad correcto*

a utilizar en el diseño de equipos. Recuperado el 02 de Octubre de 2021, de

Cómo determinar el factor de seguridad correcto a utilizar en el diseño de equipos: <https://www.cuidatudinero.com/13175302/tipos-de-apuntalamiento>

Ingeniería Mecafenix. (27 de Marzo de 2017). *Tipos de motores eléctricos*. Recuperado el 22 de Julio de 2021, de Tipos de motores eléctricos:

<https://www.ingmecafenix.com/electricidad-industrial/tipos-motores-electricos/>

La Escuela técnica. (06 de Julio de 2021). *Engranajes o Ruedas Dentadas*. Obtenido de

Engranajes o Ruedas Dentadas: <https://laescuelatecnica.jimdofree.com/ruedas-dentadas/>

Solis Basantes, J. G. (05 de Agosto de 2020). *Implementación de un ascensor*

automatizado de acuerdo a las necesidades de personas con capacidades diferentes para el mejoramiento de la accesibilidad en una vivienda unifamiliar de dos plantas. Recuperado el 04 de Octubre de 2021, de

<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/24565/1/M-ESPEL-ent-0102.pdf>

tricyclos. (s/f de s/f de s/f). *tricyclos*. Recuperado el 14 de Agosto de 2021, de tricyclos:

<https://tricyclos.website/de-carga/>

tricyclos trejo. (s/f de s/f de s/f). *buys365*. Recuperado el 20 de Junio de 2021, de

buys365: <https://www.buys365.top/products.aspx?cid=62&cname=tricyclos+trejo>

Uriarte, J. M. (03 de Octubre de 2019). *Aluminio*. Recuperado el 26 de Agosto de 2021,

de Aluminio: <https://www.caracteristicas.co/aluminio/>

Wikipedia. (24 de Enero de 2021). *Wikipedia*. Recuperado el 04 de Agosto de 2021, de

Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Bicicleta_de_reparto

Yáñez, J. (s/f de Agosto de 2019). *RELACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO ERGONÓMICO SEGÚN NIOSH*. Recuperado el 28 de Julio de 2021, de RELACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO ERGONÓMICO SEGÚN NIOSH:
<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/17764/Disertaci%C3%B3n%20de%20grado%20Jefferson-Y%C3%A1nez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Anexos