

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

*Trabajo de titulación previo
a la obtención del título de
Ingeniero Mecánico Automotriz*

PROYECTO TÉCNICO

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN TRIKE BIKE HÍBRIDO
CONFIGURADO PARA PERSONAS DE LA TERCERA EDAD
COMO ALTERNATIVA DE MOVILIDAD”**

AUTORES:

BYRON ALEXANDER CANGO CANGO

ALEX GONZALO ESPINOZA REYES

TUTOR:

ING. JUAN DIEGO VALLADOLID, MsC

CUENCA - ECUADOR

2019

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Byron Alexander Cango Cango con documento de identidad N° 1104795875 y Alex Gonzalo Espinoza Reyes con documento de identidad N° 0106156797, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación: "**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN TRIKE BIKE HÍBRIDO CONFIGURADO PARA PERSONAS DE LA TERCERA EDAD COMO ALTERNATIVA DE MOVILIDAD**", mismo que ha sido desarrollado para la obtención del título de: *Ingeniero Mecánico Automotriz*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, octubre del 2019



Cango Cango Byron Alexander
C.I. 1104795875



Espinoza Reyes Alex Gonzalo
C.I. 0106156797

CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN TRIKE BIKE HÍBRIDO CONFIGURADO PARA PERSONAS DE LA TERCERA EDAD COMO ALTERNATIVA DE MOVILIDAD”**, realizado por Cango Cango Byron Alexander y Espinoza Reyes Alex Gonzalo, obteniendo el *Proyecto Técnico* que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, octubre del 2019



Ing. Juan Diego Valladolid, MsC

C.I. 0104821210

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Byron Alexander Cango Cango con documento de identidad N° 1104795875 y Alex Gonzalo Espinoza Reyes con documento de identidad N° 0106156797, autores del trabajo de titulación: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN TRIKE BIKE HÍBRIDO CONFIGURADO PARA PERSONAS DE LA TERCERA EDAD COMO ALTERNATIVA DE MOVILIDAD”**, certificamos que el total contenido del *Proyecto Técnico* es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, octubre del 2019



Cango Cango Byron Alexander
C.I. 1104795875



Espinoza Reyes Alex Gonzalo
C.I. 0106156797

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mis padres Miguel Ángel Cango Quizhpe y Mariana de Jesús Cango Andrade, quienes con su apoyo incondicional y sacrificio me impulsaron a alcanzar esta meta, de igual forma a mis hermanas que de una u otra forma me ayudaron en el trayecto de mi preparación, también a todas las personas que me apoyaron para que yo pudiese conseguir este objetivo.

Byron Cango

DEDICATORIA

Este trabajo se la dedico con mucho amor a nuestro padre celestial Rey de Reyes y Señor de Señores Jesús de Nazaret nuestro Dios, quien es que nos da vida y fortalece a cada momento de nuestra vida, también dedico con todo mi amor a mis padres quienes con esfuerzo y esmero me supieron dar una carrera para mi futuro, además me brindan siempre su apoyo para lograr todo lo que me proponga en mi vida profesional, aunque hemos pasados momentos difíciles en el transcurso de mi carrera como la perdida de mi padre Gonzalo, ahí estuvo mi familia fortaleciéndome a cada momento, en especial mi madre que en todo momento me ha brindado su cariño y amor incondicional.

A mi grandiosa madre Ana por ser una fuente de motivación y fortaleza en mi vida, es ella quien me da su esmero, sacrificio y amor para poder superarme cada día más y ser un excelente profesional.

A mi padre Gonzalo, aunque partió de nuestra vida siempre te llevaremos en nuestros corazones; gracias padre por apoyarme a estudiar una carrera universitaria, me hubiese gustado que estés a mi lado para compartir mis logros, pero sé que estas feliz en el cielo viendo como culmino mi carrera y mis sueños.

A mi hermana Ana, Gabriel y Jeison que son los hermanos más grandiosos que Dios me ha dado, que siempre me estuvieron apoyando al transcurso de mi carrera, en especial mi hermana Ana, quien siempre estuvo apoyándome para que culmine mis estudios a pesar de las adversidades que pasaba en el transcurso de mis estudios.

Alex Espinoza

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a mis queridos padres que a lo largo de mi carrera estudiantil siempre estuvieron apoyándome, sin importar las adversidades que se presentaban, siempre motivándome e impulsándome a seguir adelante.

A Dios por darme la salud, fortaleza, sabiduría y familia para conseguir mi título universitario.

A todos los docentes que impartieron sus conocimientos para mi formación tanto académico como personal.

Agradezco a todos mis compañeros y personas con quienes compartimos momentos inolvidables en esta etapa de estudiante universitario.

Byron Cango

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a nuestro Dios, por darme la vida, guiarme durante mi existencia en la tierra, Dios es quien siempre nos da su amor incondicional en todo momento difícil.

Gracias a mis padres: Ana y Gonzalo, por ser los motores fundamentales para cumplir mis sueños, por confiar y siempre creer en mí, por los consejos y valores que me inculcaron.

Agradezco a los docentes de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca por haber compartido todos sus conocimientos a lo largo de mi preparación profesional; de manera muy especial a nuestro director de tesis Ing. Juan Diego Valladolid, que nos brindó su apoyo y conocimiento en el proceso investigativo en el trabajo de titulación..

Alex Espinoza

RESUMEN

El presente trabajo consiste en el diseño y construcción de un Trike Bike Híbrido, el mismo que se ajustará a las condiciones fisiológicas de personas de la tercera edad; quienes podrán hacer uso de este vehículo tanto para ejercitarse, así como también para movilizarse.

Inicialmente se procedió a realizar una revisión bibliográfica acerca del diseño de este tipo de vehículo, además se recopiló información sobre el uso del Trike Bike en diferentes países, así como también medios de transporte utilizados por personas de la tercera edad.

Posteriormente se realizó el diseño del Trike Bike Híbrido mediante un análisis matemático y software de modelado, teniendo en consideración esfuerzos, tipo de material y costos a emplear para su construcción.

Concluido el diseño se procedió a la construcción del Trike Bike Híbrido rigiéndose a las especificaciones de diseño. Como parte final del trabajo se realizó la prueba de carretera en la ruta establecida con un total de 50 personas de la tercera edad; de quienes se pudo obtener información como la estabilidad, comodidad, autonomía del Trike Bike Híbrido.

SUMMARY

This work consists of the design and construction of a Hybrid Trike Bike, the same one that will conform to the physiological conditions of senior citizens; who will be able to make use of this vehicle both to exercise, as well as to mobilize.

Initially a bibliographic review was carried out on the design of this type of vehicle, in addition, information was collected on the use of the Trike Bike in different countries, as well as means of transport used by senior citizens.

Subsequently, the design of the Trike Bike Hybrid was carried out through mathematical analysis and modeling software, taking into account efforts, type of material and costs to be used for its construction.

After the design was carried out, the Trike Bike Hybrid was built in accordance to the design specifications. As a final part of the work, the road test was carried out on the established route with a total of 50 seniors; from whom information could be obtained such as the stability, comfort, autonomy of the Trike Bike Hybrid.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	IX
SUMMARY.....	X
ÍNDICE GENERAL.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XV
ÍNDICE DE FIGURAS	XVI
INTRODUCCIÓN	1
1. CAPÍTULO I: ESTADO DEL ARTE.....	3
1.1 ADULTO MAYOR.....	3
1.1.1 CARACTERÍSTICAS DE UN ADULTO MAYOR.....	3
1.1.2 SÍNDROME DE INMOVILIDAD.....	4
1.1.3 CALIDAD DE VIDA DE PERSONAS DE LA TERCERA EDAD.	4
1.1.4 GERONTOGIMNASIA.....	5
1.1.5 LA TERCERA EDAD EN ECUADOR EN LA ACTUALIDAD.	6
1.1.6 POBLACIÓN DE ADULTO MAYOR EN LA CIUDAD DE CUENCA.	8
1.2 HISTORIA DEL TRIKE BIKE	8
1.2.1 TIPOLOGÍA DEL TRIKE BIKE	10
1.3 TRICICLOS RECLINABLES	10
1.3.1 TRIKE BIKE TIPO TADPOLE	11

1.3.2	TRIKE BIKE TIPO DELTA	12
1.4	EXPERIENCIAS EN EL USO DELTRIKE BIKE EN OTROS PAISES.	13
1.4.1	TRIKE BIKE COMO ALTERNATIVA DE MOVILIDAD EN FLETCHER (CAROLINA DE NORTE), ESTADOS UNIDOS.....	13
1.4.2	EL TRIKE BIKE COMO ALTERNATIVA DE MOVILIDAD EN KRIFTEL, ALEMANIA.	15
1.4.3	TRIKE BIKE COMO MEDIO DE TRANSPORTE EN COPENHAGEN, DINAMARCA	17
1.5	PARÁMETROS A TOMAR EN CUENTA AL DISEÑAR UN TRIKE BIKE TIPO TADPOLE	20
1.5.1	DISTRIBUCIÓN DE PESO.....	20
1.5.2	CENTRO DE GRAVEDAD	21
1.5.3	DISTANCIA ENTRE EJES.....	21
1.3.3.1.	Distancia entre ejes corto.....	21
1.5.4	PISTA DE LAS RUEDAS	23
1.5.5	CONFIGURACIÓN DE LA DIRECCIÓN	23
1.5.6	MECANISMOS DE DIRECCIÓN Y SISTEMAS DE ARTICULACIÓN.....	26
1.5.7	DISEÑO DEL MARCO ESTRUCTURAL DEL TRIKE BIKE.....	31
1.6	ANTROPOMETRÍA	32
1.7	ERGONOMÍA.....	34

1.7.1	FACTORES HUMANOS PARA UNA ERGONOMÍA EN UN ADULTO MAYOR.	35
1.7.2	DISEÑO ERGONÓMICO CONFIGURADO PARA LA TERCERA EDAD.	35
2.	Diseño y simulación Trike Bike Híbrido.....	39
2.1	Diseño del marco estructural.....	39
2.1.1	Dirección del Tadpole.....	39
2.1.2	Cálculo del óptimo centro de gravedad.....	40
2.1.3	Sección del perfil para el marco.....	42
2.1.4	Limitaciones de carga y escatimaciones de desplazamiento del diseño.	43
2.2	Modelado estructural mediante el software Autodesk Inventor.....	48
2.3	Simulación.....	51
3.	CAPÍTULO 3: CONSTRUCCIÓN DEL TRIKE BIKE E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA HÍBRIDO	53
3.1	Definición del Proceso de Manufactura.....	53
3.2	Proceso a seguir en la construcción del Trike Bike Híbrido	53
3.2.1	Adquisición de los materiales.....	54
3.2.2	Acopio de los materiales	56
3.2.3	Corte de las partes del Trike Bike Híbrido.....	56
3.2.4	Soldadura de piezas del Trike Bike Híbrido	57
3.2.5	Pulido de las partes con soldadura	59
3.2.6	Enmasillado de la estructura del Trike Bike Híbrido.....	59
3.2.7	Lijado de la estructura.....	60

3.2.8	Limpieza de la superficie de la estructura y componentes del Trike Bike.....	61
3.2.9	Pintado del Trike Bike	61
3.2.10	Montaje de las ruedas.....	61
3.2.11	Montaje del sistema de dirección	62
3.2.12	Montaje del sistema de frenos	63
3.2.13	Montaje del sistema Híbrido	64
4.	CAPITULO 4: PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL TRIKE BIKE HÍBRIDO .	73
4.1	Establecimiento de la ruta de prueba	73
4.2	Pruebas de conducción.....	73
4.3	Autonomía del Trike Bike Híbrido.....	75
4.3.1	Proceso de carga de las baterías.....	75
4.3.2	Análisis de descarga de las baterías de Trike Bike Híbrido.....	76
4.3.3	Descarga de las baterías en pruebas de carretera.....	77
4.4	Resultados obtenidos en las pruebas de ruta	78
	CONCLUSIONES	86
	RECOMENDACIONES	88
	BIBLIOGRAFIA	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1 Población por grandes grupos de edad.....	7
Tabla 1-2. Distancias recomendadas para distintas dimensiones de manivela.....	37
Tabla 2-1 Limitaciones de carga y escatimaciones de movimiento	44
Tabla 2-2 Establecimiento de las coordenadas de los puntos.....	46
Tabla 2-3 Magnitud de las fuerzas de los puntos.....	48
Tabla 3-1. Materiales necesarios para la construcción del Trike Bike Híbrido.....	54
Tabla 3-2. Máquinas y herramientas a utilizar en la construcción del Trike Bike Híbrido. ...	55
Tabla 3-3. Características del motor eléctrico.	65
Tabla 3-4. Características de las baterías Níquel Hidruro.....	71
Tabla 4-1. Características del Trike Bike Híbrido	75
Tabla 4-2. Tiempo de descarga del paquete de baterías del Trike Bike Híbrido.....	76
Tabla 4-3. Tiempo de descarga del paquete de baterías en prueba de carretera.....	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. James Starley's Coventry Lever Tricycle, 1876.....	9
Figura 1-2. Historia de la bicicleta y topología	10
Figura 1-3. Trike Bike tipo Tadpole.	11
Figura 1-4. Trike Bike tipo Delta.....	12
Figura 1-5. Componentes de Horizon Trike Bike.....	14
Figura 1-6. El Scorpion fs 26 – S-Pedelec.	16
Figura 1-7. Parque ciclismo Kiftel.....	17
Figura 1-8. Autopista para bicicletas Cykelsuperstier, Dinamarca.....	18
Figura 1-9. Trike Bike modelo M-F010.....	19
Figura 1-10. Trike Bike modelo M-F010 plegado.....	19
Figura 1-11. Estacionamiento de bicicleta en parque Copenhagen	20
Figura 1-12. Trike Bike Catrike Dumont eje corto.....	21
Figura 1-13. Tike BIke Ultra 700 eje largo.	23
Figura 1-14. Ángulos de avance del pivote (Caster).....	24
Figura 1-15. Ángulo de inclinación de las ruedas con respecto al suelo.	25
Figura 1-16. Configuración para la compensación de dirección Ackerman.	26
Figura 1-17. Mecanismo de dirección USS.....	27
Figura 1-18. Trike Bike con mecanismo de dirección Direct knuckle steering.	28
Figura 1-19. Sistema de acoplamiento y arrastre con una sola barra.....	29
Figura 1-20. Sistema de arrastre de dirección con enlace doble.....	30
Figura 1-21. Sistema de arrastre con enlace doble cruzado.	31
Figura 1-22. Cotas de las dimensiones de la población en Colombia en posición de pie.....	33
Figura 1-23. Cotas de las dimensiones de la población en Colombia en posición de pie.....	33
Figura 1-24. Cotas de las dimensiones de la población en Colombia en posición sentada. ...	34

Figura 1-25. Cotas de las dimensiones de cabeza, mano y pie de la población en Colombia.	34
Figura 1-26. Ángulo de inclinación del espaldar.	36
Figura 1-27. Longitud del espaldar.	36
Figura 1-28. Holgura para la manivela.	37
Figura 1-29. Distancia BB-Seat Diff.	38
Figura 2-1 Dirección del Trike Bike Híbrido	40
Figura 2-2 Diagrama para el centro de gravedad	40
Figura 2-3 Vista frontal	41
Figura 2-4 Vista lateral	41
Figura 2-5 Diseño y ubicación de cargas.	43
Figura 2-6 Consideraciones de diseño ergonomía.	45
Figura 2-7 Consideraciones de diseño altura del piso.	45
Figura 2-8. Vista lateral de la estructura	48
Figura 2-9. Vista superior del Trike Bike.	49
Figura 2-10. Vista isométrica del Trike Bike.	49
Figura 2-11. Plano lateral.	50
Figura 2-12. Plano Superior.	50
Figura 2-13. Plano Frontal.	50
Figura 2-14 Deformación total del marco	52
Figura 2-15 Esfuerzos del marco estructural.	52
Figura 3-1. Secuencia de pasos a seguir en la construcción del Trike Bike Híbrido.	53
Figura 3-2. Corte de las piezas del Trike Bike Híbrido.	56
Figura 3-3. Ensamblaje de las piezas.	57
Figura 3-4. Unión de piezas mediante un punto de suelda.	57
Figura 3-5. Estructura completa del Trike Bike Híbrido.	58

Figura 3-6. Pulido de piezas con soldadura.....	59
Figura 3-7. Preparación de la masilla.....	60
Figura 3-8. Aplicación de la masilla.....	60
Figura 3-9. Proceso de pintado.....	61
Figura 3-10. Montaje de la rueda posterior del Trike Bike.....	62
Figura 3-11. Montaje del sistema de dirección en la estructura del Trike Bike.Híbrido.....	62
Figura 3-12. Sistema de frenos montados en el Trike Bike.....	63
Figura 3-13. Kit eléctrico a montar en el Trike Bike.....	64
Figura 3-14. Motor eléctrico RH-205.....	65
Figura 3-15. Motor eléctrico incorporado al Trike Bike Híbrido.....	66
Figura 3-16. Módulo de control del sistema Híbrido.....	66
Figura 3-17. Módulo de control incorporado a la estructura del Trike Bike Híbrido.....	67
Figura 3-18. Acelerador y manijas de freno para el Trike Bike Híbrido.....	68
Figura 3-19. Maniquete de aceleración y manijas de frenos incorporados al Trike Bike Híbrido.	68
Figura 3-20. Sensor de pedaleo.....	69
Figura 3-21. Sensor de pedaleo Montado a la estructura.....	69
Figura 3-22. Indicador digital del Trike Bike Híbrido.....	70
Figura 3-23. Balanceo del paquete de baterías.....	71
Figura 3-24. Baterías a utilizar en el Trike Bike Híbrido.....	72
Figura 3-25. Compartimento para las baterías del Trike Bike Híbrido.....	72
Figura 4-1. Ruta de prueba del Trike Bike Híbrido.....	73
Figura 4-2. Prueba de manejo con personas de la tercera edad.....	74
Figura 4-3. Proceso de carga del paquete de baterías.....	75
Figura 4-4. Voltajes obtenidos en la prueba de descarga de las baterías.....	77

Figura 4-5. Resultados para la primera pregunta.	79
Figura 4-6. Resultados obtenidos de la segunda pregunta.	79
Figura 4-7. Resultados de la tercera pregunta de la encuesta.	80
Figura 4-8. Resultados de la cuarta pregunta en la encuesta.	81
Figura 4-9. Resultados de la quinta pregunta en la encuesta.	81
Figura 4-10. . Resultados de la sexta pregunta en la encuesta.	82
Figura 4-11. Resultados de la séptima pregunta en la encuesta.	83
Figura 4-12. Resultados de la octava pregunta 8 en la encuesta.	83
Figura 4-13. Resultados de la novena pregunta en la encuesta.	84
Figura 4-14. Resultados de la décima pregunta en la encuesta.	85

INTRODUCCIÓN

Con el pasar de los años las personas van sufriendo trastornos causando pérdida en la funcionalidad de las actividades cotidianas; esto afecta especialmente a la población de la tercera edad. Uno de las afecciones más comunes en el adulto mayor es en su sistema músculo-esquelético; los músculos se atrofian y en consecuencia la masa muscular y fuerza disminuye, principalmente de las piernas, por lo que sus pasos son más cortos y lentos, asociados con la pérdida de equilibrio. Conservar la movilidad es el deseo de todo adulto mayor.

El uso de un vehículo convencional u otro medio de transporte que funcione a base de los derivados del petróleo es lo que se quiere evitar, por la contaminación que produce, por tal motivo diversos países buscan nuevas alternativas de movilidad. En este aspecto la población adulto mayor no debe ser excluida por lo que nace la necesidad de crear medios de transporte que se ajusten a sus condiciones físicas, mentales y sea amigable con el medio ambiente.

En países como Dinamarca, Alemania, Estados Unidos se han implementado medios de transporte enfocados al adulto mayor, de entre ellos tenemos el Trike Bike.

En base a estos antecedentes en el presente trabajo se ha propuesto diseñar y construir un Trike Bike Híbrido que satisfaga la necesidad de movilidad y contribuya en cierta medida en la conservación de la salud en las personas de la tercera edad.

Para tal fin en el capítulo I de este proyecto técnico se realizará el Estado del Arte con el fin de recopilar información que ayude al desarrollo de este trabajo.

En el capítulo II se procederá al diseño y análisis estructural del Trike Bike Híbrido en base a la información recopilada en el capítulo anterior, el mismo cumplirá con las características necesarias que el adulto mayor requiere para moverse de forma segura.

En el capítulo III se detalla el procedimiento seguido en la construcción del Trike Bike Híbrido, así como también la incorporación del sistema híbrido

En el capítulo IV se realizará pruebas del Trike Bike Híbrido en rutas establecidas, para posteriormente exponer las conclusiones de los resultados obtenidos en la realización de este proyecto técnico.

1. CAPÍTULO I: ESTADO DEL ARTE

1.1 ADULTO MAYOR

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS) (Arana, 2016), las personas de 60 a 74 años de edad forman el grupo del adulto mayor, las que se encuentran en el rango de 75 a 90 años se les considera como ancianas o ancianos, y las que pasan de los 90 años se les considera como personas longevos. Un adulto mayor alcanza ciertos rasgos desde el punto biológico, social y psicológico (recuerdos o experiencia en el transcurso de su vida).

Los adultos mayores en el transcurso de sus años van perdiendo su memoria conocido como demencia, este es un problema en el adulto mayor ya que no cuenta con la capacidad de pensar coherentemente, también tiene comportamiento e incapacidad que le impiden realizar actividades cotidianas.

1.1.1 CARACTERÍSTICAS DE UN ADULTO MAYOR.

Según (Arana, 2016), las características que tiene un adulto mayor son las siguientes:

- Comienzan afectar diversas enfermedades bilógicas (artrosis, diabetes, párkinson o enfermedades cardiovasculares).
- Pocas áreas recreativas para realizar actividad física apropiada a su edad.
- No cuentan con un vehículo para movilizarse en la ciudad sin perder la actividad física ya que es importante para su edad.
- Establece nuevos roles en su familia.

Por ningún motivo la sociedad debe olvidar a las personas de la tercera edad ni deben ser consideradas personas de segundo orden, ya que ellos en su juventud han aportado para el

crecimiento de la sociedad, es necesario que ellos mismo se levanten la autoestima, también tener bienestar en la familia y como sociedad.

1.1.2 SÍNDROME DE INMOVILIDAD.

De acuerdo (Angeles Lopez Olmo, 2014), normalmente es un conjunto de enfermedades con alta prevalencia en el adulto mayor, la incapacidad de realizar actividades del día a día, por lo que necesita ayuda de una persona externa para poder realizar sus diligencias .

La inmovilidad en los adultos mayores por ser sedentarios o no tener actividad física tiene como consecuencia al deterioro neuro-musculo-esquelético, ya que esto afecta de manera directa a la independencia del adulto mayor. La actividad física en las personas de la tercera edad es muy importante para no sufrir el síndrome de inmovilidad, la actividad física debe ir de acuerdo a las necesidades de cada individuo. (Arana, 2016)

Según (Arana, 2016), existen dos tipos de inmovilidad que son las siguientes:

- **Relativa:** Cuando el adulto mayor es capaz de movilizarse por cuenta propia, pero no es capaz de realizar actividades que demanden esfuerzo.
- **Absoluta:** Cuando la persona tiene incapacidad de moverse por cuenta propia, necesita de otras personas para poder movilizarse.

1.1.3 CALIDAD DE VIDA DE PERSONAS DE LA TERCERA EDAD.

La calidad de vida es una evaluación que se le da a cada individuo considerando las variables físicas, psicológicas y sociales. (Crespo Ornillas, 2)

De acuerdo a la OMS, la calidad de vida de un adulto mayor tiene como percepción su lugar de existencia, su vida cultural y del sistema como vive en relación con sus objetivos, sus expectativas, sus normas, sus inquietudes.

Los seres humanos tenemos necesidades múltiples, es por lo cual que las necesidades humanas se deben entender como un sistema en que las mismas deben estar relacionadas y satisfacer en tres contextos: relación consigo mismo, relación con un grupo social y saber relacionarse con el medio ambiente. (Arana, 2016)

1.1.4 GERONTOGIMNASIA

De acuerdo (Diaz, 2017), la Gerontogimnasia tiene la función específica de promover actividad física en el adulto mayor, es decir que ellos puedan realizar ejercicios, mejorando de esta manera su forma física y reduciendo en cierta medida algún tipo de deterioro físico o problema locomotor.

1.1.4.1 Ejercicios aeróbicos.

Los ejercicios aeróbicos ayudan a disminuir el sedentarismo, el no practicar actividad física es considerado causa de muerte en el adulto mayor en todo el mundo y va aumentando progresivamente en muchos países, influye en gran medida al aumento de enfermedades cardiovasculares.

Los ejercicios aeróbicos tienen como objetivo hacer movimientos monótonos con los músculos de los brazos y músculos largos de las piernas. Los ejercicios más comunes es la caminata, trotar, bailar, pedalear. Al practicar este tipo de ejercicio se otorga una resistencia mayor y combate la obesidad, estos tipos de ejercicios aumentan la oxigenación de la sangre. (Cooper, 1968)

De acuerdo (Arana, 2016), los múltiples beneficios de los ejercicios aeróbicos es prevenir y tratar varias enfermedades catastróficas relacionadas con el adulto mayor, las más destacadas son las siguientes:

- Su sistema cardiovascular
- El metabolismo

- El sistema musculoesquelético
- La salud mental

1.1.4.2 Ejercicios anaeróbicos

De acuerdo (Salabert, 2019), los ejercicios anaeróbicos tienen como objetivo realizar ejercicios de alta intensidad como es el levantamiento de pesas, carreras de velocidad, hacer abdominales, o cualquier ejercicio que la persona tenga un esfuerzo durante poco tiempo, en este tipo de ejercicio se debe hacer un breve calentamiento de 10 minutos aproximadamente.

La diferencia entre los ejercicios anaeróbicos de los ejercicios aeróbicos se puede decir que es la duración e intensidad de cada ejercicio. Se trata de hacer un ejercicio más corto, pero donde el que hace este tipo de ejercicio lo hace con mayor intensidad que el aeróbico. (Arana, 2016)

El ejercicio anaeróbico es utilizado para fomentar la masa muscular del cuerpo humano, los músculos que son entrenados por los ejercicios anaeróbicos van poco a poco aumentando la masa muscular, la persona que practica este ejercicio tiene una buena actividad física para corto y largo plazo.

1.1.5 LA TERCERA EDAD EN ECUADOR EN LA ACTUALIDAD.

El grado de envejecimiento en la población total, es directamente proporcional con la tasa de fecundidad observada en un periodo determinado. En nuestro caso se pondrá en evidencia los datos del adulto mayores de 65 años del total de la población. En Ecuador, para tener cifras concretas del adulto mayor se toma los datos generados en el último censo del Ecuador que se realizó en el año 2010 por el INEC, lo que se muestra en la tabla 1.

Tabla 1-1 Población por grandes grupos de edad.

Fuente: INEC Censo de población y Vivienda.

Año censal	Mujeres		Hombres		total
	Número	%	Número	%	
1990	4.851.777	50,3%	4.796.412,00	49,7%	9.648.189
0 a 14 años	1.833.735	49,0%	1.905.489,00	51,0%	3.739.224
15 a 64años	2.800.669	51,0%	2.690.113,00	49,0%	5.490.782
65 años y mas	217.373	52,0%	200.810,00	48,0%	418.183
2001	6.138.255	50,5%	6.018.353,00	49,5%	12.156.608
0 a 14 años	1.993.050	49,3%	2.046.970,00	50,7%	4.040.020
15 a 64años	3.720.270	50,9%	3.582.694,00	49,1%	7.302.964
65 años y mas	424.935	52,2%	388.689,00	47,8%	813.624
2010	7.305.816	50,4%	7.177.683,00	49,6%	14.483.499
0 a 14 años	2.227.253	49,2%	2.301.172,00	50,8%	4.528.425
15 a 64años	4.583.512	50,8%	4.430.657,00	49,2%	9.014.169
65 años y mas	495.051	52,6%	445.854,00	47,4%	940.905

Según la tabla 1, la población de adulto mayor es 940905 personas en el año 2010, lo cual representa el 6% del total del último censo que se ha realizado en Ecuador.

1.1.6 POBLACIÓN DE ADULTO MAYOR EN LA CIUDAD DE CUENCA.

De acuerdo (INEC, 2001), La población del adulto mayor en el cantón Cuenca se puede observar en la tabla 2:

Tabla 2. Población del adulto mayor en Cuenca 2001

Fuente: (Autores)

Pirámide de población

Edades	Hombres	Mujeres
85 Y MAS	1733	2643
80-84	1531	2218
75-79	2252	2898
70-74	2894	3995
65-69	3605	4828
60-64	4487	5818
TOTAL	16502	22400
	38902	

La población a nivel nacional a partir del 2001 tiene un crecimiento del 1.4% según el INEC por lo que se puede manifestar que la población del adulto mayor en este año 2019 es de 49964 personas aproximadamente.

1.2 HISTORIA DEL TRIKE BIKE

En el año 1655 el Alemán Stephan Farffler quién sufría discapacidad construyó una silla de ruedas accionada por manivelas y que constaba de tres ruedas, ya que quería mantener su movilidad, posteriormente en el año de 1789, dos inventores franceses crearon un triciclo el cual era propulsado mediante pedales.

El inventor Británico Denis Johnson en el año de 1818 patenta su triciclo; para el año 1876, James Starley inventó el Convertry Lever Tricycle, su diseño consta de dos ruedas pequeñas

en el lado derecho y una rueda motriz de gran dimensión ubicado al lado izquierdo; para el movimiento de este vehículo se utiliza palancas de mano.

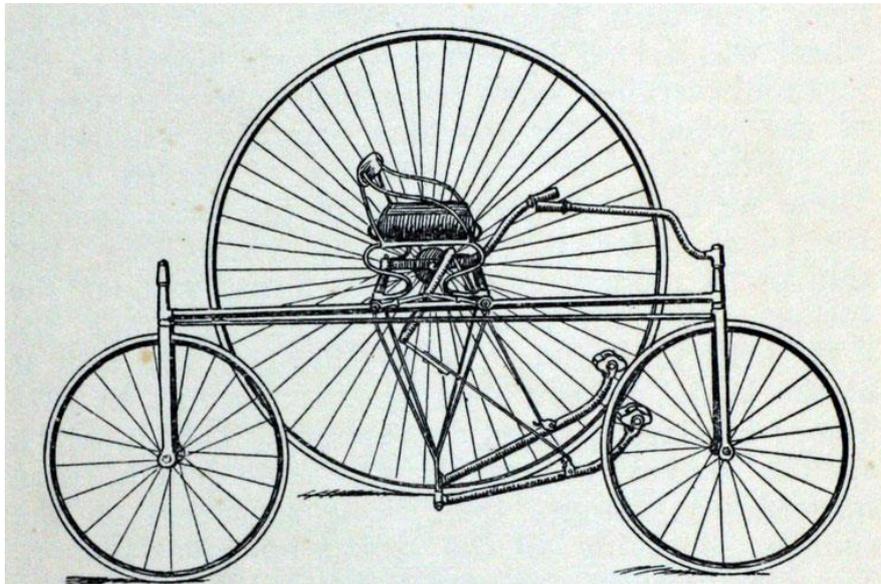


Figura 1-1. James Starley's Coventry Lever Tricycle, 1876.

Fuente: (Wikimedia, 1876)

Posteriormente Starley desarrolló un nuevo triciclo que lo llamó Coventry Rotary, siendo este uno de los primeros triciclos de cadena rotativa.

El invento de Starley revolucionó el ciclismo en Gran Bretaña; seguidamente para 1879, había múltiples modelos de triciclos y modelos de ruedas producidos en la ciudad de Coventry, Inglaterra. La Compañía The Leicester Safety Tricycle Company con su sede en la ciudad de Leicester, Inglaterra, creó el primer triciclo con dirección delantera y otro triciclo plegable en el año de 1881, saliendo al mercado para su comercialización a un precio de 18 euros.

Este tipo de vehículo de tres ruedas que para su movimiento generalmente es accionado mediante tracción humana es utilizado por niños, adultos y personas de la tercera edad debido a la estabilidad que presenta frente a la bicicleta. En Estados Unidos y Canadá los Trikes Bikes son utilizados por personas de la tercera edad para realizar compras, ejercicio y recreación. En el continente Asiático y Africano este tipo de vehículos son conocidos como Peditaxis, los

mismos son empleados para el transporte de pasajeros, carreras, entrega de encomiendas.(Sahil Jitesh, 2015)

1.2.1 TIPOLOGÍA DEL TRIKE BIKE

A partir del año 1880 se forma la unión de triciclos en la Unión Europea, este gremio se conformó por todos los fabricantes de triciclos de la comunidad europea. Los triciclos para ese entonces estaban en auge y sus ventas se incrementaban notablemente llegando a suponer que se convertirían en el vehículo de movilidad personal del futuro, mientras que el uso de bicicletas estaba en declive.(Tony Handland, 2014)

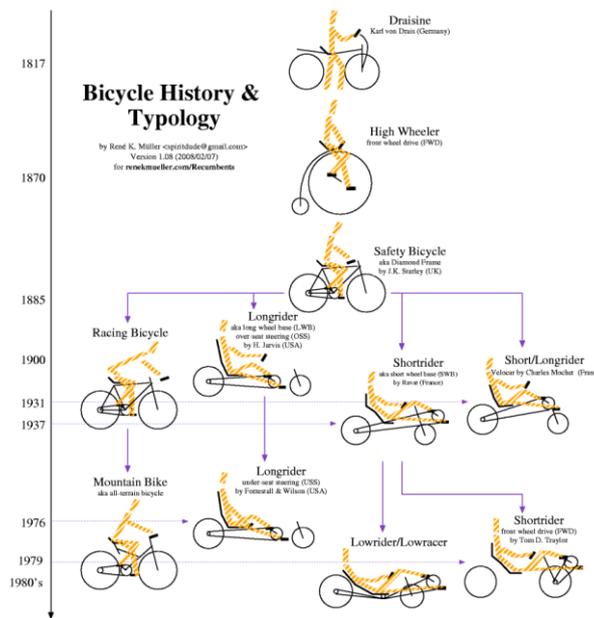


Figura 1-2. Historia de la bicicleta y topología

Fuente: (Saahil, 2011)

1.3 TRICICLOS RECLINABLES

Los triciclos reclinables difieren completamente del triciclo convencional y de la bicicleta, dado a que su conducción es confortable debido a su configuración.

Las configuraciones más comunes que se puede encontrar en el mercado son dos y están definidos de acuerdo a la disposición de las ruedas, puede ser del tipo “Tadpole” configurado con dos ruedas frontales y una rueda en la parte posterior (2F1R), y “Delta” estructurado con

dos ruedas posteriores y una delantera en el cual está incorporado el mecanismo de tracción (1F2R) (Restrepo, 2017).

1.3.1 TRIKE BIKE TIPO TADPOLE



Figura 1-3. Trike Bike tipo Tadpole.

Fuente: (Utah Trikes, 2019)

Este tipo de Trike Bike presenta las siguientes características:

Ventajas:

- Debido a sus dos ruedas delanteras proporcionan un frenado eficiente y seguro.
- Proporciona un manejo comfortable.

Desventajas:

- El sistema de dirección presenta cierta complejidad dado a que requieren piezas únicas.
- Diseño complicado de realizar por los parámetros que se deben tener en consideración para su buen desempeño. (Horwitz, 2010)

1.3.2 TRIKE BIKE TIPO DELTA



Figura 1-4. Trike Bike tipo Delta

Fuente: (Trailside, 2019)

El Trike Bike tipo delta presenta las siguientes ventajas:

- Diseño fácil de realizar, por la similitud con una bicicleta convencional.
- Consto de construcción económico, se puede utilizar piezas de bicicletas.

Desventajas:

- Dado a que tiene una sola rueda delantera el momento de inercia al tomar una curva es mayor.
- El frenado es más complicado con respecto al Trike tipo Tadpole.(Horwitz, 2010)

Por la comodidad que presenta este medio de transporte, los ciclistas lo han tomado como ideal para realizar viajes largos ya que al pedalear con los pies hacia adelante evita un esfuerzo excesivo y toda la parte superior del cuerpo no se ve comprometido.(Utah Trikes, 2019). Cabe destacar también que los usuarios prefieren el Trike Bike del tipo Tadpole por su estabilidad al momento de tomar una curva y rendimiento.(Restrepo, 2017)

Por las ventajas que presenta el Trike Tadpole como la maniobrabilidad en curva y frenado eficiente frente al tipo Delta, se opta por diseñar el modelo con dos ruedas delanteras y una posterior.

1.4 EXPERIENCIAS EN EL USO DEL TRIKE BIKE EN OTROS PAISES.

1.4.1 TRIKE BIKE COMO ALTERNATIVA DE MOVILIDAD EN FLETCHER (CAROLINA DE NORTE), ESTADOS UNIDOS.

Fletcher es un pueblo que pertenece al condado de Henderson en Carolina del Norte de los Estados Unidos, cuenta con una población de alrededor de 4185 habitantes; es la sede de la fábrica Outrider quien se dedica a la construcción y ensambles de Trike Bikes eléctricas, gran parte de sus habitantes trabajan en esta empresa, han estado produciendo bicicletas y triciclos eléctricos de alto rendimiento desde 2009 (Founders Jesse Lee, Tom Ausherman, & Daniel, 2014).

1.4.1.1 Características del Trike Bike.

Horizon nació de la idea de la empresa Outrider USA, que tiene como objetivo principal de llevar la alegría de andar en una bicicleta y la respectiva movilidad a las personas que tienen una discapacidad física. Los fundadores Jesse Lee, Tom Ausherman y Daniel Rhyne de

Horizon lanzaron una campaña de 30 días para recaudar fondos para producir los primeros Trike Bikes eléctricos.

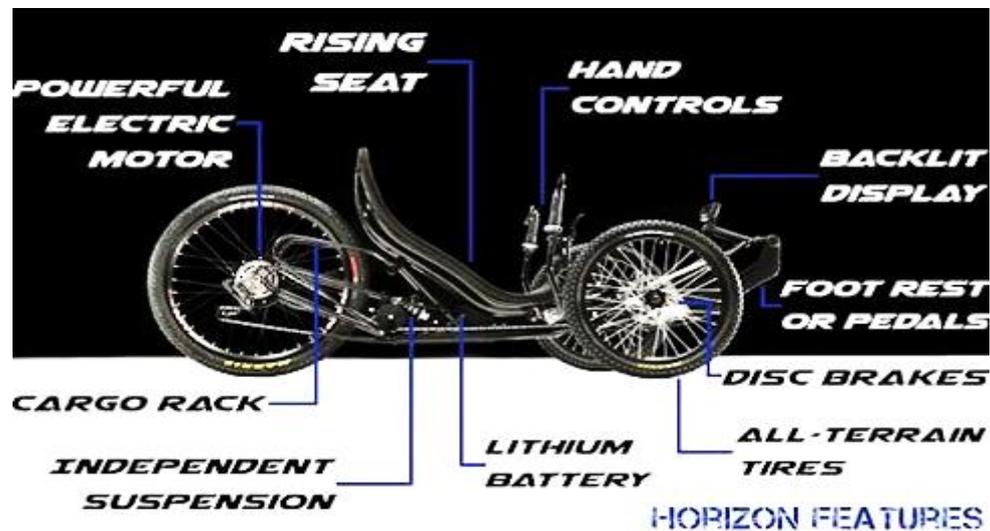


Figura 1-5. Componentes de Horizon Trike Bike.

Fuente:(Founders Jesse Lee, Tom Ausherman, & Daniel, 2014)

El diseño de la Trike Bike es para conducirse en lugares llenos de aventura extrema, esta idea tuvo como objetivo ayudar a personas cuadripléjicos que le guste la aventura. Christopher J. Wenner que es una persona cuadripléjica pero que le gusta la aventura se contactó con la empresa Outrider para que le construyan una Trike Bike eléctrica que el pudiera montar. Christopher pudo plasmar su sueño ya que él monto uno de los primeros prototipos de Horizon y ha realizado algunos viajes increíbles donde ha podido cumplir su sueño (Founders Jesse Lee, Tom Ausherman, & Daniel, 2014).

1.4.1.2 Uso del Trike Bike eléctrico.

El Trike Bike eléctrico se puede adaptar a las habilidades de los ciclistas con discapacidades especiales o persona de la tercera edad, ya sean ciclistas que tenga discapacidad de mover las piernas y brazos hasta ciclistas con discapacidad limitada, como son parapléjicos y cuadripléjicos.

De acuerdo a (Founders Jesse Lee, Tom Ausherman, & Daniel, 2014), el Trike Bike Eléctrico puede ser conducido por todas las personas con este tipo de discapacidad:

- Con plena función de sus brazos y piernas.
- Utilizando solo la mano/ brazo izquierdo
- Utilizando solo la mano derecha / brazo
- Personas que puedan mover sus partes superiores, pero tengan movimiento limitado de las piernas.
- Personas que puedan mover sus partes superiores y tengan cero movimientos de las piernas.
- Con función limitada tanto en los brazos como en las piernas (necesitará cierta cantidad de función de los brazos para la dirección, el frenado y el acelerador).
- Con cualquier combinación de los anteriores

1.4.2 EL TRIKE BIKE COMO ALTERNATIVA DE MOVILIDAD EN KRIFTEL, ALEMANIA.

Kriftel es una ciudad que cuenta con 11000 habitantes, se encuentra localizada a 16 km al oeste de Frankfurt. Es una ciudad moderna donde sus parques están acondicionados para poder transitar con el Trike Bike; es frecuentado por personas de avanzada edad ya que es uno de sus principales medios de transporte y se adapta a la geografía del terreno que es plano, además Kriftel es una ciudad pequeña para poder movilizarse a cualquier lugar.

El Trike Bike es el principal medio de transporte en esta ciudad ya que aquí se encuentra una de las compañías que fabrica los Trike Bike, llamada HP Velotechnik; esta fue fundada por Pablo Hollants y Daniel Pulvermüller en 1993(Bikelec, 2016).

1.4.2.1 Características de la Trike Bike.

El fabricante de Trike Bike HP Velotechnik desarrolla diez modelos diferentes con todo tipo de características, de los cuales se tiene el Trike Bike de uso diaria en el cual se pueden montar motores eléctricos si es necesario.

El crecimiento en la demanda del Trike Bike es una alternativa eficiente y divertida que ha adoptado la gente de esta ciudad para movilizarse. También destaca que tiene una ergonomía en el asiento y una facilidad de guardado (Bikelec, 2016).

El Trike Bike más manejada en la ciudad de Kriptel es Scorpion fs 26 -S- Pedelec por su gran estabilidad al tomar todo tipo de curvas, esto es debido a la suspensión independiente McPherson que el fabricante ha puesto en este modelo en la parte delantera. El fabricante para regenerar una potencia adicional en esta Trike Bike monta un motor Swiss Drive de 500 watt que está en la rueda posterior, añadiéndole potencia al Trike Bike si se activa.

Una de las características más destacadas de esta Trike Bike es que cuenta con recuperación de la energía a través de los frenos regenerativos; puede recuperar hasta el 7% de la carga nominal(Bikelec, 2016).



Figura 1-6. El Scorpion fs 26 – S-Pedelec.

Fuente: (Bikelec, 2016)

1.4.2.2 Uso del Trike Bike.

El vehículo reclinado es como le conocen en Alemania, es usado para uso diario en viajes de ciclismo. Estos vehículos son presentados en todo tipo de feria y han tenido gran aceptación en toda la población ya que son estables y pueden andar en todo tipo de suelo; en la ciudad de Kriftel los parques tienen ciclo vías para que puedan hacer ejercicios todas sus personas y las vías están acondicionada para poder movilizarse con este tipo de vehículo(Letzte Änderung, 2018).



Figura 1-7. Parque ciclismo Kiftel

Fuente:(HP Velotechnik, 2019)

1.4.3 TRIKE BIKE COMO MEDIO DE TRANSPORTE EN COPENHAGEN, DINAMARCA

Copenhague la ciudad de las bicicletas, esta ciudad de Dinamarca ha inaugurado la primera autopista llamada Cykelsuperstier exclusiva para la bicicleta, es el sistema más moderno del mundo que prioriza el transporte de su gente por medio de la bicicleta, lo cual aplica políticas de movilidad para la construcción de vías exclusivas para bicicletas. Cykelsuperstier como se llama la autopista que solo es exclusiva de las bicicletas que constituye de 26 vías y 300 kilómetros propuestas a este proyecto.

Con la activación de su primera etapa que apenas es de 17 km ya habilitados que unen las localidades de Copenhague, Frederiksborg, Albertslund y Rødovre. Habilitado la primera parte

de la autopista para bicicleta y para todo vehículo de tracción humana se ha visto utilizado por el 30% de ciclistas lo que ha representado todo un éxito. Con este tipo de autopistas que es exclusivo para la bicicleta el estado ahorra hasta un 90% del presupuesto que se utilizaría en una infraestructura destinada al tráfico de automóviles, esto es un gran triunfo tanto ambientalmente y económicamente (toumai, 2012).

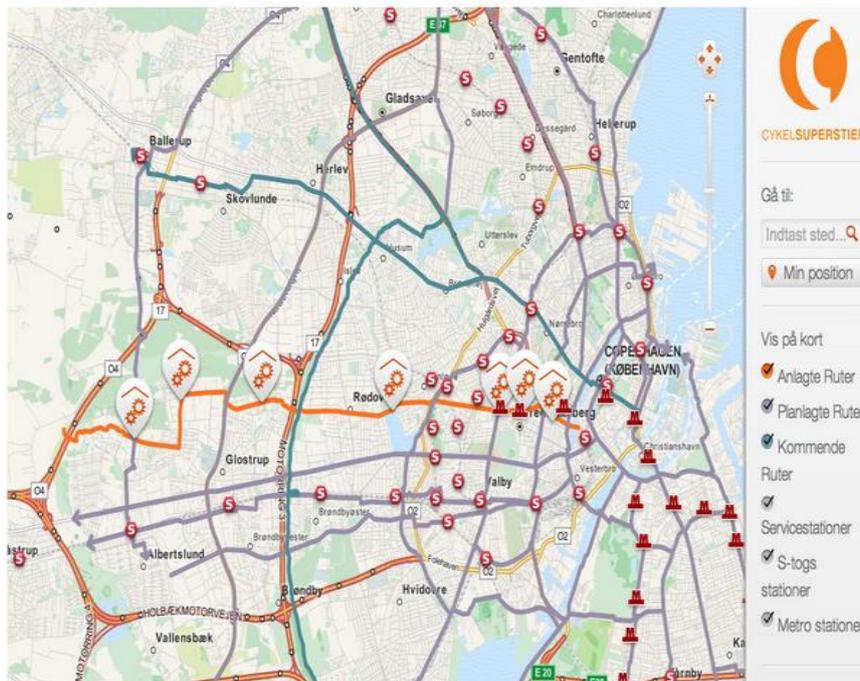


Figura 1-8. Autopista para bicicletas Cykelsuperstier, Dinamarca

Fuente:(toumai, 2012).

1.4.3.1 Características del Trike Bike.

En Copenhagen el Trike Bike es vendido con neumáticos de banda de rodadura de un tamaño mayor porque su gente busca más aventura y diversión en ciclismo en todo tipo de terreno. Este tipo de neumáticos permite tener un paseo más suave y estable al viajar por terreno

arcilloso ya que es un terreno típico de los parques de aventura de la ciudad Copenhagen (Caetano, 2019).



Figura 1-9. Trike Bike modelo M-F010.

Fuente:(Alibaba, 2019a)

El modelo que más se utiliza en Copenhagen es el Trike Bike M-F010, ya que es una aventura increíble al viajar por senderos arcillosos, nieve y arena. Al ser una ciudad donde el costo de un apartamento es caro buscan también el ahorro de espacio y este modelo es plegable.



Figura 1-10. Trike Bike modelo M-F010 plegado

Fuente:(Alibaba, 2019a)

1.4.3.2 Uso del Trike Bike.

En Dinamarca el Trike Bike es el principal medio de transporte para el adulto mayor y personas que padezcan alguna discapacidad que les impida movilizarse a todo lugar; el sistema de movilización de la ciudad de Copenhagen están diseñados para circular en este medio de transporte.



Figura 1-11. Estacionamiento de bicicleta en parque Copenhagen

Fuente:(yomismismo, 2017)

1.5 PARÁMETROS A TOMAR EN CUENTA AL DISEÑAR UN TRIKE BIKE

TIPO TADPOLE

A continuación, se detalla los parámetros que se deben tener en consideración al momento de diseñar de un Trike Bike con dos ruedas frontales y una posterior, así como también su importancia.

1.5.1 DISTRIBUCIÓN DE PESO

Según (Horwitz, 2010) la distribución de peso hace referencia al peso horizontal que se mueve entre las ruedas delanteras y posterior; esto dictaminará la maniobrabilidad y estabilidad del vehículo. Cuanto más peso se concentre en las ruedas delanteras existirá menor sobreviraje y se podrá tomar las curvas con mayor facilidad, sin embargo esto provocará que la rueda posterior se torne ligera y se arruine en las curvas cerradas En el caso de existir peso excesivo en la rueda posterior provocara que el triciclo vuelque incluso a bajas velocidades.(Horwitz, 2010)

Para que el Tirke Bike sea estable lo ideal es que el 70% del peso se concentre en las ruedas delanteras y el 30% en la rueda posterior.(Horwitz, 2010)

1.5.2 CENTRO DE GRAVEDAD

El centro de gravedad en la relación entre el peso vertical superior e inferior, así lo describe (Horwitz, 2010). Para que el manejo del triciclo sea eficaz es de vital importancia el centro de gravedad así como la distribución de peso pero el centro de gravedad se ve comprometido únicamente cuando el peso esté por debajo del eje de las ruedas; el Trike Bike proporcionara una excelente maniobrabilidad indistinto de la distribución de peso, sin embargo tiene la desventaja de disminuir la visibilidad, seguridad, confort y practicidad por lo que la mayoría de triciclos de carretera su centro de gravedad estará por encima de los ejes. (Horwitz, 2010)

1.5.3 DISTANCIA ENTRE EJES

La distancia entre ejes es la medida que existe entre el eje de la rueda delantera y eje posterior; en un triciclo reclinable, este parámetro tiene repercusión en la estabilidad, distribución de peso, dirección y comodidad. Esta dimensión depende de las preferencias del usuario por lo que pueden ser de distancia entre ejes, larga o corta. (Restrepo, 2017)

1.3.3.1. Distancia entre ejes corto



Figura 1-12. Trike Bike Catrike Dumont eje corto.

Fuente: (Basically Bicycles, 2019)

Se considera una Trike Bike del tipo corto cuando la distancia entre los ejes está por debajo de cuarenta pulgadas (Horwitz, 2010). Seguidamente se detalla los pros y contras que presenta este tipo de configuración:

- Una ventaja es que el radio de giro es reducido.(Horwitz, 2010)
- Conducción tipo deportivo.(Horwitz, 2010)
- Estructura más pequeño, proporcionándole mayor rigidez.(Horwitz, 2010)

Entre las desventajas que se pueden enlistar, se tiene:

- La distribución del peso en la estructura se ve influenciada notablemente por la posición del usuario.(Horwitz, 2010)
- El ángulo de inclinación del asiento se reduce.(Horwitz, 2010)

1.3.3.1.Distancia entre ejes largo

Las ventajas son:

- El peso del piloto no repercute en gran medida a la distribución del peso en la estructura del Trike Bike.(Restrepo, 2017)
- El ángulo de inclinación del asiento es más amplio.(Restrepo, 2017)

Entre las desventajas se tiene:

- El peso se incrementa, además la rigidez del Trike Bike se ve afectada negativamente por ser la estructura de mayor dimensión.(Restrepo, 2017)
- Mayor radio de giro.(Restrepo, 2017)



Figura 1-13. Tike BIke Ultra 700 eje largo.

Fuente:(Horwitz, 2010)

Al momento de diseñar un Trike Bike la distancia entre ejes no debe ser el factor limitante, ya que este se debe ajustar de acuerdo a las preferencias del usuario, es decir si lo desea para una conducción tipo deportivo o únicamente como turismo.(Restrepo, 2017)

1.5.4 PISTA DE LAS RUEDAS

La pista de las ruedas hace referencia a la magnitud que separa a las ruedas frontales del Trike Bike Tadpole. A mayor distancia entre ellas, más estabilidad tendrá el Trike Bike al momento de tomar una curva a velocidades altas, pero al ser demasiado ancho no podrá circular por las pistas que son destinadas para las bicicletas. La distancia recomendable de la pista de ruedas es de 812mm, dándole gran maniobrabilidad y apto para ser conducido por las ciclovías.(Horwitz, 2010)

Se debe evitar implementar en el Trike Bike ruedas frontales de gran diámetro debido a que estas pueden llegar a tomar contacto con el piloto al momento de maniobrar en una curva cerrada.(Horwitz, 2010)

1.5.5 CONFIGURACIÓN DE LA DIRECCIÓN

El mecanismo de dirección toma un rol importante en el desempeño del Trike Bike, dado a que este sistema definirá si el triciclo es bueno o no; por lo tanto es indispensable tener un buen diseño del mismo.(Horwitz, 2010)

1.5.5.1 Ángulo de lanzamiento o caster

Según (Horwitz, 2010) el ángulo Caster hace referencia al ángulo formado entre la vertical y el eje de pivotamiento de las ruedas; este es medido cuando las ruedas se encuentran en su dirección longitudinal. Este ángulo es positivo si la línea central de la dirección se encuentra inclinado hacia la parte de atrás con respecto a la vertical; mientras mayor sea este ángulo, más estabilidad tendrá el sistema de dirección; de este modo se evita que el vehículo tienda a irse a un lado y en el caso de tomar una curva los neumáticos retornaran a la posición longitudinal.(Jaime Céspedes, 2016)

Se tiene un Caster negativo cuando la línea central de la dirección está orientada hacia la parte delantera con respecto a la línea vertical. No es recomendable tener este tipo de ángulo ya que da inestabilidad direccional al vehículo.(Jaime Céspedes, 2016)

Un ángulo de lanzamiento cero se da cuando la línea central de la dirección está alineado con la línea vertical.(Jaime Céspedes, 2016)

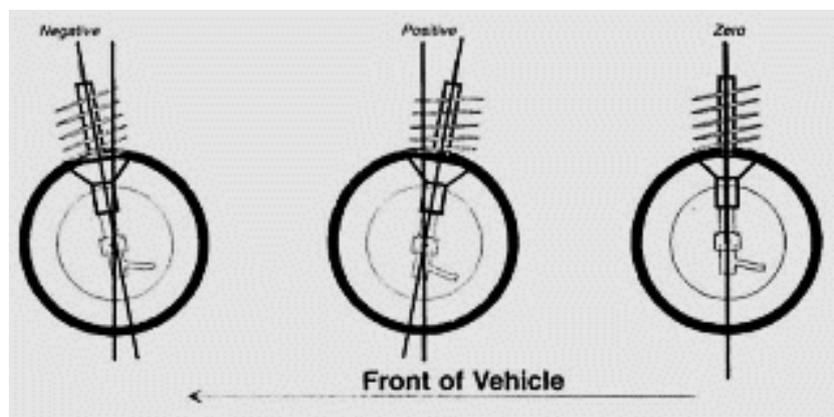


Figura 1-14. Ángulos de avance del pivote (Caster).

Fuente: (alineadoras Hunter, 2019)

1.5.5.2 Ángulo Camber

Según (Jaime Céspedes, 2016) el ángulo Camber es la inclinación de las ruedas. Se pueden dar tres situaciones; Camber cero cuando el neumático está completamente vertical y por lo tanto todo el ancho de la rueda entra en contacto con la superficie de apoyo; Camber positivo si la

parte superior de la llanta se encuentra inclinada hacia afuera de tal manera que el neumático por el lado inferior entrara en contacto con el piso únicamente con la parte exterior; y por último se tiene un Camber negativo cuando ocurre todo lo contrario al Camber positivo. (Jaime Céspedes, 2016). Normalmente se desea tener un Camber negativo o cero. (Horwitz, 2010)

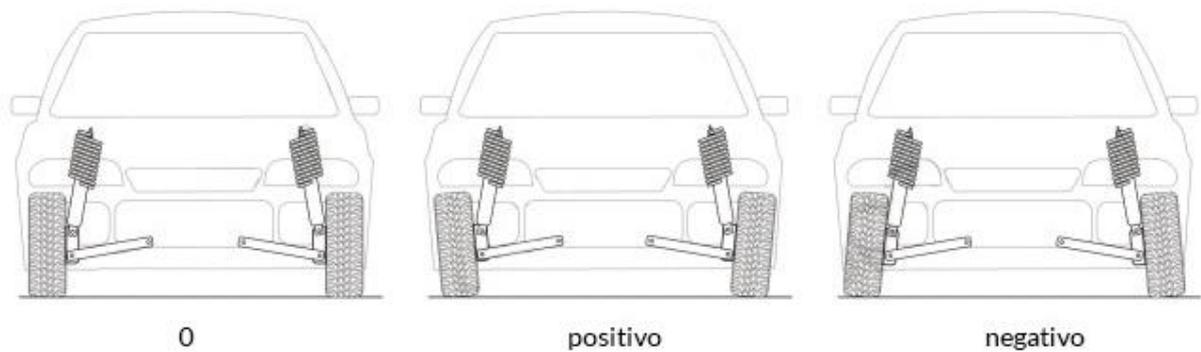


Figura 1-15. Ángulo de inclinación de las ruedas con respecto al suelo.

Fuente: (Oponeo, 2019)

1.5.5.3 Ángulo toe-in

Este ángulo Toe-in es similar al Camber, pero a 90 grados del eje del pivote central. Un Toe positivo se da cuando las ruedas delanteras apuntan hacia adentro por el extremo delantero, mientras que por la parte posterior se encuentran alejadas; esta configuración da mayor estabilidad en rectas pero una respuesta lenta al tomar una curva (Horwitz, 2010).

En un Trike Bike es recomendable un Toe-in máximo de 0,1 pulgadas. (Horwitz, 2010)

1.5.5.4 Compensación de dirección Ackerman

Según (Horwitz, 2010) la compensación de dirección Ackerman permite girar el vehículo sin frenar las ruedas delanteras, además evita el desgaste de los neumáticos; esto se debe a que al tomar una curva la rueda interior girará en menor ángulo con respecto a la exterior.

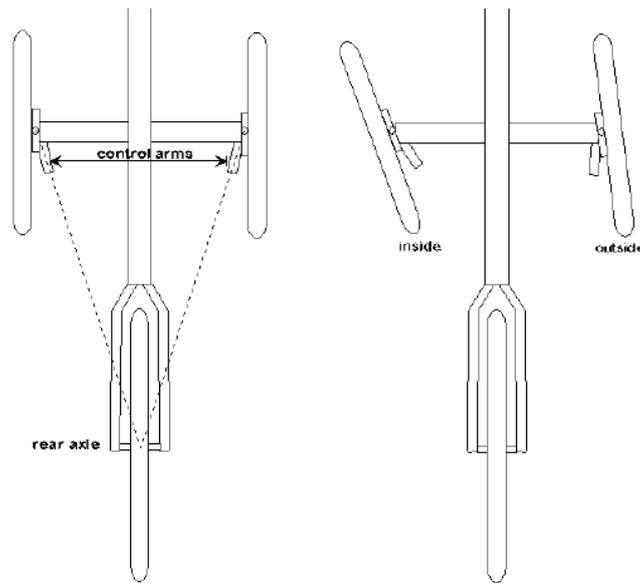


Figura 1-16. Configuración para la compensación de dirección Ackerman.

Fuente: (Horwitz, 2010)

1.5.5.5 Inclinación del pivote central o dirección de punto central.

Este mecanismo permite que el eje de la dirección se localice en el medio de la banda de rodadura del neumático que está en contacto con el piso, por lo que la dirección se ve menos afectada por las imperfecciones de la vía. (Horwitz, 2010)

1.5.6 MECANISMOS DE DIRECCIÓN Y SISTEMAS DE ARTICULACIÓN

1.5.6.1 Mecanismos de dirección

A continuación se presentan algunos mecanismos de dirección con sus distintas configuraciones, ventajas y desventajas.

1.5.6.1.1 Mecanismo over seat steering- oss

La configuración de este mecanismo de dirección consta básicamente de una barra giratoria con una manija en forma de “T” o “Y” (Horwitz, 2010). Generalmente la configuración en forma de “Y” se utiliza para una conducción deportiva, mientras que la configuración “T” está destinada al manejo tradicional. En cualquiera de los dos casos su diseño es complejo. (Horwitz, 2010)

Las ventajas son:

- Menor peso.(Horwitz, 2010)
- Menor complejidad.(Horwitz, 2010)
- Permite una configuración de ruedas de pista estrecha.(Horwitz, 2010)
- Disminuye el área frontal general, mejora la aerodinámica.(Horwitz, 2010)

Desventajas:

- El conductor no puede usar el timón como soporte, por lo tanto se debe colocar un soporte lateral para evitar que el piloto se caiga.(Horwitz, 2010)
- Causa fatiga tanto en el brazo como a nivel general del conductor.(Horwitz, 2010)

1.5.6.1.2 Mecanismo under seat steering-uss



Figura 1-17. Mecanismo de dirección USS.

Fuente: (longbikes, 2019)

El mecanismo USS puede estar configurado en forma de “U” o con doble palanca; el diseño en “U” da una sensación de manejo más deportivo, además es más barato y simple de construir, mientras que el diseño de doble palanca da al usuario mayor confort de conducción aunque su construcción es costosa (Horwitz, 2010).

Ventajas:

- Proporciona un dominio fácil del vehículo (Horwitz, 2010).
- Su configuración permite al piloto tener soporte al momento de tomar una curva pronunciada (Horwitz, 2010).
- Apoyo cómodo para los brazos en el transcurso de conducción.(Horwitz, 2010)

Desventajas:

- Mayor peso frente al sistema OSS
- El Trike Bike se vuelve menos aerodinámico debido a que el área frontal se incrementa (Horwitz, 2010).
- Las manos del conductor están expuestas peligrosamente cerca de las ruedas o del suelo (Horwitz, 2010).
- La barra en “U” de la dirección necesita de mayor espacio para no comprometer la trayectoria de las ruedas o del asiento (Horwitz, 2010).

1.5.6.1.3 Mecanismo direct knuckle steering



Figura 1-18. Trike Bike con mecanismo de dirección Direct knuckle steering.

Fuente:(Electric bike report, 2019)

Aunque este mecanismo es rudimentario es de preferencia para muchos de los ciclistas debido a que se pueden utilizar piezas de una bicicleta convencional, además es efectivo para el control del triciclo.(Horwitz, 2010)

Ventajas:

- Utiliza un sistema de barra de acoplamiento simple por lo tanto es económica. (Horwitz, 2010)
- Da comodidad en el apoyo de los brazos. (Horwitz, 2010)
- Brinda estabilidad al ciclista al momento de tomar una curva pronunciada. (Horwitz, 2010)

Desventajas:

- Su configuración incrementa el área frontal por lo que la aerodinámica del Trike Bike se ve afectada negativamente.(Horwitz, 2010)
- Las manos están expuestas a rozar con las ruedas.(Horwitz, 2010)

1.5.6.2 Sistemas de articulación de la dirección

Las articulaciones es otro factor que afectan en el desempeño del sistema de dirección, y entre los más utilizados se tiene.

1.5.6.2.1 Sistema de acoplamiento y arrastre con una sola barra

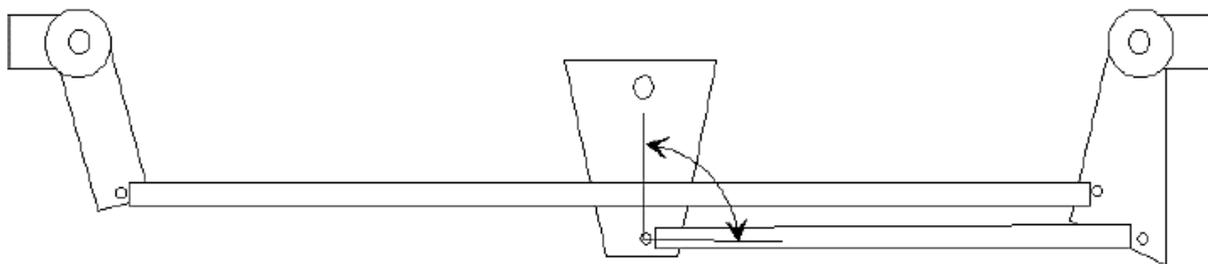


Figura 1-19. Sistema de acoplamiento y arrastre con una sola barra.

Fuente: (Horwitz, 2010)

Este sistema era utilizado en los primeros vehículos, y después se incorporó a los tractores agrícolas. La barra de unión de nudillo a nudillo da continuidad entre las ruedas, y una segunda barra comunica un nudillo con el brazo Pitman, el cual es controlado por el piloto.

1.5.6.2.2 Sistema de arrastre con enlace doble

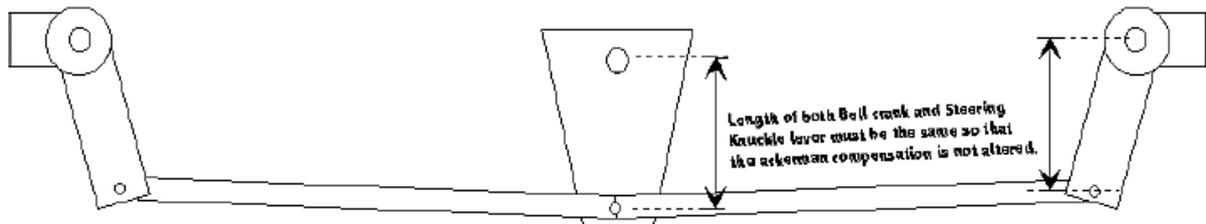


Figura 1-20. Sistema de arrastre de dirección con enlace doble.

Fuente: (Horwitz, 2010)

Este sistema es de peso reducido y aplicable en el mecanismo de dirección OSS dado a que la manivela se acopla muy próximo al plano del pivote central.(Horwitz, 2010)

Cabe destacar que este sistema permite tener una compensación de Ackerman casi perfecta.(Horwitz, 2010)

1.5.6.2.3 Sistema de arrastre con enlace doble cruzado

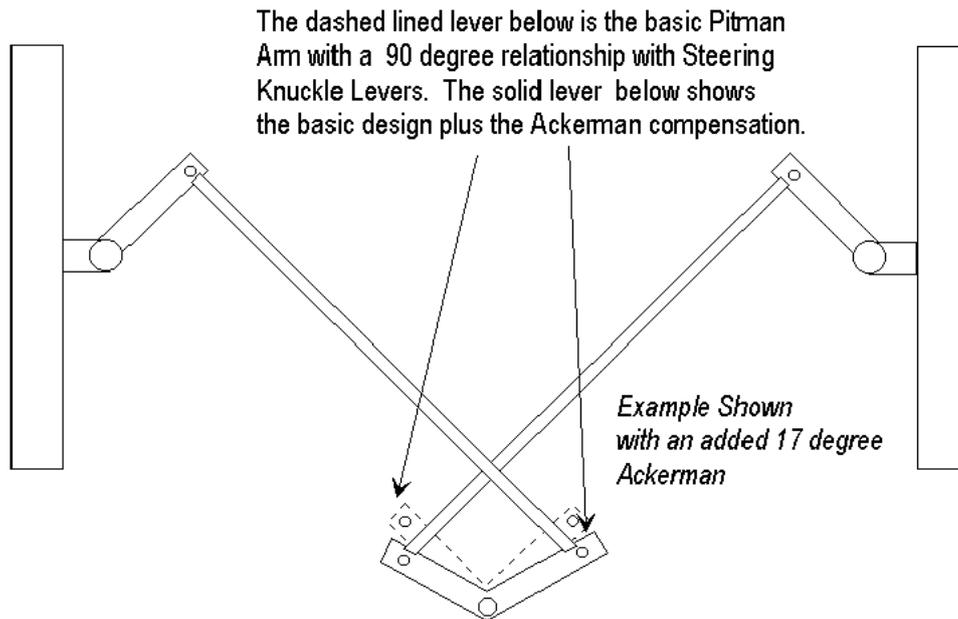


Figura 1-21. Sistema de arrastre con enlace doble cruzado.

Fuente:(Horwitz, 2010)

Este sistema es adecuado incorporar en un mecanismo de dirección USS, ya que el brazo Pitman está ubicado por detrás de los Kingpins de la dirección; sin embargo se podría adaptar al mecanismo OSS recorriendo el brazo de ataque hacia adelante.(Horwitz, 2010)

1.5.7 DISEÑO DEL MARCO ESTRUCTURAL DEL TRIKE BIKE

En el diseño del marco estructural se debe tener en consideración algunos aspectos que afectaran la eficiencia y maniobrabilidad. El peso y rigidez de este debe ser la apropiada para darle estabilidad y evitar cualquier flexión, especialmente a cuando se está a gran velocidad. Otros aspectos a considerar son la confiabilidad, costo, ergonomía que el diseñador debe tener en cuenta.(Restrepo, 2017)

Para obtener un rendimiento y confiabilidad óptimo lo más adecuado es diseñar un marco espacial tridimensional en el cual este incorporado el asiento, además de colocar refuerzos, con esto se consigue mayor rigidez del marco y por consiguiente estabilidad.(Restrepo, 2017)

Un diseño en forma de cruz, vuelve a la estructura ligera y menos costosa de construir.(Restrepo, 2017)

1.6 ANTROPOMETRÍA

A la Antropometría se la puede definir como la ciencia que estudia las relación y magnitudes de cada una de las partes del cuerpo humano puesto que estas pueden cambiar en base al sexo, edad, raza, estado social.(Antropometría, 2017)

Etimológicamente, la palabra Antropometría proviene del griego “*ánthros*” que significa hombre y “*métron*” que significa medida (Antropometría, 2017).

Es importante tener conocimiento de las medidas de cada una de las partes del cuerpo humano para poderlo adaptar al campo laboral de forma segura y ergonómica. La antropometría fomenta a que los diseñadores den la mayor importancia al usuario final al momento de diseñar un nuevo producto.(Restrepo, 2017)

Las medidas de mayor interés del cuerpo humano son las que existen entre las articulaciones. A continuación se presentan las medidas que relacionan el tamaño del individuo, posiciones, movimiento, áreas superficiales, contextura y peso de la población de interés.(Restrepo, 2017)

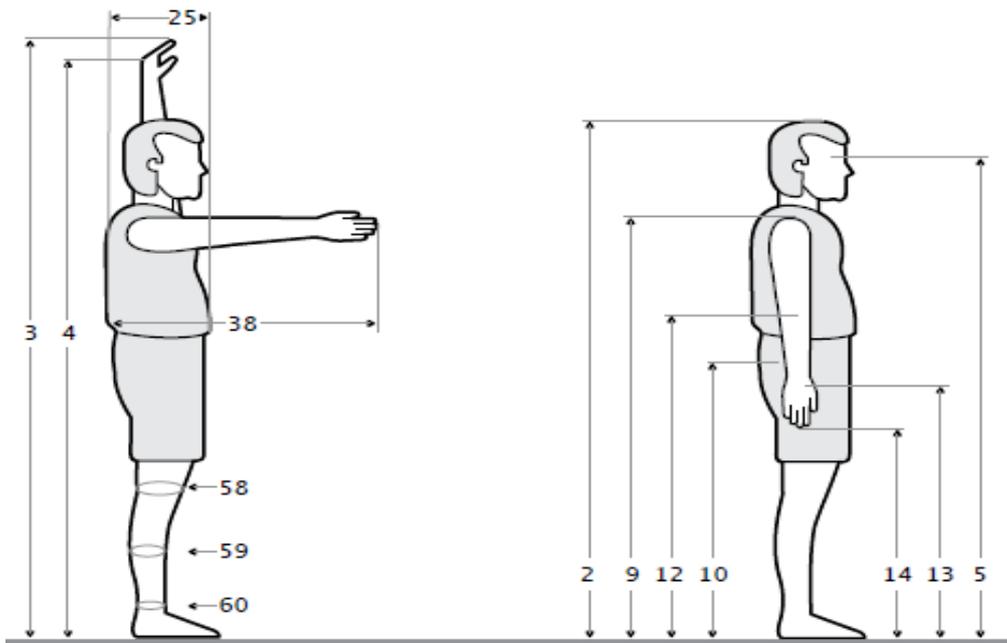


Figura 1-22. Cotas de las dimensiones de la población en Colombia en posición de pie.

Fuente: (Chaurant Rosario Avila, 2015)

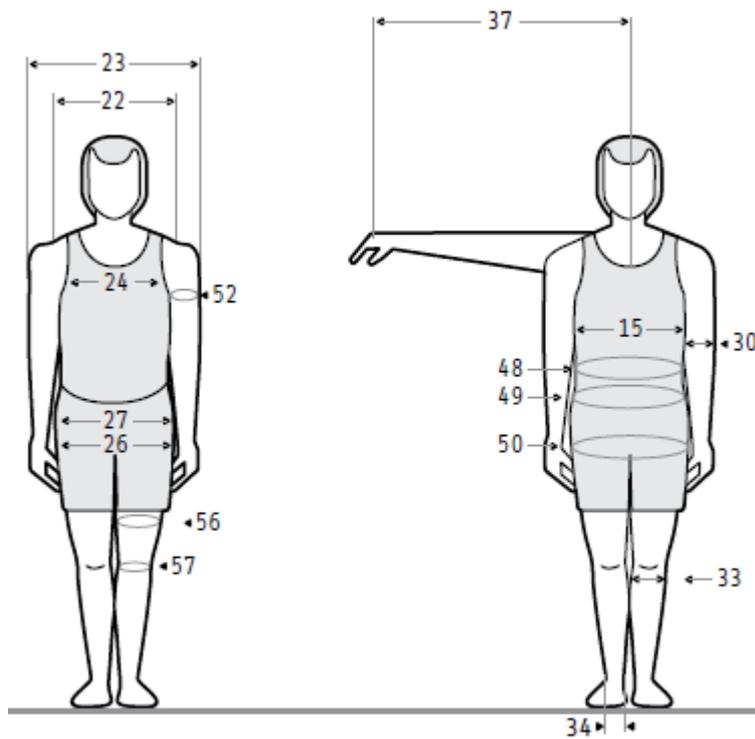


Figura 1-23. Cotas de las dimensiones de la población en Colombia en posición de pie.

Fuente: (Chaurant Rosario Avila, 2015)

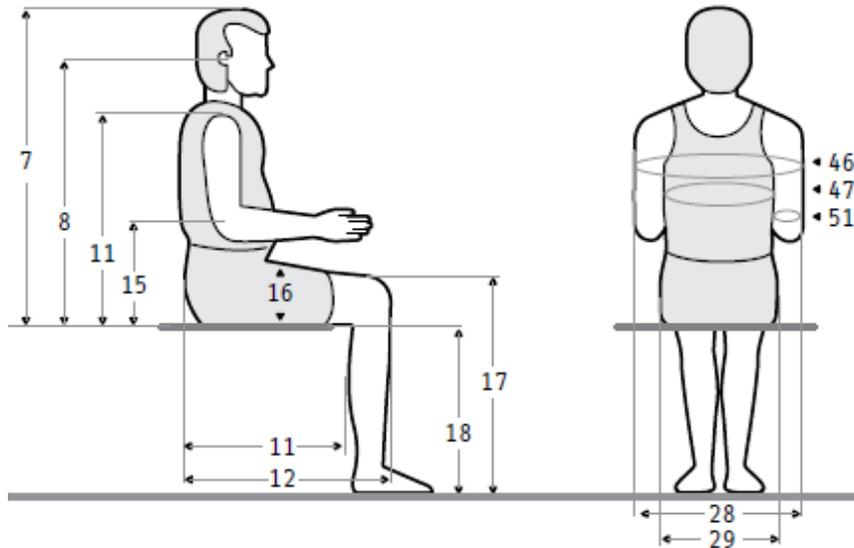


Figura 1-24. Cotas de las dimensiones de la población en Colombia en posición sentada.

Fuente: (Chaurant Rosario Avila, 2015)

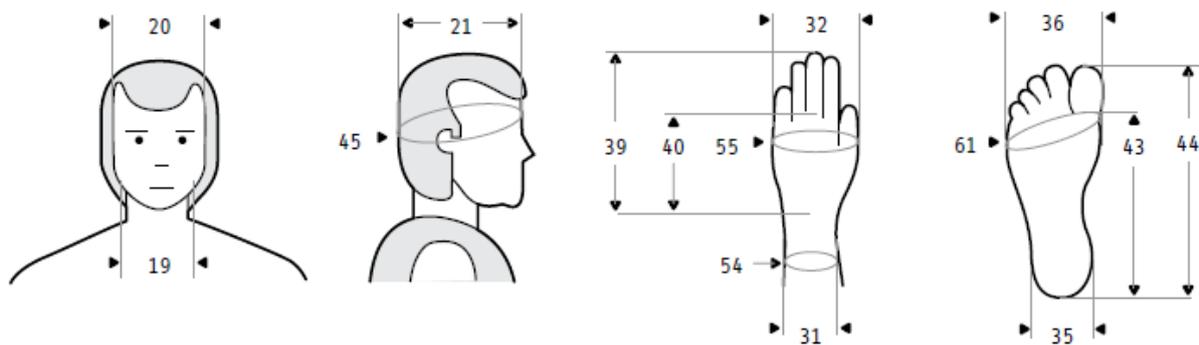


Figura 1-25. Cotas de las dimensiones de cabeza, mano y pie de la población en Colombia.

Fuente: (Chaurant Rosario Avila, 2015)

Las cotas en las 4 figuras anteriores representan la identificación de la cota y más no la magnitud en sí, dado a que estos varían de acuerdo a los diferentes grupos poblacionales, en este caso la población colombiana.

1.7 ERGONOMÍA

Según la (IEA, 2019), la ergonomía es la disciplina científica que estudia la interrelación de las personas con los elementos de un medio, además se encarga del estudio de principios, datos y

métodos en el proceso de diseño de productos, sistemas, ambientes con la finalidad de garantizar el bienestar humano.

Con respecto a los Trike Bykes Híbridos configurados para personas de la tercera edad aún no existen estudios oficiales que hayan sido publicados. En la página web Jetrike (Jetrike, 2015b) explica el proceso, el mismo está compuesto por 12 pasos que se debe seguir para el diseño de un Trike Bike ergonómico en base a las experiencias que muchos constructores de este tipo de transporte han realizado.

1.7.1 FACTORES HUMANOS PARA UNA ERGONOMÍA EN UN ADULTO MAYOR.

Como nos indica (Yasmin Del Lavalle Herrera, 2014), para el diseño de algún producto que pueda comprar un adulto mayor, los diseñadores de las fabricas tienen que tomar en cuenta los factores humanos, propiedades y características anatómicas, fisiológicas, antropométricas, biomecánicas, socioculturales y psicológicas. Los diseñadores toman estos puntos en cuenta para un producto que tienda a utilizar un adulto mayor.

1.7.2 DISEÑO ERGONÓMICO CONFIGURADO PARA LA TERCERA EDAD

Para la realización de un diseño ergonómico se inicia con las dimensiones de la persona en particular, debe estar sentado en posición reclinada cómodamente, seguidamente los manubrios y pedales son puestas a la preferencia del usuario, a partir de estas medidas se establecen el resto de dimensiones (Restrepo, 2017). A continuación, se describen las consideraciones para el diseño de un Trike Bike ergonómico:

1.7.2.1 Inclinación del espaldar

Este ángulo puede variar desde los 25 a 40 grados, para un manejo deportivo se utiliza el menor, pero para un adulto mayor lo conveniente es un manejo tipo turismo debido a las condiciones

físicas que presentan por su avanzada edad (Jetricke, 2015a); es decir el espaldar tendrá una inclinación de 40 grados; este valor puede variar de acuerdo a las preferencias del usuario.

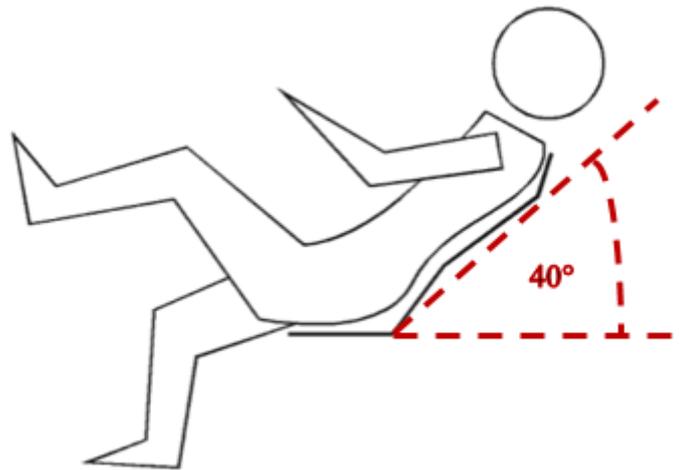


Figura 1-26. Ángulo de inclinación del espaldar.

Fuente: (Jetricke, 2015a)

1.7.2.2 Tamaño del espaldar

El tamaño del espaldar es considerado desde la parte final del asiento hasta la base del hombro.

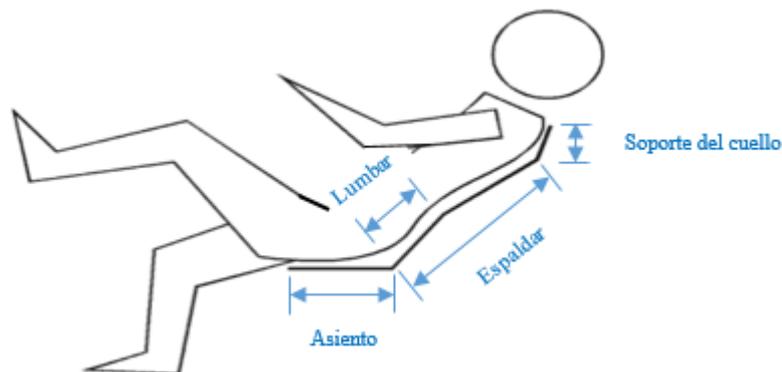


Figura 1-27. Longitud del espaldar.

Fuente: (Jetricke, 2015a)

1.7.2.3 Distancia entre la parte frontal del espaldar y la base del pedal o bb-bos

Este valor se lo puede calcular haciendo que el usuario se siente en el piso con su espalda sobre la pared, seguidamente con la ayuda de un instrumento de medición se calcula la magnitud que existe desde la base del pie hasta la pared; a esta magnitud se resta la medida de la manivela y

100 mm adicionales (Restrepo, 2017). Es conveniente que el BB-BOS sea ajustable de acuerdo a las medidas antropométricas de los usuarios objetivos, que para este caso son las personas de la tercera edad.

En la tabla 1-2 se puede apreciar los valores recomendados de acuerdo a dimensiones de manivelas comerciales.

Tabla 1-2. Distancias recomendadas para distintas dimensiones de manivela.

Fuente:(Jetrike, 2015a)

Longitud manivela (mm)	Mínimo (MM)	Medio (mm)	Máximo (mm)
150	650	800	950
160	640	790	940
170	630	780	930

1.7.2.4 HOLGURA EN LA MANIVELA DE PEDALEO (BB-CLEARANCE)

El BB-Clearance hace referencia a la distancia que debe existir entre el pedal y cualquier objeto que pudiese chocar con los pies del piloto al momento de pedalear el triciclo. Según (Jetrike, 2015a) esta dimensión se puede obtener realizando un círculo imaginario que sea de 50mm a 100mm mas grande que el tamaño de la manivela.

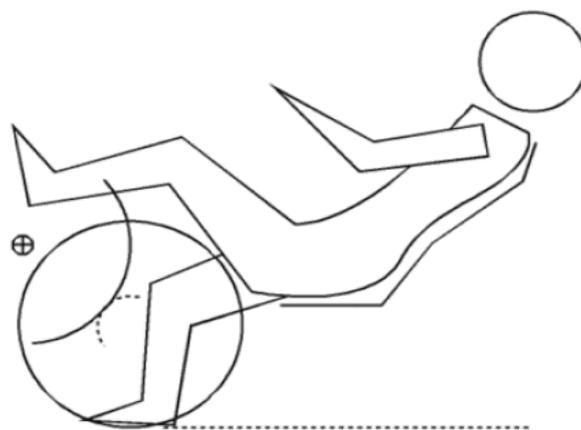


Figura 1-28. Holgura para la manivela.

Fuente:(Jetrike, 2015a)

1.7.2.5 Distancia entre la base de la manivela y la base del asiento (bb-seat-diff)

Según la página web (Jetricke, 2015b) lo recomendable es para esta distancia es de 150mm o mayor; sin embargo se debe tener en consideración que al incrementar demasiado esta distancia se pierde visibilidad aunque se gane estabilidad.

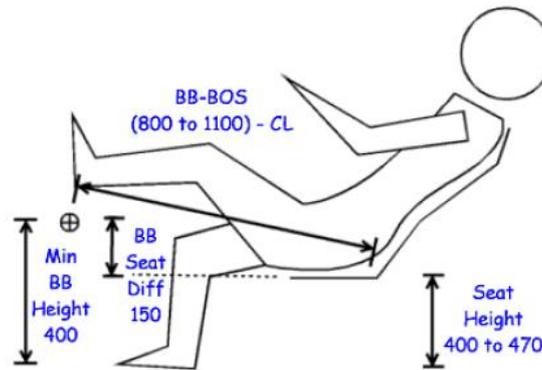


Figura 1-29. Distancia BB-Seat Diff.

Fuente: (Restrepo, 2017)

1.7.2.6 Longitud de los pedales (cl)

El tamaño de los pedales comerciales van desde 145mm hasta 175mm, estas dimensiones se utilizan para triciclos de turismo y deportivos respectivamente (Jetricke, 2015a)

1.7.2.7 Dimensiones del asiento

Según (Restrepo, 2017) la longitud recomendable del asiento es de 230mm, aunque esta medida puede variar en base a las preferencias del usuario.

1.7.2.8 Diámetro de la rueda delantera y posterior

En la página web (Jetricke, 2015b) recomienda que para los Trike Bike tipo turismo las 3 ruedas deben ser del mismo diámetro (20"), obteniendo un vehículo más rígido y económico.

2. Diseño y simulación Trike Bike Híbrido

En la presente sección se presenta los requisitos elementales que se debe tener en cuenta al momento de diseñar un Trike Bike de configuración Tadpole (2F1R), así como la simulación mediante elementos finitos.

2.1 Diseño del marco estructural

Para el diseño de la estructura del Trike Bike hay que tener en consideración varios ítems los cuales influyen en el desempeño y maniobrabilidad. La rigidez y el peso son los parámetros que afectan en gran porcentaje al marco estructural del Trike Bike. La rigidez evita tener flexiones indeseadas tanto de las ruedas como del marco, especialmente cuando se conduce a altas velocidades.

Para obtener la máxima eficiencia en un Trike Bike, su estructura se recomienda construirlo en forma tridimensional, de este modo se obtiene un vehículo con prestaciones de confort, estabilidad y sobre todo con una estructura rígida capaz de sufrir flexiones mínimas cuando sea conducida por el usuario

En la actualidad existen muchos modelos de Trike Bikes; sin embargo, los triciclos en forma de cruz son los más ligeros y menos costoso de construir por lo que la mayoría de diseñadores optan por esta configuración; además son fáciles de diseñar.

2.1.1 Dirección del Tadpole

El rendimiento del Tadpole está ligado con la geometría y calidad de los componentes del sistema de dirección. En los Trike Bikes se utiliza el mismo principio de dirección de los automóviles como se puede apreciar en la figura 2.1.

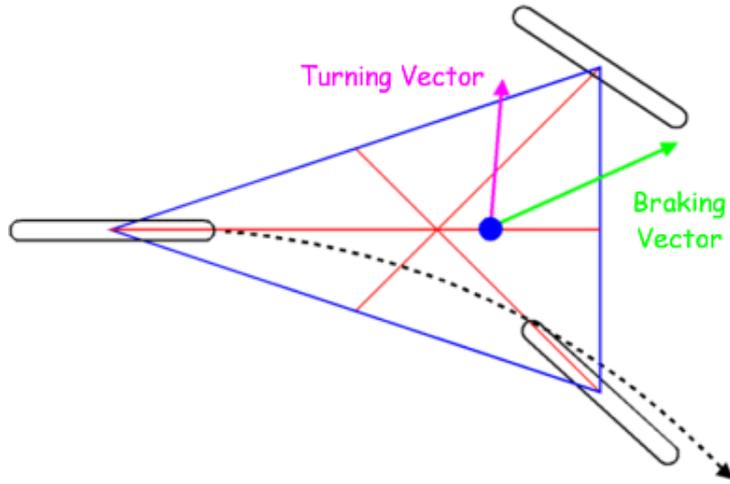


Figura 2-1 Dirección del Trike Bike Híbrido

Fuente: Sahil Jitesh

2.1.2 Cálculo del óptimo centro de gravedad

La determinación del centro de gravedad es crucial para la estabilidad del Tadpole, mirando el plano superior se traza un triángulo entre los tres puntos de contacto, y en el punto medio de cada línea se traza otra línea en la esquina opuesta, entonces la intersección de estas tres líneas es el punto óptimo donde debería estar situado el centro de gravedad tal cual se ilustra en la figura 2.2

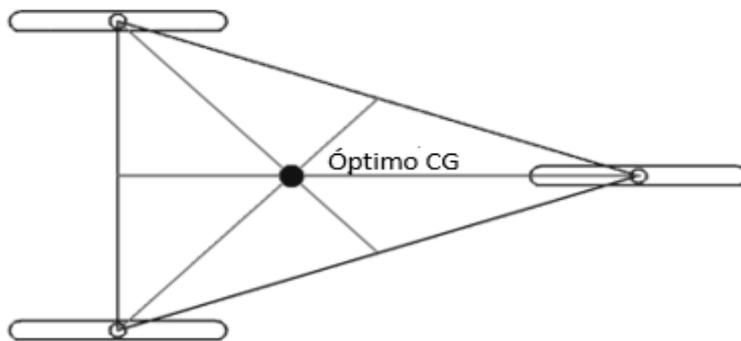


Figura 2-2 Diagrama para el centro de gravedad

Fuente: Autores.

En la figura 2.3 se observa el diagrama tomando la vista frontal del Trike Bike.

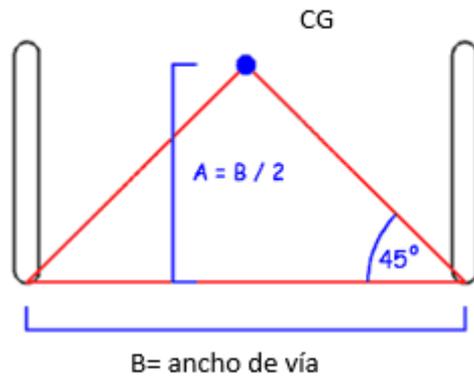


Figura 2-3 Vista frontal

Fuente: Autores.

$$B = 80cm$$

$$A = \frac{B}{2}$$

$$A = \frac{80}{2}$$

$$A = 40 cm = 400 mm$$

Teniendo en cuenta la figura 2.4 se puede observar el diagrama tomando la vista lateral del Trike Bike.

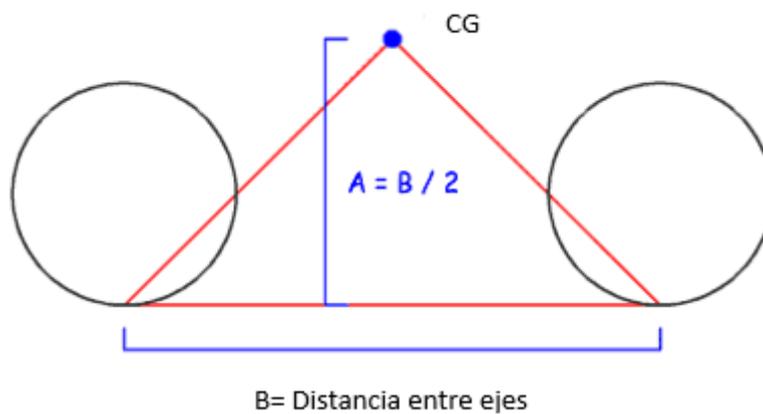


Figura 2-4 Vista lateral

Fuente: Autores.

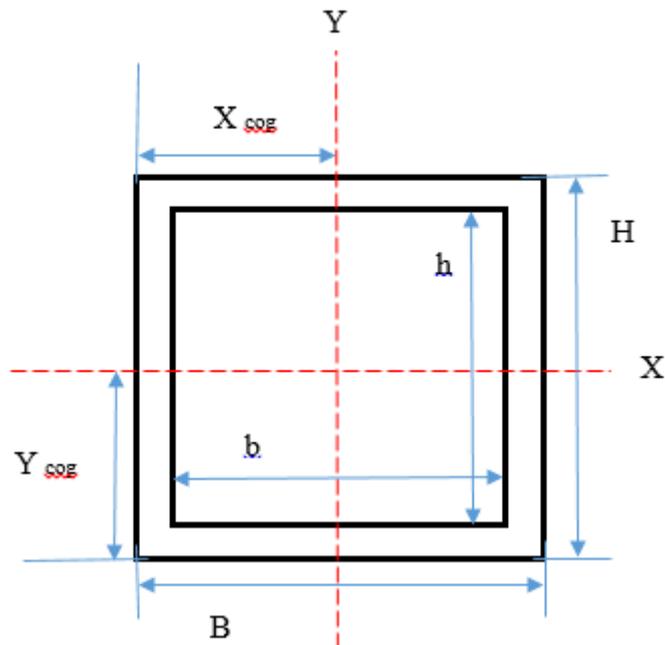
$$B = 132cm$$

$$A = \frac{B^2}{2}$$

$$A = \frac{132}{2}$$

$$A = 66 \text{ cm} = 660 \text{ mm}$$

2.1.3 Sección del perfil para el marco



$$B = H = 4 \text{ cm}$$

$$b = h = 3.6 \text{ cm}$$

$$\delta = 7.85 \text{ g/cm}^3$$

Área de sección

$$area_{sección} = BH - bh$$

$$area_{sección} = 4 * 4 - 3.6 * 3.6$$

$$area_{sección} = 16 - 12.96$$

$$area_{sección} = 3.04 \text{ cm}^2$$

Fuerza de inercia

$$I_{xx} = I_{yy} = \frac{BH^3}{12} - \frac{bh^3}{12}$$

$$= \frac{16^3}{12} - \frac{12.96^3}{12}$$

$$= 47,26 \text{ cm}^4$$

Centro de gravedad

$$\text{centro}_x = \frac{B}{2} = 2 \text{ cm}$$

$$\text{centro}_y = \frac{H}{2} = 2 \text{ cm}$$

Módulo de sección

$$S_{xx} = S_{yy} = \frac{I_{xx}}{\text{centro}_y} = \frac{47,26}{2}$$

$$= 23,76 \text{ cm}^3$$

2.1.4 Limitaciones de carga y escatimaciones de desplazamiento del diseño.

En este apartado se detalla las limitaciones de carga, así como también los puntos de apoyo que estarán restringidos total o parcialmente para el análisis del diseño.

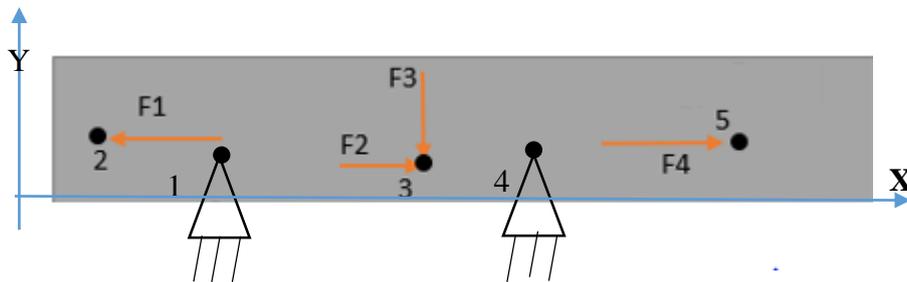


Figura 2-5 Diseño y ubicación de cargas.

Fuente: Autores.

La tabla 2-1 detalla las consideraciones de las cargas y restricciones de desplazamiento en los diferentes zonas de diseño.

Tabla 2-1 Limitaciones de carga y estimaciones de movimiento

Fuente: Autores.

Condiciones de carga y restricciones de movimiento diseño	
Punto	Condiciones
1	Representa el apoyo del marco estructural sobre el eje central de la rueda posterior y solo se restringe el movimiento en el eje Y.
2	Este punto representa la fuerza de pedaleo máxima (F1).
3	La fuerza F3 , representa el valor del peso máximo del ocupante. La fuerza F2 , representa la reacción que se produce en este punto debida a la acción de pedaleo en el punto 2.
4	Este punto representa el apoyo del marco estructural sobre los ejes de las ruedas delanteras la restricción de todos los grados de libertad de desplazamiento debido al frenado ejercido en las ruedas delanteras.
5	La fuerza F4 , representa la carga transferida a través de la estructura del espaldar del asiento hasta el marco del tike y su magnitud considera la fuerza máxima fuerza F1 , más la fuerza de reacción debida a la fuerza F2 .

Otra consideración que se debe tomar en cuenta son las coordenadas; es decir las distancias que existen de punto a punto, tal consideración estarán dentro de los requerimientos del diseño funcional y aspectos ergonomicos. Para tal fin se debe basar en las dimensiones antropométricas de la población a la cual esta dirigido el Tike Bike. Es recomendable establecer un factor de seguridad confiable que permita garantizar el uso de la estructura final.

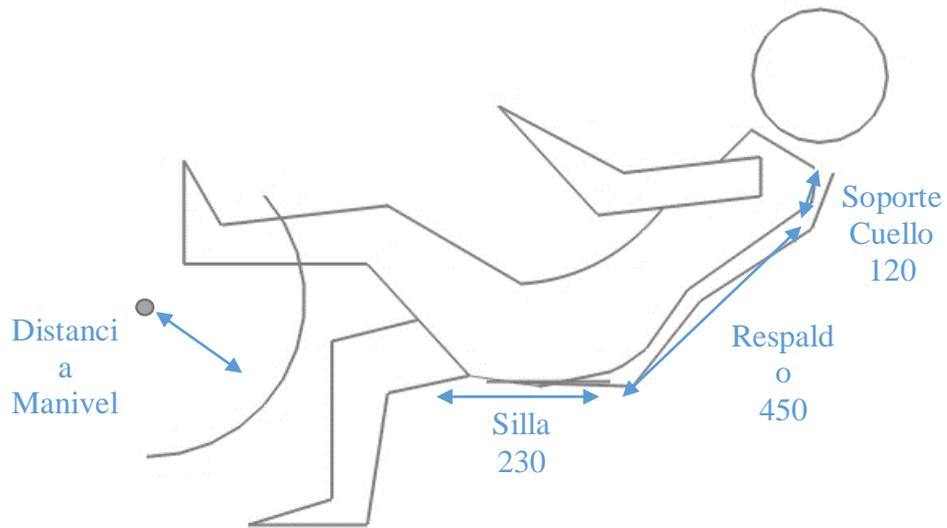


Figura 2-6 Consideraciones de diseño ergonomia.

Fuente: Autores.

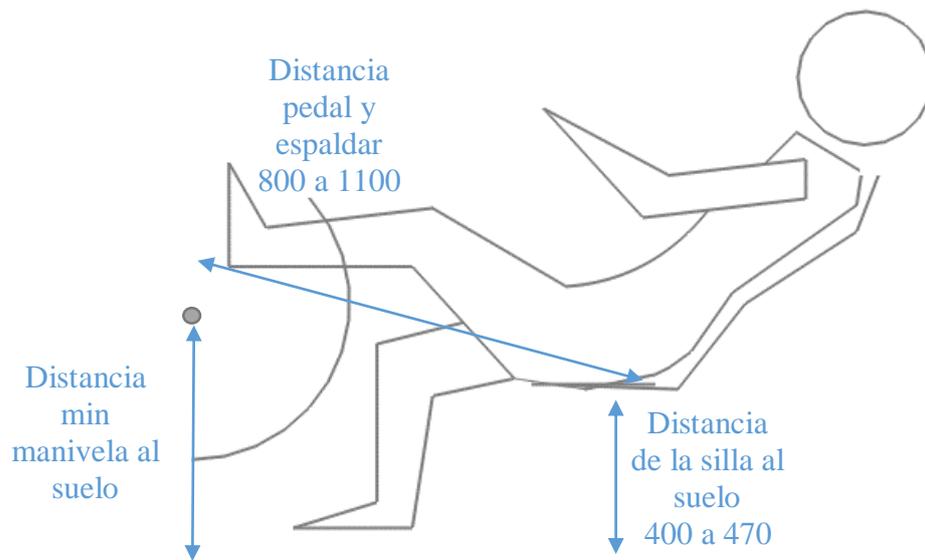


Figura 2-7 Consideraciones de diseño altura del piso.

Fuente: Autores

En la tabla 2-2 se muestra la definición de las coordenadas de los puntos de ubicación de las fuerzas.

Tabla 2-2 Establecimiento de las coordenadas de los puntos.

Fuente: Autores

Definición de coordenadas de cada punto dentro del dominio topológico		
Punto	Coordenadas (X, Y) en mm	Justificación
1	(500, 311)	En el eje X se consideró una distancia de 500 mm para abarcar los 400 mm necesarios para la ubicación del pedal y 311 mm en el eje Y que representan la distancia entre el suelo y el eje central de las ruedas delanteras
2	(100, 410)	En el eje X se consideró una distancia de 100 mm que representa una distancia prudente con respecto y 410 mm en el eje Y que representa la altura del centro de la posición del pedal
3	(684, 250)	La coordenada X, corresponde a la sumatoria de los 500 mm más un 1/3 de la distancia entre ejes que correspondería al centro de gravedad del marco del Trike y la coordenada Y representa la altura mínima del Trike con respecto al suelo.
4	(1368,311)	Para definir la coordenada en X primero se tuvo en cuenta la coordenada en X del punto 3 y se le suma 2/3 de la distancia entre ejes y la ordenada Y se considera con el mismo criterio del punto 1
5	(1268,410)	La coordenada X se toma en cuenta de acuerdo al punto 4 dejando menos 100 mm y la coordenada Y se realiza con respecto al criterio del punto 2

Ya definidas las distancias teniendo en cuenta la ergonomía y funcionalidad se procede a calcular las fuerzas dadas en la figura 2.7 bajo estas restricciones:

- Peso máximo del usuario < 100 Kg.
- El punto 2 es la ubicación del eje central del pedal que puede desplazarse en el eje X, y la magnitud la fuerza máxima es la equivalente a la del pedaleo.

2.1.4.1 Fuerza en el pedal

Supongamos que no existe fuerza de fricción entre las partes del triciclo y la pala y la fuerza aplicada es constante. Además, suponiendo que el peso del ciclista es de 100 kg (1070N). Todo el peso se coloca en el asiento. Se suponía que la fuerza de reacción es igual al peso. Se asume que el eje trasero es simplemente una viga soportada.

Para calcular la fuerza máxima que debe realizar el usuario al pedalear se considera lo siguiente:

- m = masa del usuario = 80kg
- a = aceleración del triciclo = 5m/s^2
- g = gravedad = 9.81 m/s^2
- L_c = longitud del brazo de manivela = 175 mm
- R = Radio de manivela = 82mm

$$\text{—} \quad \text{Fuerza de inercia} = \frac{M}{9.81} (a)$$

$$\text{—} \quad \text{Fuerza de inercia} = \frac{784.8\text{N}}{9.81} (5) = 400\text{N}$$

- T = La tensión en la cadena
- M_c = momento de la manivela.
- T = fuerza en el pedal.

$$\Sigma M_c = 0 = FL_c - TR$$

$$F = \frac{TR}{L_c}$$

$$F = 400 \left(\frac{0.082}{0.175} \right)$$

$$F = 187.5\text{ N} = F_1$$

Tabla 2-3 Magnitud de las fuerzas de los puntos.

Fuente: Autores

Magnitud de fuerzas para el diagrama topológico (N)	
Fuerza 1	187.5 (dirección X)
Fuerza 2	260 (dirección X)
Fuerza 3	784.8 (dirección $-Y$)
Fuerza 4	125 (dirección $-X$)

2.2 Modelado estructural mediante el software Autodesk Inventor

En este apartado se realiza el diseño de la estructura del Trike Bike híbrido mediante un software de modelado en 3D, teniendo en cuenta los aspectos funcionales y ergonómicos para que el triciclo cumpla con el objetivo principal planteado. En la figura 2.7 se indica el marco estructural con el croquis inicial para el diseño del mismo.

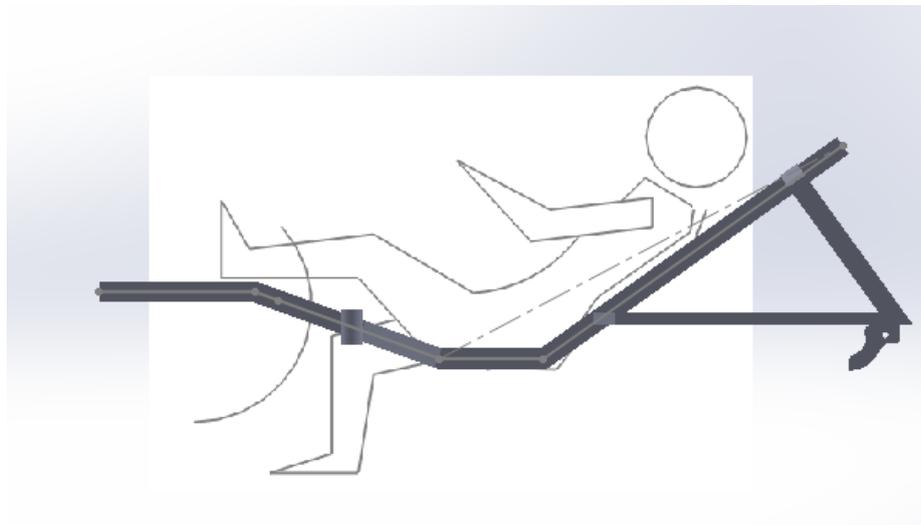


Figura 2-8. Vista lateral de la estructura

Fuente: Autores

Seguidamente la figura 2-9 expone la vista superior del marco estructural del Trike Bike

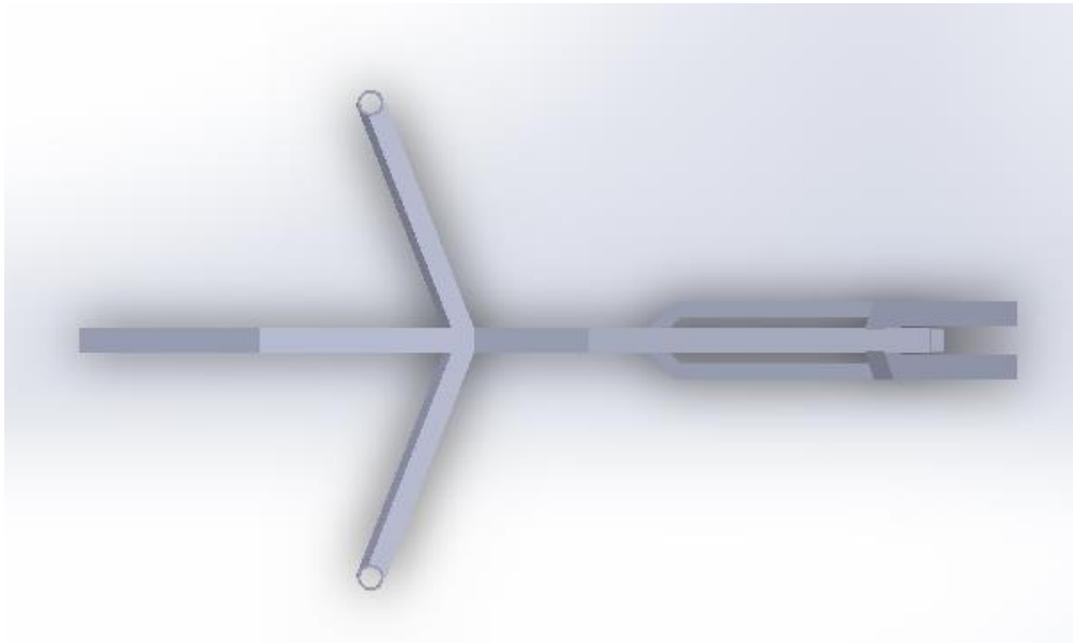


Figura 2-9. Vista superior del Trike Bike.

Fuente: Autores.

La figura 2-10 muestra una vista isométrica del diseño donde se puede apreciar la forma que tiene el marco estructural.

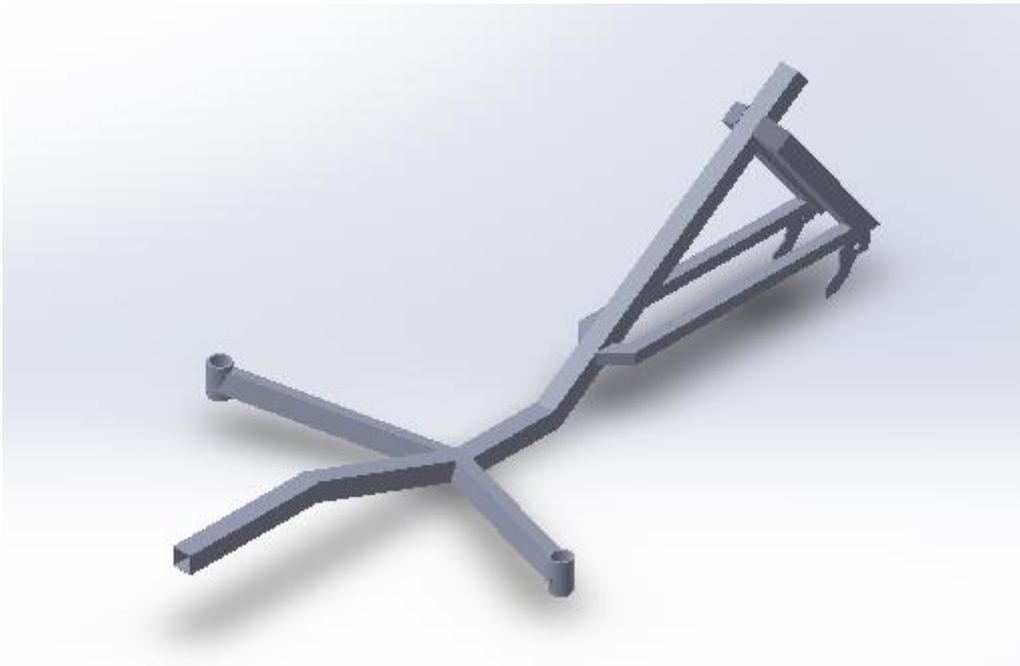


Figura 2-10. Vista isométrica del Trike Bike.

Fuente: Autores.

A continuación, se muestran las dimensiones del diseño en las figuras 10, 11 y 12.

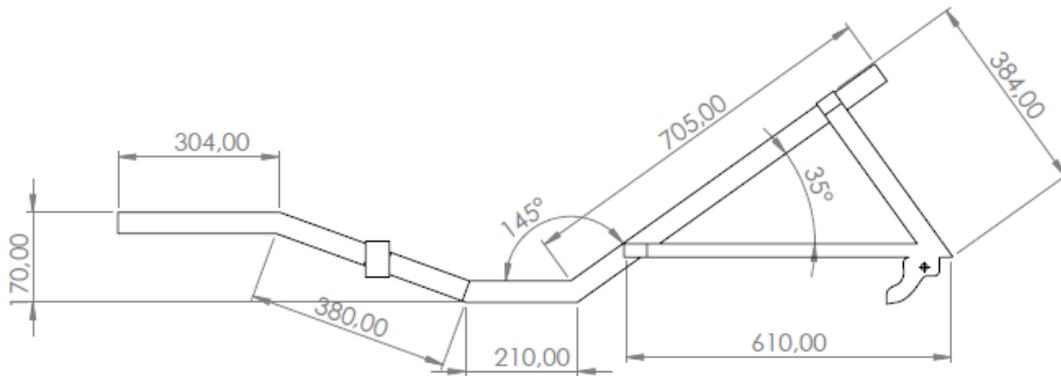


Figura 2-11. Plano lateral.

Fuente: Autores

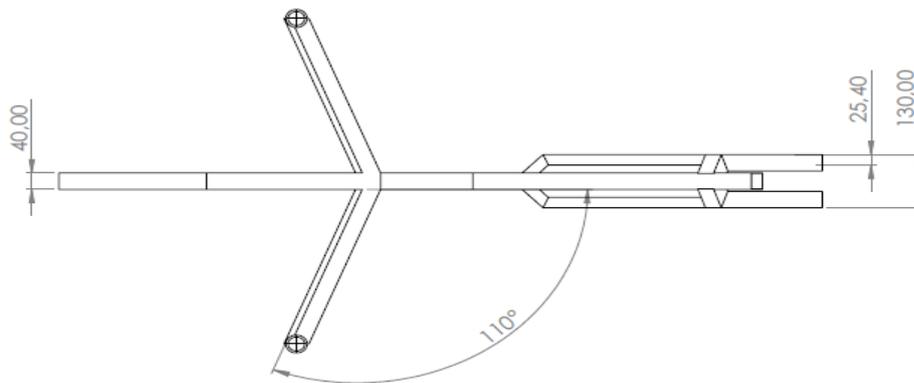


Figura 2-12. Plano Superior.

Fuente: Autores.

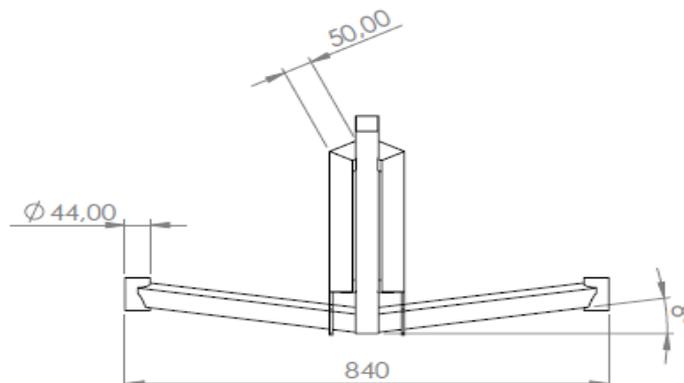


Figura 2-13. Plano Frontal.

Fuente: Autores.

2.3 Simulación

A partir de las condiciones de carga establecidas en el punto 2.3.4, con el software ANSYS 19.2 se determinará los esfuerzos y deformación de la estructura.

Para realizar el análisis estático en ANSYS de la estructura del Trike Bike Híbrido se considera las siguientes condiciones.

- Diámetro exterior del tubo =40 mm
- Espesor del tubo= 2mm
- Modulo de Young =200000 Mpa
- Coeficiente de Poisson=0.3
- Estados de carga =los establecidos en la tabla 2-3

Al realizar la simulación bajo cargas estáticas, se obtiene el esfuerzo maximo que puede soportar la estructura, este alor es el equivalente de Von-Mises que es el principal interes de la simulación.

En la figura 2.14 se ilustra la deformación total que sufre la estructura al ser sometida a las cargas establecidas, el valor máximo es de aproximadamente 5.4 mm en dirección del eje “Y” y se da en la parte frontal de la estructura denotado por el color rojo.

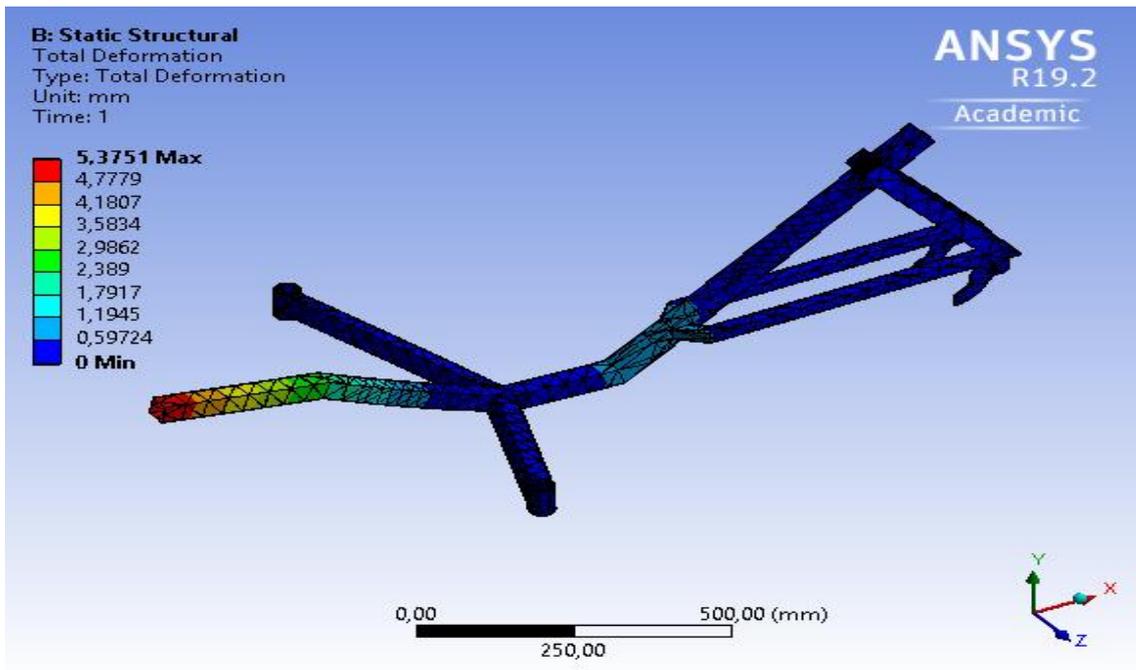


Figura 2-14 Deformación total del marco

Fuente: Autores.

La figura 2.15 ilustra el máximo esfuerzo que sufre la estructura y su valor es de 119.11 MPa. Este máximo esfuerzo está localizada en la unión del tubo principal con los dos tubos que sirven de apoyo para las ruedas delanteras y está por debajo del módulo de Young del material.

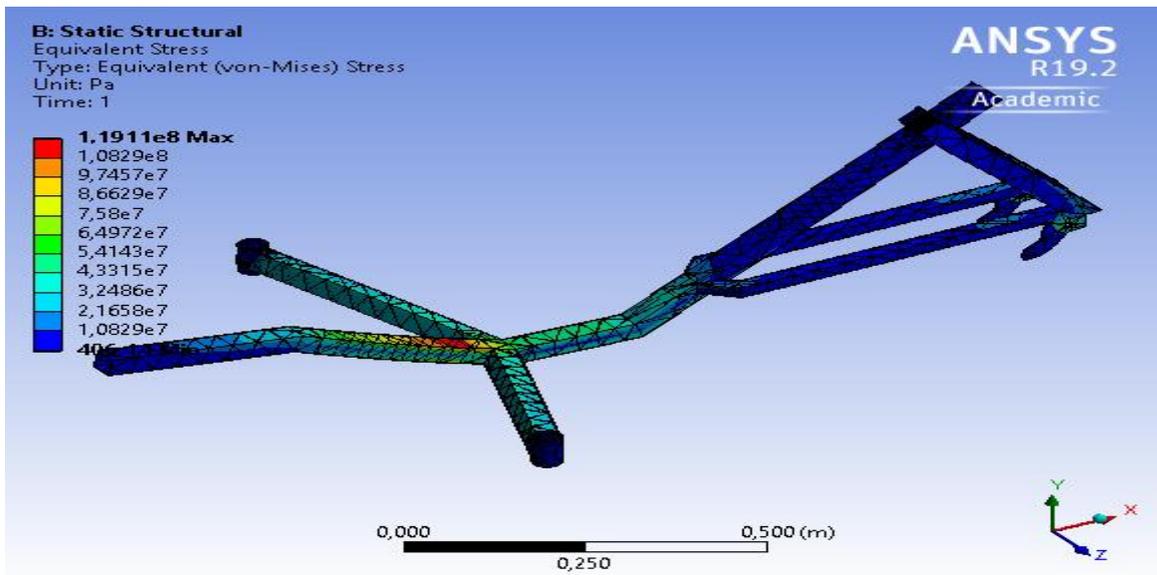


Figura 2-15 Esfuerzos del marco estructural.

Fuente: Autores.

3. CAPÍTULO 3: CONSTRUCCIÓN DEL TRIKE BIKE E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA HÍBRIDO

En la construcción del Trike Bike Hibrido se debe seguir un proceso ordenado que permita obtener el producto con un acabado de calidad y en el menor tiempo posible.

3.1 Definición del Proceso de Manufactura

Según (Alicia Guadalupe, 2011) los Procesos de Manufactura es una secuencia de pasos que permite transformar la materia prima en nuevos productos, la transformación de la materia puede realizarse manualmente o por medio de una máquina o herramienta que posteriormente serán puestos a disposición para los usuarios.

3.2 Proceso a seguir en la construcción del Trike Bike Híbrido

A continuación, se presenta un esquema, en el cual se detalla la secuencia de pasos que se llevará a cabo en la construcción del Trike Bike Híbrido.



Figura 3-1. Secuencia de pasos a seguir en la construcción del Trike Bike Híbrido.

Fuente: Autores

3.2.1 Adquisición de los materiales

En esta etapa se realizó la compra de todos los materiales para la construcción del Trike Bike Híbrido. En la tabla 3-1 se detalla el listado, y en la tabla 3-2 se enlista las máquinas y herramientas a utilizar para tal fin.

Tabla 3-1. Materiales necesarios para la construcción del Trike Bike Híbrido

Fuente: Autores

Material	Cantidad
Tubo cuadrado de acero estructural de 40x40 mm	1
Rodamientos	4
Electrodos 6011	2 lb
Disco de corte	2
Masilla	1 Lt
Lija de agua No.100	4
Disolvente	2 Lt
Fondo anticorrosivo	1 Lt
Pintura Azul eléctrico	1 Lt
Cadena de bicicleta	2
Tensor delantero	1
Tensor posterior	1
Juego de Frenos de disco	1
Bridas plásticas	1 paquete

Tabla 3-2. Máquinas y herramientas a utilizar en la construcción del Trike Bike Híbrido.

Fuente: Autores

Máquina y herramienta	Cantidad
Cortadora de hierro	1
Amoladora	1
Soldadora Eléctrica	1
Taladradora Manual	1
Compresor	1
Cafetera	1
Flexómetro	1
Escuadra a 90° y 45°	1
Alicate	1
Cortafrio	1
Destornillador plano y estrella	1
Juego de llaves	1

3.2.2 Acopio de los materiales

El acopio de los materiales se realizó en el taller, en donde se llevará a cabo la construcción del Trike Bike Híbrido

3.2.3 Corte de las partes del Trike Bike Híbrido



Figura 3-2. Corte de las piezas del Trike Bike Híbrido.

Fuente: Autores

En esta etapa se procede a realizar el corte de tubos con las dimensiones indicados en los planos, que posteriormente se volverán un solo cuerpo.

Para realizar los cortes del tubo se hace uso de una amoladora con disco de corte, además se utiliza los dispositivos de protección, como son: guantes, gafas y orejeras.

3.2.4 Soldadura de piezas del Trike Bike Híbrido



Figura 3-3. Ensamblaje de las piezas.

Fuente: Autores.

Antes de realizar la soldadura de las partes del Trike Bike se verifica que estas acoplen correctamente entre ellas, caso contrario se procede a realizar las correcciones necesarias. En la figura 3-3 se puede apreciar la unión correcta entre 2 piezas.



Figura 3-4. Unión de piezas mediante un punto de suelda.

Fuente: Autores

En el proceso de soldadura primeramente se realizó pequeños puntos de suelda entre las piezas, con la finalidad de obtener el ensamblaje total del Trike Bike Híbrido. Luego de que se haya armado toda la estructura se procedió a realizar los cordones de suelda definitivos entre las

partes. En la figura 3-4 se observa la unión de dos piezas del Trike Bike mediante un punto de suelda.

Para tal fin se utiliza una soldadora eléctrica con electrodos 6011, las partes a soldar son:

- Bujes en los brazos que soportan las ruedas delanteras.
- Brazos de soporte de ruedas delanteras sobre la columna principal del Trike Bike
- Brazos de sujeción de la rueda posterior sobre la columna principal,
- Soportes para las guías de la cadena de tracción mecánica.
- Soporte para el sistema de dirección.
- Soldadura de los compartimentos para las baterías.
- Soldadura de las palancas del sistema de dirección.
- Soldadura del soporte de pedales.



Figura 3-5. Estructura completa del Trike Bike Híbrido.

Fuente: Autores

En la figura 3-5 se observa la estructura del Trike Bike Híbrido soldado en su totalidad para su posterior pulido y pintado.

3.2.5 Pulido de las partes con soldadura

En este paso se realiza el pulido de las partes con soldadura con el fin de eliminar los excesos de material en los cordones de suelda y de este modo darles un mejor acabado a los componentes. En este procedimiento se hace uso de un disco de pulido con una amoladora.



Figura 3-6. Pulido de piezas con soldadura.

Fuente: (Norton, 2019)

3.2.6 Enmasillado de la estructura del Trike Bike Híbrido

Para el proceso de enmasillado lo que se hace primero es preparar una mezcla homogénea entre la masilla base con un porcentaje de secador, posteriormente se aplica la mezcla sobre las superficies con irregularidades, especialmente en los cordones de soldadura. Para la aplicación de dicha mezcla se hace uso de una espátula para evitar aglomeración de masilla.



Figura 3-7. Preparación de la masilla.

Fuente: Autores.



Figura 3-8. Aplicación de la masilla.

Fuente: (Pintulac, 2019)

En la figura 3-8 se puede verificar el proceso seguido para masillar la estructura del Trike Bike Híbrido.

3.2.7 Lijado de la estructura

El proceso de lijado tiene la finalidad de desprender de la estructura la presencia de óxido, exceso de masilla, dando de esta manera a la estructura y sus partes una superficie más homogénea. Cabe recalcar que para este proceso se hizo uso de una lija número 200, ideal para obtener una superficie lisa.

3.2.8 Limpieza de la superficie de la estructura y componentes del Trike Bike

En esta etapa lo que se hace es limpiar toda la superficie del Trike Bike, así como también de sus componentes. Para tal fin se hace uso de gasolina y guaípe, de esta manera se remueve grasa, partículas de polvo y óxido que pudiesen estar presentes en las superficies.

3.2.9 Pintado del Trike Bike



Figura 3-9. Proceso de pintado.

Fuente: Autores.

Para la preparación de la pintura se debe seguir las especificaciones del fabricante para evitar tener una mezcla espesa o aguada.

El proceso de pintado consistió en dos etapas; en el primero se aplica una capa de pintura color plomo conocido como fondo, esta primera capa permite una mejor adhesión de la pintura final a la estructura.

La segunda capa aplicada al Trike Bike Híbrido es de color Azul Eléctrico, el mismo que tiene propiedades anticorrosivas y que además le da un terminado estético agradable.

3.2.10 Montaje de las ruedas

Luego de que la estructura está terminada en su totalidad se procede a realizar el montaje de las ruedas, para este fin se hace uso de dos llaves 15mm. En la imagen 3.10 se puede visualizar la rueda posterior ya montada a la estructura del Trike Bike.



Figura 3-10. Montaje de la rueda posterior del Trike Bike.

Fuente: Autores

3.2.11 Montaje del sistema de dirección

El sistema de dirección consta de dos brazos de ataque, en el cual se sujeta las ruedas delanteras y a su vez mediante rodamientos se fijan en la estructura del Trike Bike, además se dispone de dos barras con terminales, los mismos que se acoplan cada un brazo de ataque. El extremo de uno de las barras esta acoplada al manubrio que será controlado por el conductor.



Figura 3-11. Montaje del sistema de dirección en la estructura del Trike Bike.Híbrido

Fuente: Autores.

3.2.12 Montaje del sistema de frenos

El montaje consistió en colocar los discos de freno con su respectiva mordaza sobre las manzanas de las dos ruedas delanteras y una posterior mediante pernos M6x15mm. Seguidamente se procede a montar las manijas de accionamiento, así como también las fundas y cables de freno. Como parte final se realizar la calibración de frenado.



Figura 3-12. Sistema de frenos montados en el Trike Bike.

Fuente: Autores.

3.2.13 Montaje del sistema Híbrido

En este apartado se describirá todos los componentes que conforman el kit eléctrico a montar en el Trike Bike.Híbrido

3.2.13.1 Elementos eléctricos



Figura 3-13. Kit eléctrico a montar en el Trike Bike.

Fuente: Autores

- **Motor Eléctrico**

Es el elemento encargado de generar el par y potencia necesario para poner en movimiento el Trike Bike mediante la formación de campos magnéticos que se producen en las bobinas que este posee, así lo describe (wikipedia, 2019). En la figura 3-14 se presenta el modelo del motor eléctrico y en la tabla 3-3 sus principales características.



Figura 3-14. Motor eléctrico RH-205.

Fuente:(Alibaba, 2019b)

Tabla 3-3. Características del motor eléctrico.

Fuente: Autores

Diámetro	230mm
Voltaje	48 V
Potencia	1 KW
Intensidad	20,8 A
Velocidad Típica	38 Km/h
Peso	13,5 Kg

El Motor eléctrico se encuentra incorporado en el aro posterior del Trike Bike Híbrido. En la Figura 3-15 se puede apreciar el motor eléctrico ya acoplado a la estructura.



Figura 3-15. Motor eléctrico incorporado al Trike Bike Híbrido.

Fuente: Autores

- **Módulo de control**

Dispositivo electrónico encargado de enviar y recibir señales a los diferentes elementos con los que interactúa como son: el acelerador, motor eléctrico, indicador digital, sensor de pedaleo, manijas de freno. Su función estará basada de acuerdo a las acciones que realice el usuario. En la figura 3-16 se ilustra la disposición del módulo en la estructura del Trike Bike Híbrido.



Figura 3-16. Módulo de control del sistema Híbrido.

Fuente: (Alibaba, 2019b)

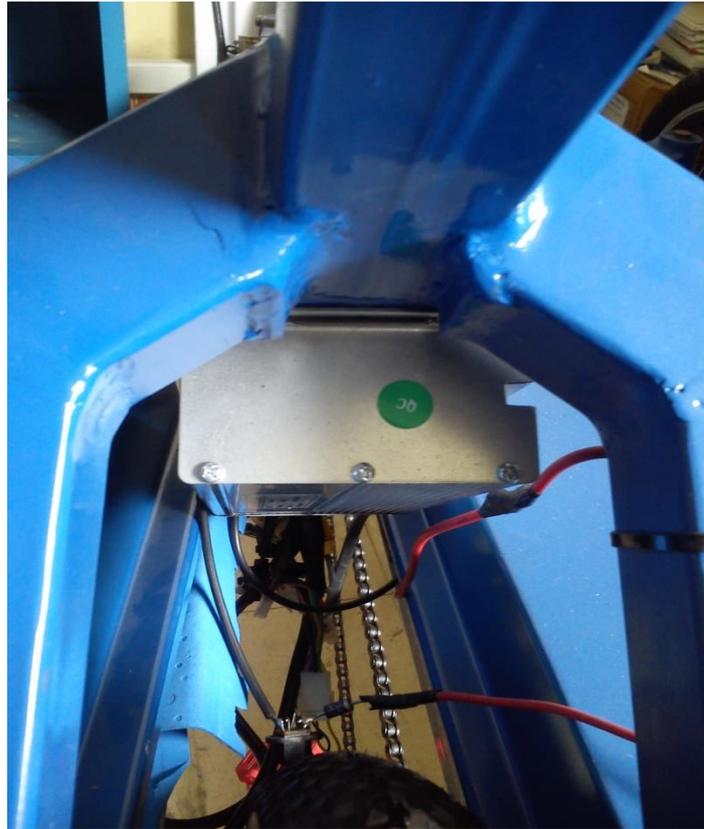


Figura 3-17. Módulo de control incorporado a la estructura del Trike Bike Híbrido.

Fuente: Autores

- **Acelerador y frenos**

El acelerador es el encargado de enviar una señal al módulo de control para que este suministre de energía al motor eléctrico para su funcionamiento; del mismo modo al ser presionado las manijas de freno, el controlador reduce el suministro de energía al motor y a su vez acciona las mordazas de frenado. Cabe recalcar que en el maniquete de aceleración se dispone de un switch que corta la energía de todo el circuito como medida de seguridad.

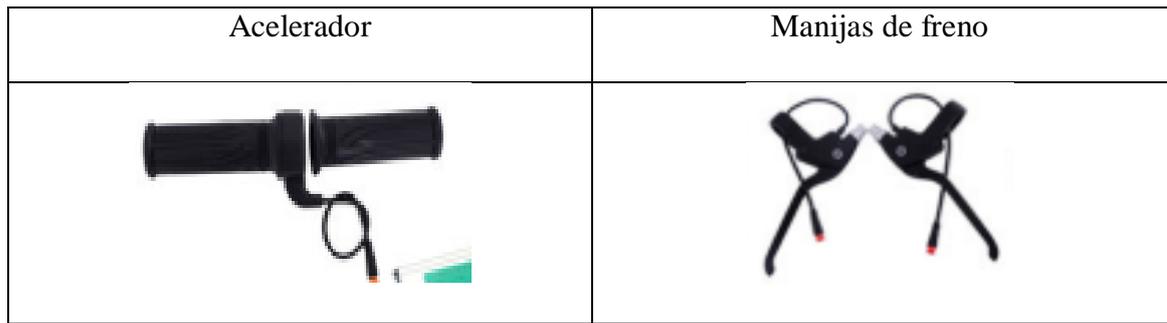


Figura 3-18. Acelerador y manijas de freno para el Trike Bike Híbrido

Fuente: Autores.

Estos dispositivos están ubicados en el manubrio del Trike Bike Híbrido de tal medida que evite la fatiga al usuario al momento de la conducción. La figura 3-19 muestra estos elementos ya acoplados al triciclo.



Figura 3-19. Maniquete de aceleración y manijas de frenos incorporados al Trike Bike Híbrido.

Fuente: Autores

- **Sensor de pedaleo**

Este sensor tipo Hall emite una señal eléctrica al módulo de control debido a que se genera un campo magnético cuando el usuario inicia el pedaleo. De acuerdo a la velocidad de giro de los pedales el sensor interactuara con el módulo de control, regulando de esta forma el suministro de energía al motor. En la Figura 3-20 y 3-21 se puede apreciar el sensor de pedaleo.

Cabe destacar que para su montaje se debe tener en consideración el sentido de giro del sensor, mismo que viene dado por una flecha impresa en su carcasa.



Figura 3-20. Sensor de pedaleo.

Fuente: (Alibaba, 2019b)



Figura 3-21. Sensor de pedaleo Montado a la estructura.

Fuente: Autores.

- **Indicador digital**

El indicador digital es el dispositivo en el cual el usuario puede apreciar los distintos parámetros como la velocidad, estado de la batería, watts del motor, distancia recorrida, además dispone de un control en el cual se puede ajustar la asistencia del motor eléctrico al momento de la conducción.



Figura 3-22. Indicador digital del Trike Bike Híbrido.

Fuente: (Alibaba, 2019b)

- **Baterías**

Su función principal es la de suministrar energía al motor eléctrico y alimentar los demás elementos eléctricos del Trike Bike Híbrido. Debido a que se hará uso de baterías usadas a estas se le realizará un reacondicionamiento que consta de:

- ✓ Selección de celdas,
- ✓ balanceo,
- ✓ carga y descarga,
- ✓ enlace de celdas
- ✓ comprobación de voltaje.

- **Balanceo de las baterías**

El balance de baterías es la parte más importante para equilibrar todos los voltajes de cada una de las celdas debido a que cada batería tenía distinto voltaje nominal, este método se realiza empíricamente. El balance de batería se realiza colocando las baterías en paralelo sobre un consumidor de amperaje. La figura 3-23 ilustra el balance del paquete de baterías.

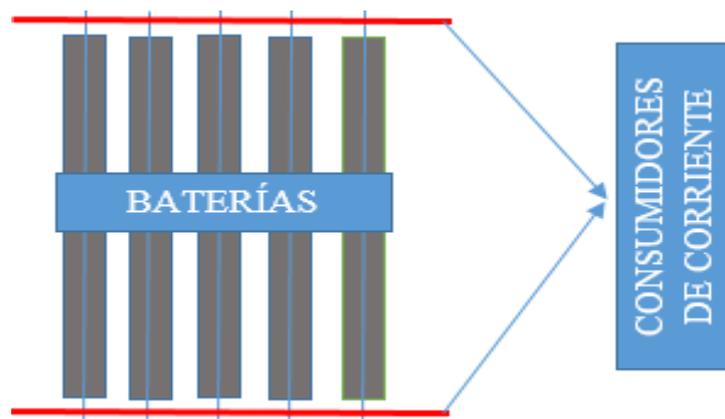


Figura 3-23. Balanceo del paquete de baterías.

Fuente: Autores.

Seguidamente en la tabla 3-4 se presenta las características de las baterías que son empleadas en los vehículos híbridos.

Tabla 3-4. Características de las baterías Níquel Hidruro.

Fuente: (Ramirez Alvares Juan Diego, 2019)

ITEM	DESCRIPCIÓN
Tipo	Níquel – Hidruro metálico
Modelo	6GP7PVS
Tensión	7,2v/módulo
Capacidad	6,5Ah
Descarga	6,0v
Cantidad de módulos	5 módulos
Tensión total	41 V
Corriente de carga	2 A
Corriente máxima de carga	6,5 A
Corriente máxima de descarga	65 A
Resistencia interna	8 mΩ

Para el funcionamiento del Trike Bike Híbrido se requiere de 5 baterías conectadas en serie, obteniendo un voltaje total de 40 V. Estas se encontrarán ubicados en dos compartimentos en la parte posterior del Trike Bike como se puede observar en la figura 3-24

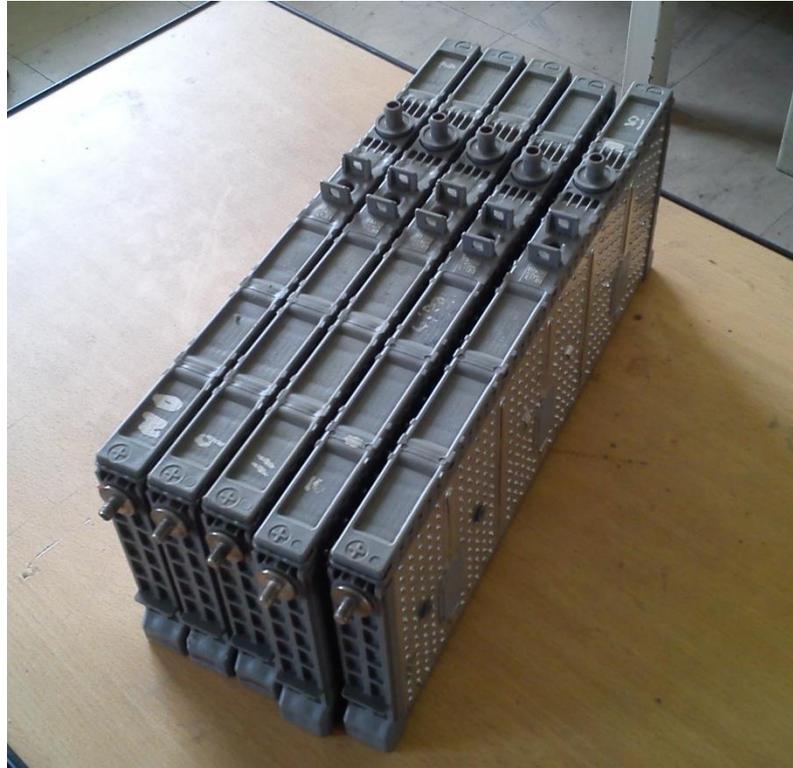


Figura 3-24. Baterías a utilizar en el Trike Bike Híbrido.

Fuente: Autores

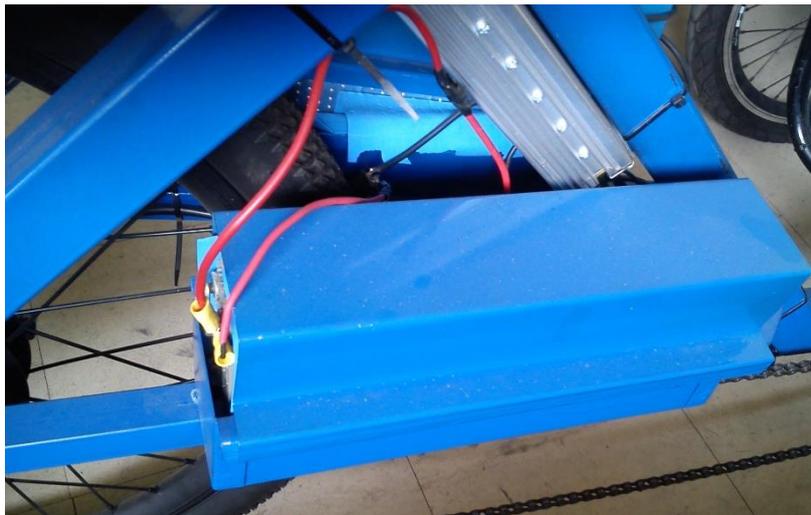


Figura 3-25. Compartimento para las baterías del Trike Bike Híbrido.

Fuente: Autores.

4. CAPITULO 4: PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL TRIKE BIKE HÍBRIDO

4.1 Establecimiento de la ruta de prueba

Para la ejecución de las pruebas de funcionamiento del Trike Bike Híbrido se tomará la ruta ubicada entre la Av. De las Américas y Av. Solano, dicha trayectoria va paralela al Río Yanuncay.

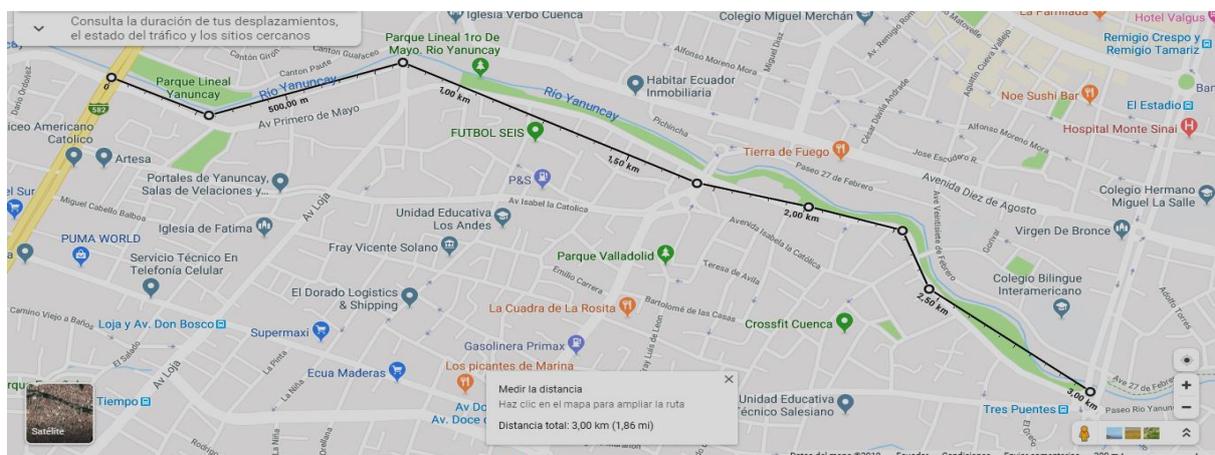


Figura 4-1. Ruta de prueba del Trike Bike Híbrido.

Fuente: Autores

4.2 Pruebas de conducción

El periodo de pruebas se realizó durante 15 días divididas en 3 semanas, a partir de las 7:00 a.m. a 9:00a.m, debido a que en este horario personas de la tercera edad acuden a esta ruta para ejercitarse.

En el periodo de prueba se pudo obtener un total de 50 personas de la tercera edad que manejaron el Trike Bike Híbrido. En la figura 4-2 se puede apreciar algunos adultos mayores haciendo uso del Triciclo.



Figura 4-2. Prueba de manejo con personas de la tercera edad.

Fuente: Autores

4.3 Autonomía del Trike Bike Híbrido

Características principales del Trike Bike Híbrido

Tabla 4-1. Características del Trike Bike Híbrido

Fuente: Autores

ITEM	DESCRIPCIÓN
Peso total	44 Kg
Potencia Máxima	1 Kw
Velocidad Máxima	38 Km/h
Capacidad de carga	80 Kg
Autonomía modo híbrido	30 min

4.3.1 Proceso de carga de las baterías

Para el proceso de carga se coloca las celdas en serie para posteriormente ser recargado con una fuente de alimentación de laboratorio ya que es importante utilizar esta herramienta para tener la precisión de carga del acumulador. Las baterías son colocadas a la fuente de alimentación, el positivo tiene que ir con un diodo para evitar el retorno de voltaje de las baterías.

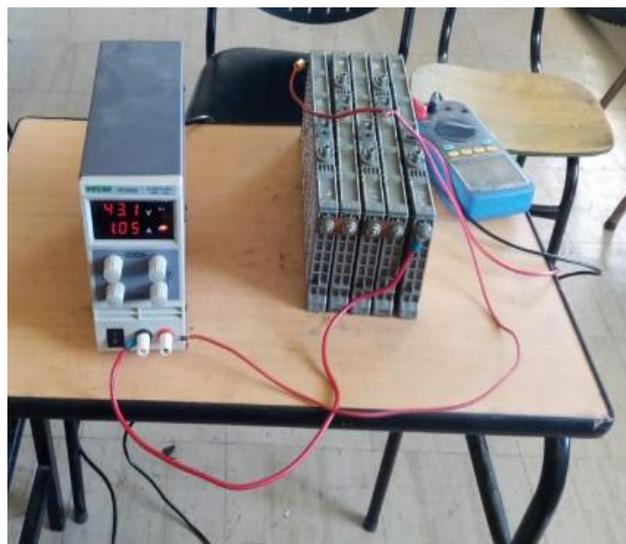


Figura 4-3. Proceso de carga del paquete de baterías.

Fuente: Autores.

Antes de realizar la carga del paquete de baterías, la fuente debe ser calibrada a un voltaje de 42 voltios, seguidamente se procede a conectar los bornes positivo y negativo del paquete de baterías al cargador. Como paso último se debe suministrar una corriente de carga de un ampere mediante las perillas de calibración del cargador.

4.3.2 Análisis de descarga de las baterías de Trike Bike Híbrido.

En la tabla 4-2 se observa los resultados de descarga de las baterías de la Trike Bike Híbrido. Para tal fin se utiliza un multímetro con el cual se toma el voltaje del paquete de baterías cada 5 minutos, donde en la primera lectura es con carga completa de 40 voltios; progresivamente se toma los voltajes siguientes hasta obtener un voltaje cercano a 36 voltios con el cual funciona el motor eléctrico del triciclo. Cabe mencionar que el suministro de voltaje de las baterías hacia el motor fue del 100% en todo el proceso de prueba.

Tabla 4-2. Tiempo de descarga del paquete de baterías del Trike Bike Híbrido.

Fuente: Autores.

Tiempo (min)	Voltaje(v)
0	40
5	39.7
10	38.7
15	38
20	37.9
25	36.7
30	36.4

Hasta el minuto 20 el Trike Bike Híbrido funciona en óptimas condiciones llegando a una velocidad de hasta 40km/h: pasado el minuto 25 el motor comienza a tener cortes de energía

debido a que las baterías están por debajo del voltaje nominal, y en el minuto 30 el voltaje que suministra las baterías ya no es suficiente para el funcionamiento del motor.

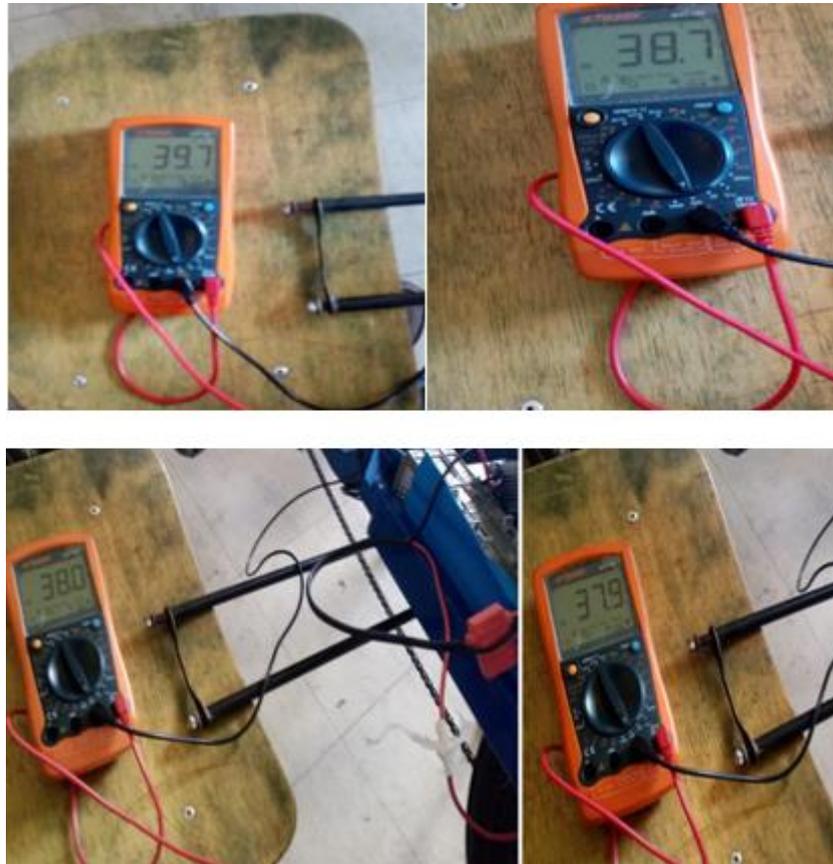


Figura 4-4. Voltajes obtenidos en la prueba de descarga de las baterías.

Fuente: Autores

4.3.3 Descarga de las baterías en pruebas de carretera.

Se realizó las pruebas de funcionamiento del Trike Bike Híbrido en la ruta previamente establecida y con personas de la tercera edad, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 4-3. Tiempo de descarga del paquete de baterías en prueba de carretera.

Fuente: Autores

Tiempo (min)	Voltaje(v)
0	40
5	39.8
10	39
15	38.8
20	38.2
25	37.5
30	37.1
35	36.7
40	36.1

En la prueba de carretera se puede observar que las baterías se descargan en mayor tiempo dado a que el usuario utiliza el pedal, entrando el Trike Bike en modo híbrido y en consecuencia se da un menor consumo de energía por parte del motor eléctrico.

4.4 Resultados obtenidos en las pruebas de ruta

Con el fin de obtener datos de las pruebas de funcionamiento del Trike Bike Híbrido, a cada persona de la tercera edad que realizó el manejo del triciclo, al final de la prueba se le realizaron preguntas con respecto al Trike Bike Híbrido. A continuación, se presenta los resultados.

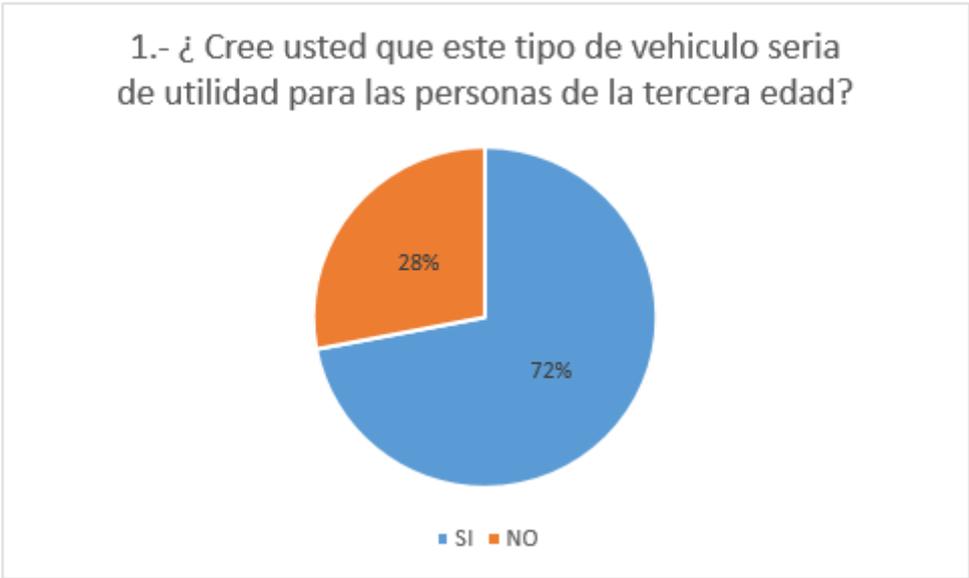


Figura 4-5. Resultados para la primera pregunta.

Fuente: Autores

Del total de 50 personas de la tercera edad que manejaron el Trike Bike Híbrido, el 72% dijeron que sí les sería útil ya contarían con otra alternativa para desplazarse de un lugar a otro con poco esfuerzo. El 28% de personas restantes dieron una respuesta negativa por razones como: nunca habían montado en vehículos de tracción humana por lo que se les hacía complicado dirigir el Trike Bike Híbrido, otra razón era que preferían caminar.

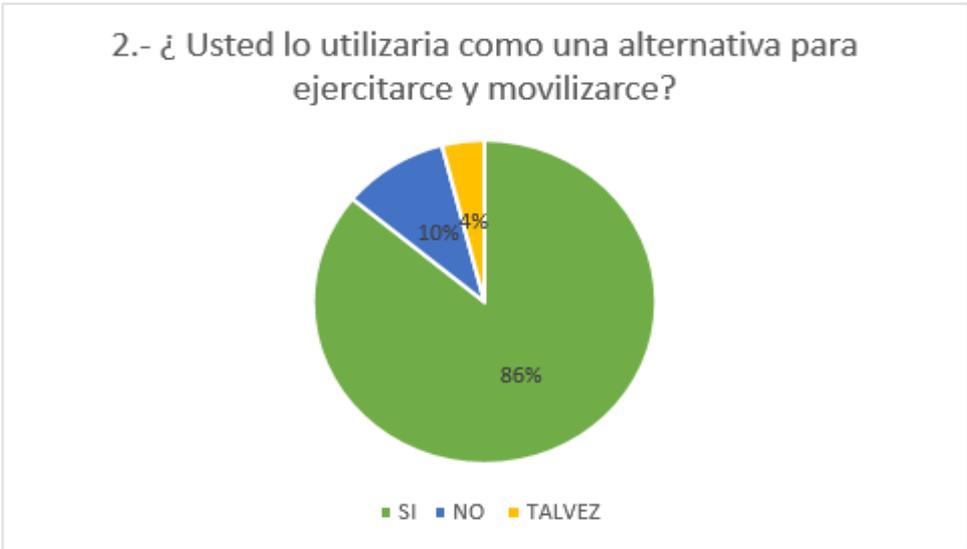


Figura 4-6. Resultados obtenidos de la segunda pregunta.

Fuente: Autores

Con respecto a la segunda pregunta el 86% de personas de la tercera edad afirmaron que lo utilizarían como una alternativa para realizar ejercicio y movilizarse. 10% de los adultos mayores respondieron que no, porque sienten que las vías de la ciudad de Cuenca no están aptas para transitar en este tipo de vehículo.

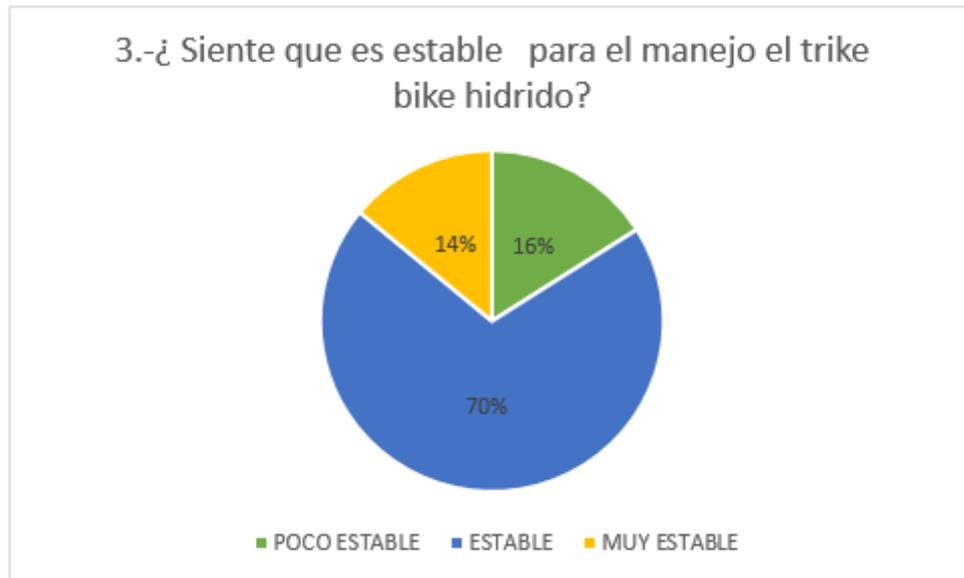


Figura 4-7. Resultados de la tercera pregunta de la encuesta.

Fuente: Autores.

El 70% de los que manejaron el Trike Bike Híbrido supieron manifestar que es estable dado a que es la primera vez que manejan un vehículo con estas características. El 14% dijeron que es muy estable, tomando en comparación con una bicicleta



Figura 4-8. Resultados de la cuarta pregunta en la encuesta.

Fuente: Autores.

Del 100% de las personas que condujeron el 24% manifestaron que es poco cómodo debido a que en la ruta existían baches, provocando pequeños golpes, el 46% dijeron que es cómodo ya que se debe realizar el manejo en una posición reclinado y mejor visualización de la vía, y según el 30% de los conductores del Trike Bike Híbrido supieron decir que es muy cómodo por la parte híbrida que les daba asistencia al momento de tomar una pendiente con un mínimo esfuerzo en el pedaleo.



Figura 4-9. Resultados de la quinta pregunta en la encuesta.

Fuente: Autores

El 90% de las personas recalcaron que es segura para el manejo ya que el Trike Bike Híbrido consta de un sistema de frenos de disco, además de poseer un mecanismo de corte de energía al motor cuando se accione los frenos y un sistema de dirección que permite controlar el vehículo en su totalidad. El 10% no están de acuerdo debido a que manifestaron que al ser un vehículo ancho necesariamente se debe transitar por la vía pública, poniéndolos en peligro.

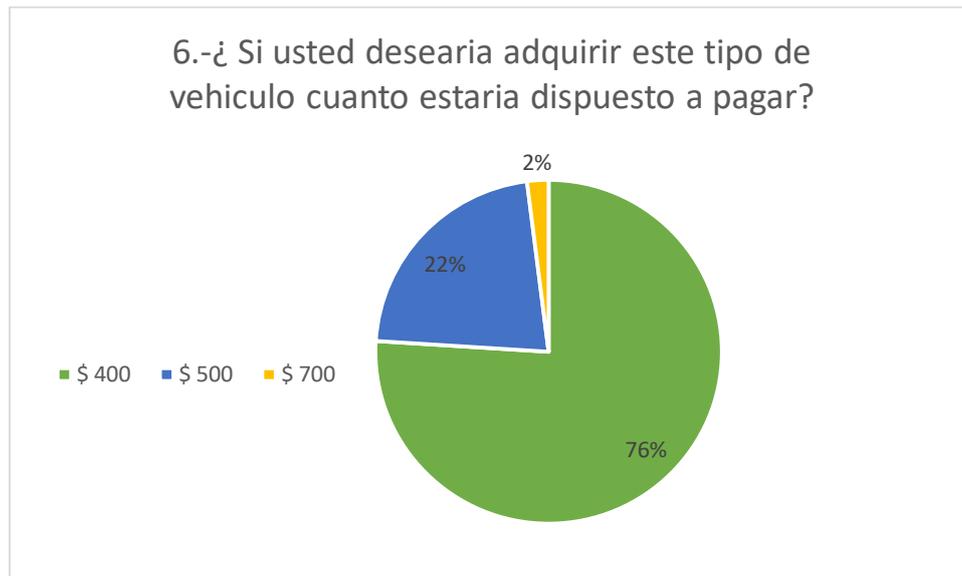


Figura 4-10. . Resultados de la sexta pregunta en la encuesta.

Fuente: Autores

En la sexta pregunta el 76% está de acuerdo en pagar hasta 400 dólares por un vehículo con estas características, el 22% pagaría máximo 500 dólares y el 2% pagarían un valor de 700 dólares.

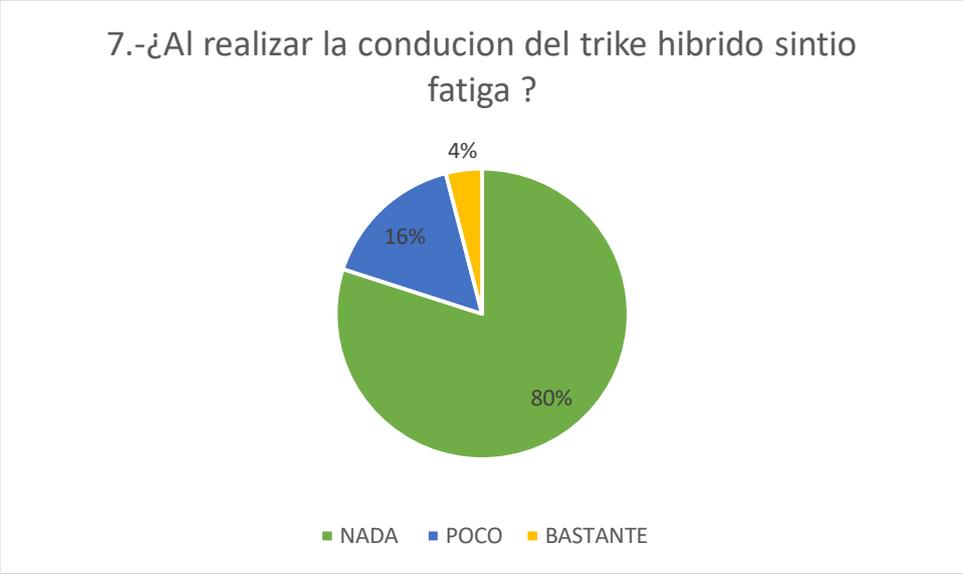


Figura 4-11. Resultados de la séptima pregunta en la encuesta.

Fuente: Autores

Al realizar la conducción del Trike Bike Híbrido 80% de las personas no sintieron fatiga, debido a la posición en la que deben conducir, además por la asistencia que el motor eléctrico les proporciona. El 16% sintieron algo de fatiga dado a que muchos de ellos era la primera vez que manejaban un vehículo a pedal. El 4% restante sintió bastante fatiga debido a que no están acostumbrados a realizar ejercicio frecuentemente.



Figura 4-12. Resultados de la octava pregunta 8 en la encuesta.

Fuente: Autores

Con respecto a mejoras en el Trike Bike Híbrido el 6% de adultos mayores manifestaron que se debería incorporar un sistema de amortiguación, además de un mecanismo que permita transportar el Triciclo fácilmente en un automóvil.

El 94% dijeron que no le harían ninguna modificación, dado a que lo sintieron confortable y seguro para movilizarse y ejercitarse.



Figura 4-13. Resultados de la novena pregunta en la encuesta.

Fuente: Autores

De acuerdo a la pregunta 9, el porcentaje de las personas que no han visto este tipo vehículo en la ciudad de Cuenca es del 98%, dando a entender que la Trike Bike Hibrido en nuestra ciudad es la primera vez que ven este tipo de vehículo y el 2% de las personas que se realizó la encuesta declararon que si han podido observar pero que no contaban con la parte eléctrica es decir solo cuentan con sistema mecánico.

10.-¿ Conoce usted un tipo de vehiculo que utilizan especificamente las personas de la tercera edad para ejercitarce ?

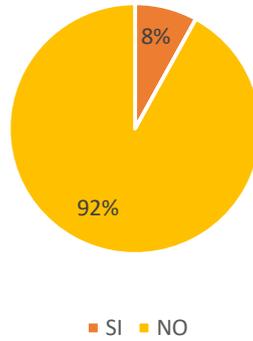


Figura 4-14. Resultados de la décima pregunta en la encuesta.

Fuente: autores

Según la encuesta que se realizó en la pregunta 10, se pudo obtener como dato que el 92% persona encastadas exteriorizan que en la ciudad no hay ningún vehículo que este para el uso exclusivo del adulto mayor; en un porcentaje menor como es el 8% manifiestan que si hay vehículos en la ciudad para personas de la tercera edad pero que son 100% eléctricas como son las motos eléctricas pero que son muy poco accesibles por el precio que tienen.

CONCLUSIONES

- A través del estado del arte se pudo recopilar información relevante para la realización del diseño del Trike Bike Híbrido, así como el uso que se le daba a este tipo de vehículo alrededor del mundo; cabe recalcar que existe únicamente el Trike Bike accionado de forma mecánica y esta puede ser de turismo o deportivo.
- En la revisión bibliográfica se pudo conocer las distintas formas de movilidad que existe para personas de la tercera edad, así como también las necesidades de los mismos.
- Durante el diseño y construcción del Trike Bike Híbrido se tomó en cuenta especialmente las condiciones fisiológicas y dimensiones antropológicas de las personas de la tercera edad para que al ser conducido por este grupo de personas sientan confort y seguridad.
- En el periodo de pruebas se pudo determinar que un 80% de las personas de la tercera edad dieron a acogida a este tipo de vehículo, debido a que en la ciudad de Cuenca no existe un tipo de transporte que este enfocado para este grupo de personas.
- En las pruebas realizadas se pudo evidenciar que la barra de la dirección del Trike Bike Híbrido incomodaba en cierta manera a la accesibilidad del usuario, debido a que este tendía rozar con la pantorrilla.
- También cabe mencionar que el usuario presentaba cierta dificultad para ponerse de pie ya que el Trike Bike Híbrido no cuenta con un sistema de apoyo que facilite dicha acción.
- Otras de las dificultades que presentó el Trike Bike Híbrido es no contar con un sistema que permita retroceder en caso de ser necesario realizar dicha maniobra.
- Con respecto a la autonomía del Trike bike Híbrido se puede mencionar que este se podría mejorar implementando baterías comerciales, debido a que las baterías utilizadas

para las pruebas fueron pilas recicladas y reacondicionadas de los vehículos híbridos, por tal motivo estas no se encuentran al 100% de su funcionalidad

- Cabe recalcar también que no existen ciclovías adecuadas para implementar a gran escala este medio de transporte debido a que las pocas pistas destinadas para los ciclistas no prestan la seguridad suficiente, ya que la ciudadanía aún no tomamos conciencia con este tipo de movilidad.
- Hubiese sido factible construir un prototipo del Trike Bike Híbrido el mismo que permita evaluar su funcionalidad y eficiencia; de esta manera se podría realizar ajustes o mejoras antes de construir el producto final.

RECOMENDACIONES

- Al momento de disponer de la Trike Bike Híbrida se debe conocer las características de la misma como son: carga útil, como conducir, autonomía, tiempo de carga, y también saber dar un buen mantenimiento preventivo, especialmente en el sistema de carga.
- Al conducir la Trike Bike Híbrida se debe disponer de un equipo de seguridad adecuado tales como: casco, rodillera, guantes para evitar cualquier tipo de lesión en caso de sufrir un accidente.
- Para obtener la máxima autonomía de la Trike Bike Híbrida se recomienda conducirlo siempre en el modo híbrido.
- Un aspecto muy importante para la conducción de la Trike Bike Híbrida es evitar conducir en días de lluvia por que podría sufrir averías los componentes eléctricos.
- No conducir la Trike Bike Híbrida por caminos de tercer orden dado a que su diseño es de tipo turismo, por lo que podría sufrir algún desperfecto.
- Para futuras investigaciones referentes al Trike Bike Híbrido se debe tener en consideración; mejorar el sistema de dirección, implementar un sistema de bloqueo de ruedas, incorporar un mecanismo de apoyo que facilite al usuario levantarse con mayor facilidad.
- Mejorar el sistema de calibración del pedal que permita ajustarse a la estatura del conductor.

BIBLIOGRAFIA

- Alibaba. (2019a, abril 3). Pedal Para Adultos De Tres Ruedas Neumático Gordo Triciclo Reclinado Grasa Completa Bicicleta Reclinada Para Venta - Buy Bicicleta Eléctrica De La Bicicleta De La Grasa,Triciclo Reclinable Del Neumático De La Grasa,Triciclo Reclinable Del Pedal Para Adultos Para La Venta Product on Alibaba.com. Recuperado 4 de abril de 2019, de [www.alibaba.com website: //www.alibaba.com/product-detail/Adult-Pedal-Three-Wheel-Fat-Tire_60460869670.html](http://www.alibaba.com/product-detail/Adult-Pedal-Three-Wheel-Fat-Tire_60460869670.html)
- Alibaba. (2019b, junio 19). Kit De Conversión De La Bicicleta Eléctrica - Buy Kit De Conversión De Bicicleta Eléctrica,Kit De Conversión Product on Alibaba.com. Recuperado 19 de junio de 2019, de [www.alibaba.com website: //www.alibaba.com/product-detail/Electric-bicycle-conversion-kit_60712986061.html](http://www.alibaba.com/product-detail/Electric-bicycle-conversion-kit_60712986061.html)
- alineadoras Hunter. (2019, marzo 26). INTRODUCCION A LA ALINEACION DE AUTOS, CASTER (PARTE 1). Recuperado 26 de marzo de 2019, de INTRODUCCION A LA ALINEACION DE AUTOS, CASTER (PARTE 1) ~ VENTA DE EQUIPOS HUNTER website: <http://alineadoras-y-balanceadoras.blogspot.com/2011/04/introduccion-la-alineacion-de-autos.html>
- Antropometría. (2017, marzo 21). Significado de Antropometría (Qué es, Concepto y Definición) - Significados. Recuperado 27 de marzo de 2019, de <https://www.significados.com/antropometria/>
- Basically Bicycles. (2019, marzo 26). Catrike Dumont - Basically Bicycles--Recumbent Bikes & Recumbent Trikes Turners Falls, Massachusetts. Recuperado 26 de marzo de 2019, de <https://www.basicallybicycles.com/product/catrike-dumont-1775.htm>

- Bikelec, B.-B. E. C. L. (2016, enero 19). Triciclo electrico reclinado HP Velotechnik. Recuperado 3 de abril de 2019, de Bicicletas Eléctricas website: <https://www.bikelec.es/blog/triciclo-electrico-reclinado-hp-velotechnik/>
- Caetano. (2019, abril 2). Custom built recumbent bikes & trikes. Recuperado 4 de abril de 2019, de AZUB recumbents website: <https://azub.eu/>
- Chaurant Rosario Avila, L. P. (2015). *Dimensiones antropométricas de la población latinoamerica* (p. 283). Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/31722433_Dimensiones_antropometricas_de_la_poblacion_latinoamericana_Mexico_Cuba_Colombia_Chile_R_Avila_Chaurand_LR_Prado_Leon_EL_Gonzalez_Munoz
- Electric bike report. (2019, marzo 26). TerraTrike Rambler with E-BikeKit Review [VIDEO] | Electric Bike Report | Electric Bike, Ebikes, Electric Bicycles, E Bike, Reviews. Recuperado 27 de marzo de 2019, de <https://electricbikereport.com/terratrike-rambler-with-e-bikekit-review-video/>
- Founders Jesse Lee, Tom Ausherman, & Daniel. (2014, marzo 22). Horizon Electric Trike - Mobility for People with Disabilities. Recuperado 3 de abril de 2019, de Disabled World website: <https://www.disabled-world.com/assistivedevices/mobility/scooters/3-wheel/horizon.php>
- Horwitz, R. M. (2010). *Recumbent Trike Design Primer*. 37.
- HP Velotechnik. (2019, abril 2). (1) Facebook. Recuperado 3 de abril de 2019, de <https://www.facebook.com/>
- IEA. (2019, marzo 20). Definition and Domains of Ergonomics | IEA Website. Recuperado 28 de marzo de 2019, de <https://www.iea.cc/whats/index.html>
- INEC, C. (2001). *PIRÁMIDE DE POBLACIÓN. Censo 200*. 4.

- Jaime Céspedes. (2016, agosto). *Camber y caster*. Ingeniería. Recuperado de <https://es.slideshare.net/jaimecespedes315/camber-y-caster>
- Jetrike. (2015a). *Jetrike.Com - Ergonomics*. 13.
- Jetrike. (2015b, julio 24). Jetrike.Com - Ergonomics. Recuperado 3 de abril de 2019, de <https://www.jetrike.com/ergonomics.html>
- Letzte Änderung. (2018, septiembre 27). Liegerad / HP Velotechnik Liegeräder, Dreirad und recumbent Infos. Recuperado 4 de abril de 2019, de <https://www.hpvelotechnik.com/>
- longbikes. (2019, marzo 26). Why Underseat Steering (USS) :: Longbikes. Recuperado 27 de marzo de 2019, de <http://www.longbikes.com/2/Faq/WhyRecumbent.html>
- Norton. (2019, agosto 14). Soluciones de rendimiento para amoladoras angulares. Recuperado 14 de agosto de 2019, de Norton Abrasives | España website: <https://www.nortonabrasives.com/es-es/recursos/articulos/soluciones-de-rendimiento-para-amoladoras-angulares>
- Oponeo. (2019, marzo 26). Cámbber: ángulo de inclinación respecto al suelo » Oponeo.es. Recuperado 26 de marzo de 2019, de <https://www.oponeo.es/articulo/camber-angulo-de-inclinacion-respecto-al-suelo>
- Pintulac. (2019, agosto 14). Enduido plástico para paredes y maderas : PintoMiCasa.com. Recuperado 14 de agosto de 2019, de <https://www.pintomicasa.com/2008/03/enduido-plastico-para-madera-y-paredes.html>
- Ramirez Alvares Juan Diego, T. V. J. S. (2019). *Mobilidad alternativa usando la bicicleta híbrida*. Politécnica Salesiana, Cuenca.
- Restrepo, S. A. O. (2017). *DISEÑO DEL MARCO ESTRUCTURAL DE UN TRIKE RECUMBENTE POR MEDIO DE LA TÉCNICA DE OPTIMIZACIÓN TOPOLOGICA*. 127.

- Saahil. (2011, diciembre 15). History of World: Bicycle History. Recuperado 20 de marzo de 2019, de https://historyinworld.blogspot.com/2011/12/bicycle-history.html?fbclid=IwAR1mE8uS6DvgLcjakkc1I7oRWa4z17Hx_S3cA2opskvUh-Kz3zagRrph_hM
- Sahil Jitesh. (2015). *DESIGN AND STABILITY OF RECUMBENT TRICYCLE* (University of London). Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/308787639_DESIGN_AND_STABILITY_OF_RECUMBENT_TRICYCLE?fbclid=IwAR1t44H0s-qwPUDD6l9vBTdD3KtOAr9HE6a6prV7h8myXdLbYsp1K1Qs9hI
- Tony Handland. (2014, enero 10). Bicycle Design: An Illustrated History - Tony Hadland, Hans-Erhard Lessing - Google Libros. Recuperado 20 de marzo de 2019, de https://books.google.com.ec/books?id=a4IUAAQBAJ&pg=PA115&dq=Bicycle+History+and+Typology&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjT8fKN_JDhAhVrs1kKHZQyAHYQ6AEIKjAA#v=onepage&q=Bicycle%20History%20and%20Typology&f=false
- toumai. (2012, mayo 1). Cykelsuperstier, entra en funcionamiento la primera autopista para bicicletas en Dinamarca. Recuperado 4 de abril de 2019, de Nomada Q website: <https://nomadaq.blogspot.com/2012/05/cykelsuperstier-entra-en-funcionamiento.html>
- Trailside. (2019, marzo 21). Hase Trigo Recumbent Delta Trike – Trailside Bike. Recuperado 21 de marzo de 2019, de <https://shop.trailside.bike/product/hase-trigo-recumbent-delta-trike/>
- Utah Trikes. (2019, marzo 21). Recumbent tadpole trikes? What is that thing? Recuperado 21 de marzo de 2019, de <http://www.utahtrikes.com/UT2-UTWHATISATRIKE.html>

Wikimedia. (1876). *English: Coventry Lever Tricycle by James Starley, 1876*. Recuperado de [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Starley_Coventry_Lever_Tricycle_1876.jp](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Starley_Coventry_Lever_Tricycle_1876.jpg)

g

wikipedia, W. (2019). Motor eléctrico. En *Wikipedia, la enciclopedia libre*. Recuperado de https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Motor_el%C3%A9ctrico&oldid=1167868

54

Yasmin Del Lavallo Herrera. (2014). *Diseño y ergonomía para la tercera edad*. (UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MEXICO). Recuperado de

http://www.posgrado.unam.mx/publicaciones/ant_col-

[posg/55_Ergonomia.pdf?fbclid=IwAR0g0k7DZDgIfVFUBRvKqVfdAm87LifHCPRj6B7-Dp7BPRs-FTwESrnL-iE](http://www.posgrado.unam.mx/publicaciones/ant_col-posg/55_Ergonomia.pdf?fbclid=IwAR0g0k7DZDgIfVFUBRvKqVfdAm87LifHCPRj6B7-Dp7BPRs-FTwESrnL-iE)

yomismo. (2017). *DIY trike recumbent en Madrid ESPAÑA*. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=QWss2FYNDu0>