



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROPUESTA TECNOLÓGICA

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE TRICIMOTO PARA PERSONAS
CON PARAPLEJÍA”**

Autores:

Guanga Balseca Ronnie Santiago

Zapata Ramos David Israel

Tutor:

Ing. MSc. Salazar Cueva Edison Patricio

Latacunga - Ecuador

2017

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Proyecto de Titulación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas ; por cuanto, los postulantes: Guanga Balseca Ronnie Santiago y Zapata Ramos David Israel con el título de Proyecto de Investigación: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE TRICIMOTO PARA PERSONAS CON PARAPLEJÍA”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto. Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Para constancia firman:

.....

Lector 1

Nombre: Raúl Andrango

CC: 1717526253

.....

Lector 2

Nombre: Segundo Cevallos

CC: 0501782437

.....

Lector 3

Nombre: Lilia Cervantes

CC: 1757274376

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el tema:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE TRICIMOTO PERSONAS CON PARAPLEJÍA”, de Guanga Balseca Ronnie Santiago y Zapata Ramos David Israel, de la carrera de Ingeniería Industrial, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias De La Ingeniería Y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 27 de Julio del 2017

.....
Ing. Mg. Edison Salazar Cueva

C.I.: 0501843171

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros Guanga Balseca Ronnie Santiago y Zapata Ramos David Israel declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE TRICIMOTO PARA PERSONAS CON PARAPLEJÍA”. Siendo el Ing. Mg. Edison Salazar Cueva director del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

.....
Guanga Balseca Ronnie Santiago

C.I. 0503230526

.....
Zapata Ramos David Israel

C.I. 1600802159

AVAL DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Beneficiario certifico que mediante el Proyecto de Investigación:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE TRICIMOTO PARA PERSONAS CON PARAPLEJÍA”, Los señores Guanga Balseca Ronnie Santiago y Zapata Ramos David Israel, de la carrera de Ingeniería Industrial, estudiantes en la Universidad Técnica de Cotopaxi realizan la entrega de una Tricimoto adecuada a mis condiciones físicas.

Los autorizo para que usen el presente documento para cualquier fin legal pertinente de la Universidad.

Latacunga, 13 de Julio del 2017

.....
Sr. Joel Elvis Salgado Tobar

C.I: 0503619330

AVAL DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Beneficiario certifico que mediante el Proyecto de Investigación:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE TRICIMOTO PARA PERSONAS CON PARAPLEJÍA”, Los señores Guanga Balseca Ronnie Santiago y Zapata Ramos David Israel, de la carrera de Ingeniería Industrial, estudiantes en la Universidad Técnica de Cotopaxi realizan la entrega de una Tricimoto adecuada a mis condiciones físicas.

Los autorizo para que usen el presente documento para cualquier fin legal pertinente de la Universidad.

Latacunga, 13 de Julio del 2017

.....
Sr. Joel Elvis Salgado Tobar

C.I: 0503619330

DEDICATORIA

Este gran logro te lo dedico a tí Anita porque siempre confiaste en mí y buscabas las maneras de apoyarme, hubiese querido que estés aquí para juntos celebrarlo pero sé que desde el Cielo estarás orgullosa de mí.

¡Misión Cumplida Abuelita!

David

DEDICATORIA

A mis abuelitos Mercedes y Jorge a mis padres Cecilia y Gonzalo por ser el pilar fundamental, quienes me apoyaron en todo mi trayecto tanto académico, como de la vida personal, inculcando sus valores, por su respaldo incondicional mantenido a través del tiempo.

A mis amigos de clase que me enseñaron el valor de la amistad y el compañerismo, quienes han estado junto a mí, disfrutando de mis triunfos y derrotas y sobre todo por brindarme su apoyo absoluto.

A mi compañero de proyecto David, por su sustento y paciencia que me ha brindado durante todo este tiempo.

Ronnie

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios por sus bendiciones y brindarme una familia que con su esfuerzo y perseverancia siempre veló por mi bienestar, gracias a mis dos Madres que fueron las pilares de este gran logro, sin ellas nada hubiese sido igual.

Gracias a la Universidad Técnica de Cotopaxi por brindarme la oportunidad de permitirme formar como persona y profesional en sus instalaciones, así mismo agradecer a mi compañero de titulación y buen amigo por su amistad y apoyo, por ultimo mi gratitud a todas las personas que durante mis años de estadía en esta ciudad me apoyaron de diferentes maneras, a todos ustedes ¡muchas gracias!

David

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme la fortaleza para seguir adelante y a mi familia que me apoyo en los momentos difíciles sobrepasando obstáculos que se presentaron en el trayecto de mi vida.

A mi abuelita por su apoyo incondicional, por su comprensión, por saber escucharme en los momentos difíciles, por compartir conmigo los logros y fracasos.

A todos los docentes de la carrera de Ingeniería Industrial, que de una u otra forma contribuyeron en mi formación profesional.

A mi Tutor Académico Ing. Edison Salazar por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mi proyecto con éxito.

Y a todas las personas que de una u otra manera han intervenido para llegar a cumplir mis metas y convertirme en un gran profesional.

Ronnie

INDICE DE CONTENIDO

Aprobación del tribunal.....	ii
Aval del tutor.....	iii
Declaración de autoría.....	iv
Aval de implementación.....	v
Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento.....	viii
Índice de contenido.....	x
Índice de figuras.....	xiv
Índice de tablas.....	xvi
Resumen.....	xvii
Abstract.....	xviii
Aval de traducción.....	xix
1. INFORMACIÓN.....	i
1.1 Título del proyecto:.....	21
1.2 Fecha de inicio:.....	21
1.3 Fecha de finalización:.....	21
1.4 Lugar de ejecución:.....	21
1.5 Facultad que auspicia:.....	21
1.6 Carrera que auspicia:.....	21
1.7 Equipo de Trabajo:.....	21
1.8 Línea de investigación de la carrera:.....	21
1.9 Área de conocimiento según la Unesco.....	22
2. DESCRIPCIÓN.....	22
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	23
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	23
4.1 Directos:.....	23
4.2 Indirectos:.....	23
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	24
6. OBJETIVOS.....	24
6.1 General:.....	24
6.2 Específicos:.....	24

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	24
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	27
8.1 Definición de paraplejía:.....	27
8.2 Causas de la paraplejía:.....	27
8.3 Personas con discapacidad:.....	28
8.4 Capacidades físicas para la conducción:.....	28
8.5 Pruebas psicosenométricas:.....	28
8.6 Licencia tipo F:	29
8.7 Conductores con discapacidad:.....	29
8.8 Criterios de dimensionamiento:	29
8.9 Consideraciones generales:	32
8.10 Definición del prototipo:.....	33
8.11 Componentes estructurales:	34
8.12 Partes del prototipo:	34
8.13 Sistema estructural:.....	35
8.14 Chasis:.....	35
8.15 Dimensiones del chasis:.....	36
8.16 Características del tubo estructural:	37
8.17 Método para evaluar defectos en la soldadura del chasis:	37
8.18 Simulación de esfuerzos e impactos en el chasis:.....	40
8.19 Sistema motriz:	40
8.20 Sistema de transmisión:	41
8.21 Sistema de suspensión:	41
8.22 Sistema de acceso:	42
8.23 Sistema de cambios:.....	43
8.24 Cálculos y modelación del prototipo:	43
8.25 Cargas:	43
8.26 Cargas muertas:.....	44
8.27 Cargas estructural:	44
8.28 Peso silla de ruedas:	45
8.29 Peso de la batería:	45
8.30 Peso planchas de acero inoxidable:	45
8.31 Cálculos de la carga muerta con un factor de crítico del 25%:.....	46

8.32 Cargas vivas:.....	47
8.33 Cálculo del ocupante:.....	47
8.34 Cálculo del ocupante con una sobrecarga del 25%:	47
8.35 Cálculo de la carga viva:.....	47
8.36 Cálculo de la carga de giro:	48
8.37 Cálculo de la carga aplicada a una curvatura:.....	48
8.38 Cálculo de la fuerza centrípeta en cada rueda:	49
8.39 Cálculo de la carga de frenado:.....	49
8.40 Cálculo fuerza de frenado:	49
8.41 Cálculo de distancia de parada del vehículo:.....	49
8.42 Cálculo carga de aceleración brusca:	50
8.43 Cálculo de esfuerzo de compresión:	51
8.44 Análisis de esfuerzos en la puerta:.....	53
8.45 Análisis estático de la estructura del vehículo frente a las cargas calculadas:	54
8.46 Análisis de impacto:.....	57
8.47 Choque lateral derecho:	58
8.48 Choque lateral izquierdo:.....	60
8.49 Choque frontal:	63
8.50 Puntos críticos:.....	65
8.51 Análisis de punto crítico en el volante.....	66
8.52 Resultado de los esfuerzos cortantes en perno M10:.....	68
9. HIPÓTESIS	72
10. METODOLOGÍAS	73
10.1 Encuesta:.....	73
10.2 Análisis de las encuestas realizadas:.....	73
11. ANÁLISIS DE RESULTADOS	84
12. IMPACTOS.....	86
12.1 Análisis financiero:	86
12.2 Análisis costo – beneficio	87
12.3 Análisis de impacto social:	87
12.4 Análisis Técnico:	87
13. PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	88
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	89
14.1 Conclusiones:.....	89

14.2 Recomendaciones:	89
15. BIBLIOGRAFÍA.....	90
16. ANEXOS.....	¡Error! Marcador no definido.

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Dimensiones básicas sillas de ruedas	30
Figura 2 Rangos de pendientes	31
Figura 3 Bosquejo inicial.....	34
Figura 4 Vista inferior del chasis	36
Figura 5 Fundamento del ensayo por líquidos penetrantes	38
Figura 6 Sistema de transmisión por cadena	41
Figura 7 Sistema de suspensión de la Tricimoto	42
Figura 8 Pasamanos de acceso.....	42
Figura 9 Cambios de velocidades	43
Figura 10 Resistencia de perfiles.....	52
Figura 11 Análisis estático de tensión	53
Figura 12 Desplazamiento estático	53
Figura 13 Factor de seguridad.....	54
Figura 14 Tensión axial y de flexión, límite superior	54
Figura 15 Tensión axial y de flexión	55
Figura 16 Desplazamiento estático	55
Figura 17: Desplazamiento, vista frontal.....	56
Figura 18: Trazado de módulos (Cortante - Momento)	56
Figura 19: Trazado de módulos, vista lateral	57
Figura 20: Desplazamiento resultante derecho	58
Figura 21: vista frontal del desplazamiento	58
Figura 22: Factor de seguridad.....	59
Figura 23: Deformación en milímetros	59
Figura 24: Esfuerzos	60
Figura 25 : Desplazamiento resultante	60
Figura 26: Vista frontal del desplazamiento	61
Figura 27: Factor de seguridad.....	61
Figura 28: Desplazamiento en milímetros	62
Figura 29: Esfuerzos	62
Figura 30: Desplazamiento resultante	63
Figura 31: Vista frontal del desplazamiento	63
Figura 32: Factor de seguridad.....	64
Figura 33: Desplazamiento en milímetros	64

Figura 34: Esfuerzos	65
Figura 35 Puntos Críticos.....	65
Figura 36 Puntos Críticos vista lateral.....	66
Figura 37 Análisis estático tensión nodal.....	67
Figura 38 Desplazamiento estático	67
Figura 39 Factor de seguridad.....	68
Figura 40 Factor de seguridad.....	72
Figura 41 Resultados pregunta “a”	74
Figura 42 Resultados pregunta “b”	75
Figura 43 Resultados pregunta “c”	76
Figura 44 Resultados pregunta “d”	77
Figura 45 Resultados pregunta “e”	78
Figura 46 Resultados pregunta “f”	79
Figura 47 Resultados pregunta “g”	80
Figura 48 Resultados pregunta “h”	81
Figura 49 Resultados pregunta “i”	82
Figura 50 Resultados pregunta “j”	83
Figura 51 Tricimoto modelada en Solidworks.....	86

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Objetivos, actividades y técnicas.....	25
Tabla 2 Especificaciones tubo estructural.....	37
Tabla 3 Análisis estático en perno M10	69
Tabla 4 Desplazamiento estático en mm	70
Tabla 5 Deformación unitaria.....	71
Tabla 6 Metodologías aplicadas.....	73
Tabla 7 Observaciones generales.....	73
Tabla 8 Tabulación de datos pregunta “a”	74
Tabla 9 Tabulación de datos pregunta “b”	75
Tabla 10 Tabulación de datos pregunta “c”	76
Tabla 11 Tabulación de datos pregunta “d”	77
Tabla 12 Tabulación de datos pregunta “e”	78
Tabla 13 Tabulación de datos pregunta “f”	79
Tabla 14 Tabulación de datos pregunta “g”	80
Tabla 15 Tabulación de datos pregunta “h”	81
Tabla 16 Tabulación de datos pregunta “i”	82
Tabla 17 Tabulación de datos pregunta “j”	83
Tabla 18 Análisis de beneficios	85
Tabla 19 Presupuesto general.....	88

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: “IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE TRICIMOTO PERSONAS
CON PARAPLEJÍA”

Autores:

Guanga Balseca Ronnie Santiago

Zapata Ramos David Israel

RESUMEN

Las personas con paraplejía afrontan a diario murallas urbanas, debido a la carencia de un medio de transporte económico y adecuado a sus capacidades, esto interfiere con la aptitud del individuo de ser independiente y su desempeño en la sociedad. Considerando que, las personas con dicha discapacidad no pueden desprenderse de su silla de ruedas, en el actual proyecto se presenta el diseño y construcción de un prototipo de Tricimoto mediante la adaptación de una motocicleta, que brindará independencia a las personas que padecen paraplejía, proporcionando de este modo una solución ante sus problemas de movilidad integrando a las mismas a un ambiente socio-económico. El sistema estructural del prototipo fue diseñado y modelado con proyección a optimizar recursos y materiales, pero sin alterar la calidad del mismo. La Tricimoto se construyó con materiales de características aprobadas por las normas de regularización ecuatorianas, cumpliendo controles de calidad en cada etapa de construcción para brindar seguridad y calidad al prototipo. Su motor de 150 c.c. suministra una potencia de 10 hp además de ser económico tiene un rendimiento de 10 km/l de combustible, la Tricimoto podrá realizar recorridos diarios a las distintas actividades sociales de la persona, con una velocidad máxima de circulación de 50 km/h. De ésta manera la seguridad concedida por el prototipo inicia desde el diseño, su centro de gravedad está distribuido de manera que pueda disminuir al máximo los efectos ocasionados por un accidente, además de los elementos obligatorios como el casco y cinturón de seguridad que tiene como finalidad salvaguardar la integridad del individuo demostrando ser un vehículo eficiente y económico. La Tricimoto solucionará los problemas de desplazamiento y autonomía de la persona que posee problemas de movilidad en sus miembros inferiores.

Palabras claves: Paraplejía, Tricimoto, Independencia, Movilidad, Seguridad, Calidad.

COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY

ACADEMIC UNIT OF ENGINEERING SCIENCES AND APPLIED

THEME: “TRICYCLE-MOTO PROTOTYPE IMPLEMENTATION FOR PARAPLEGIA PEOPLE”

Authors:

Guanga Balseca Ronnie Santiago

Zapata Ramos David Israel

ABSTRACT

People with paraplegia face daily urban walls, due to the lack of an economic means of transportation and adequate to their abilities, it interferes with the individual's ability to be independent and their performance in society. Considering that people with this disability cannot get rid of their wheelchair, the current project presents the design and construction of a prototype Tricycle-moto by adapting a motorcycle, which will provide independence for people suffering from paraplegia, in this way a solution is provided to their mobility problems so it's possible to integrate them to a socio-economic environment. The prototype structural system was designed and modeled with projection to optimize resources and materials, but without altering the quality of the same. Tricycle-moto was constructed with materials of approved characteristics by the norms of Ecuadorian regularization, fulfilling quality controls in each stage of construction to provide security and quality to the prototype. Its engine of 150 c.c. provides a power of 10 hp in addition to being economical has a yield of 10 km / l of fuel, the Tricycle-moto will be able to make daily trips to the person different social activities, with a maximum circulation speed of 50 km / h. in order to grantee the safety by the prototype starts from the design, its center of gravity is distributed in a way that can minimize the effects caused by an accident, in addition to the mandatory elements such as the helmet and safety belt that has as its purpose safeguarding the integrity of the individual by proving to be an efficient and economic vehicle. The Tricycle-moto will solve the displacement and autonomy person problems who has mobility problems in their lower limbs.

Key words: Paraplegia, Tricycle-moto, Independence, Mobility, Safety, Quality



AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el señor Egresado de la Carrera de Ingeniería Industrial de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: **GUANGA BALSECA RONNIE SANTIAGO ; ZAPATA RAMOS DAVID ISRAEL**, cuyo título versa “**IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE TRICIMOTO ADAPTADO PARA PERSONAS CON PARAPLEJÍA**”, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al petionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, Junio 20 del 2017

Atentamente,

Lic. M. Sc. Lidia Rebeca Yugla Lema
DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS
C.C. 0502652340

1. INFORMACIÓN

1.1 Título del proyecto:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE TRICIMOTO PARA PERSONAS CON PARAPLEJÍA”

1.2 Fecha de inicio:

Octubre 2016

1.3 Fecha de finalización:

Julio 2017

1.4 Lugar de ejecución:

Cotopaxi -Latacunga - La Matriz

1.5 Facultad que auspicia:

Facultad Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

1.6 Carrera que auspicia:

Ingeniería Industrial

1.7 Equipo de Trabajo:

Tutor: Ing. Mg. Edison Salazar Cueva

E-mail: edison.salazar@utc.edu.ec

Coordinador de la propuesta tecnológica: Guanga Balseca Ronnie Santiago

E-mail: ronnie.guanga6@utc.edu.ec

Coordinador de la propuesta tecnológica: Zapata Ramos David Israel

E-mail: david.zapata9@utc.edu.ec

1.8 Línea de investigación de la carrera:

Administración y Gestión de la Producción

Sub líneas de investigación de la carrera:

Diseño de producto

1.9 Área de conocimiento según la Unesco

Área: Salud y servicios Sociales

Sub área: Servicios sociales

2. DESCRIPCIÓN

La paraplejía es la parálisis de las extremidades inferiores, ésta condición postra a la persona a una silla de ruedas por el resto de su vida, coaccionando su capacidad de movilización a la dependencia de una tercera persona. Las personas con paraplejía afrontan a diario barreras urbanas, debido a la falta de transporte adecuado que interfiere con la capacidad de una persona de ser independiente y su desempeño en la sociedad.

La presente propuesta está enfocada en la implementación de un prototipo de transporte adaptado a las condiciones físicas de personas con paraplejía, pretendiendo brindar autonomía de movilidad a los individuos comparecientes por la parálisis de sus extremidades inferiores.

El mercado automotor ecuatoriano carece de un medio de transporte económico con las condiciones físicas-mecánicas para dicha discapacidad, esta problemática causa de forma involuntaria una usurpación que despoja al individuo de una vida socio-económica plena, a tal punto que muchas veces llegan a ser consideradas como una carga familiar y por tal motivo muchas veces son rezagadas por la sociedad. Pensando en dar una solución a este problema se pretende brindar una solución con el desarrollo de un prototipo que permitió satisfacer la movilización por las personas con paraplejía tanto en las zonas rurales como en la urbana.

El diseño de ésta Tricimoto está perfilado a brindar independencia al individuo, de manera que no dependa de terceras personas para utilizar este medio de transporte, considerando que la silla de ruedas es parte física de la persona y no puede desprenderse de ella para su movilización, el prototipo desarrollado brinda acceso completo, además el accionamiento de la misma se lo realiza utilizando las extremidades superiores (manos) a través de mandos modificados para tal efecto, en cuanto a su funcionabilidad es maniobrable, confiable y segura para su conducción, la Tricimoto se construyó con materiales de características aprobadas por normas de regularización ecuatorianas, realizando controles de calidad en cada etapa de construcción para brindar seguridad y calidad del prototipo. Su motor de 150 c.c. suministra una potencia de 10 hp además de ser económico tiene un rendimiento de 10 km/l de

combustible, la Tricimoto podrá realizar recorridos diarios a las distintas actividades sociales de la persona con una velocidad máxima de circulación de 50km/h.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La formación profesional en la Universidad Técnica de Cotopaxi motiva a crear soluciones a los problemas de la sociedad, la Institución puntualiza en su misión. “Formar profesionales de excelencia, humanistas e investigadores; para generar ciencia y tecnología; vinculada con la sociedad mediante la transferencia y difusión del conocimiento, arte y cultura para contribuir en la transformación social y económica del país”.

La paraplejía es una discapacidad, que se transforma de un problema médico en uno social, las consecuencias que genera hace un llamado obligatorio a buscar una solución para cada una de éstas, siendo tal vez la más importante, la movilidad.

La movilidad como parte importante en la vida diaria de las personas es un derecho que todos tenemos, siendo un privilegio al que algunas personas no tienen acceso por distintos factores, un ejemplo es la paraplejía, que impide a los individuos utilizar sus extremidades inferiores, inhabilitando la opción de poder manejar un vehículo común del mercado automotor, esto obliga a depender de terceras personas para que los movilicen a realizar cualquier actividad fuera de su hogar o solo socializar.

Con respecto a tipos de vehículos modificados no existe de manera comercial en el país y el importar alguno del extranjero es demasiado costoso, la ventaja de construir éste prototipo de medio de transporte es que permite la inserción de las personas discapacitadas en un ambiente socio-económico.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

4.1 Directos:

Según datos suministrados por el Ministerio de Inclusión Económica y Social (MIES) en el año 2017 en la ciudad de Latacunga existen registradas 70 personas con paraplejía. La persona que se benefició con el desarrollo del prototipo es el señor Elvis Salgado de 27 años de edad diagnosticado con espina bífida y una discapacidad del 42%. Y los investigadores.

4.2 Indirectos:

Familiares, amigos, el medio socio-económico.

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Desde inicios de la humanidad los problemas de movilidad siempre han estado latente en las personas con discapacidad, sin embargo no se ha dado una solución adecuada, manteniéndose al margen por la voluntad de terceras personas.

Hoy en día los vehículos existen debido a la necesidad del hombre de movilizarse a sus diferentes actividades sin realizar esfuerzo alguno, pero cuando una discapacidad física despoja a una persona de ese privilegio su existencia llega a complicarse, y la sociedad no le brinda una solución.

Algunas concesionarias ofrecen vehículos especiales para personas con discapacidad pero los precios son excesivamente altos para la mayoría de la población discapacitada ecuatoriana. La mezcla de diferentes factores como diseño, impuestos, y las fluctuaciones de costos, intervienen en el precio del vehículo, lo que influye directamente para la adquisición de uno.

En consecuencia de aquello para el transporte de personas con paraplejía, la inexistencia en el mercado automotor del Ecuador de un medio de transporte económico que brinde seguridad, autonomía y movilidad a las personas con incapacidad física ha motivado a los investigadores a desarrollar una solución la cual se presenta en el siguiente proyecto de titulación.

6. OBJETIVOS

6.1 General:

- Implementar un prototipo de Tricimoto para personas con paraplejía.

6.2 Específicos:

- Diseñar un prototipo de Tricimoto para personas con paraplejía mediante la adaptación de una motocicleta.
- Construir la estructura y los mecanismos para una conducción manual.
- Analizar el beneficio de la Tricimoto en las actividades diarias de la persona con paraplejía.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Con el propósito de lograr el cumplimiento de los objetivos establecidos, se desarrolló la Tabla N° 1, la cual especifica las actividades a realizar así como los resultados obtenidos con su determinada técnica e instrumento de estudio

Tabla 1 Objetivos, actividades y técnicas

Objetivo	Actividad	Resultado de la Actividad	Técnicas e Instrumentos
Diseñar un prototipo de Tricimoto para personas con paraplejía.	a) Realizar una revisión bibliográfica sobre el objeto de estudio	a) Obtención de documentos y datos reales del presente modelo de prototipo.	a) Consulta – Investigación en gestores bibliográficos
	b) Definir criterios de diseño y dimensiones del prototipo	b) Selección herramientas, tipo y potencia de motor, cálculos de potencia	b) Indagación de información en antecedentes y modelos similares.
	c) Investigar los materiales necesarios para su construcción	c) Selección de materiales, cálculos de resistencia del chasis.	c) Formulación y aplicación de las bases teóricas recibidas.
	d) Elaboración de los Juego de planos de la Tricimoto	d) Dimensionamiento en escala para su visualización	d) Utilización de programas de modelación.
	e) Costos de materiales	e) Cuadro comparativo de datos económicos reales	e) Revisión de proformas a proveedores de materiales y servicios.
	f) Calcular costos de mano de obra	f) Determinar la cuantía necesaria para un presupuesto general	f) Llevar un registro de costos

	g) Evaluar costos totales	g) Aplicación de métodos de evaluación	g) Costos
Construir la Tricimoto y los mecanismos para una conducción manual.	a) Adquisición de la moto	a) Prueba de rendimiento y capacidad	a) Exploración del mercado de transporte ecuatoriano
	b) Construcción del Chasis	b) Ensamble del chasis	b) Ejecución de los planos elaborados.
	c) Armado de mecanismos de accionamiento para el tipo de conducción	c) Adaptación en los sistemas de frenos, transmisión y conducción.	c) Ejecución de los planos elaborados.
Analizar el índice de impacto de la Tricimoto en las actividades diarias de la persona con paraplejía.	a) Prueba de la Tricimoto	a) Evaluación de la Tricimoto por parte de una persona con paraplejía	a) Prueba de eficacia y fiabilidad en la conducción
	b) Recopilación de datos	b) Revisión y solución de posibles fallas en el diseño	b) Encuesta aplicada

Elaborado por: Los Investigadores

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

La integración de las personas con paraplejía en un ambiente social está amparada por la legislación ecuatoriana. Ley Orgánica de Discapacidades (2012) afirma:

La presente ley tiene por objeto asegurar la prevención, detección oportuna, habilitación y rehabilitación de la discapacidad y garantizar la plena vigencia, difusión y ejercicio de los derechos de las personas con discapacidad, establecidos en la Constitución de la República, los tratados e instrumentos internacionales; así como, aquellos que se derivaren de leyes conexas, con enfoque de género, generacional e intercultural. (p.06)

Los estatutos ecuatorianos garantizan la inclusión de las personas con discapacidad en el medio, existen normativas en el transporte público que obliga a sus unidades a tener acceso para las personas en sillas de ruedas. Ley Orgánica de Discapacidades (2012) asevera que “se adoptarán las medidas técnicas necesarias que aseguren la adaptación de todas las unidades de los medios de transporte público y comercial que sean libres de barreras y obstáculos y medidas.” (p.15)

Ante todos estos avances en normativas no se ha logrado resolver el factor movilización en las personas con paraplejía y otras discapacidades, ya que por muchas causas éstos individuos no logran movilizarse con eficacia, con estos argumentos presentamos el presente proyecto para dar una solución independiente de movilización a las personas comparecientes de paraplejía.

8.1 Definición de paraplejía:

Se entiende por paraplejía la parálisis de las extremidades inferiores ya sea por una enfermedad o una lesión adquirida. De acuerdo con: Diccionario médico. (s.f.).

Es la parálisis que afecta a las dos extremidades inferiores. Puede estar ocasionada por lesiones o procesos patológicos de la médula espinal como traumatismos vertebrales, metástasis vertebrales, infecciones, esclerosis múltiple o lesiones congénitas; en menor frecuencia, lesiones encefálicas o de los nervios periféricos (polineuritis, poliomieltis, etcétera) causan el mismo efecto.

8.2 Causas de la paraplejía:

Usualmente la paraplejía es adquirida por una enfermedad congénita o a su vez por una lesión en la médula espinal. Werner (1996) afirma:

La médula espinal es la ‘línea’ de nervios que sale del cerebro y corre a lo largo de la columna vertebral. De la médula salen los nervios hacia todo el cuerpo. La sensibilidad y

el movimiento son controlados por mensajes que viajan de y hacia el cerebro a través de la medula espinal. (p.175)

8.3 Personas con discapacidad:

Según el Registro Nacional de Discapacidades (2015): “En la provincia de Cotopaxi existen 10.054 personas con discapacidad, de la cuales 1.943 están abarcadas en un ambiente laboral y alrededor de 594 están incluidas en el sistema nacional de educación.”

De acuerdo a lo investigado en centros de atención e información del Ministerio de Inclusión Económica y Social (MIES) sobre personas que padecen de paraplejía, tenemos una población de 70 personas con incapacidad física inferior en la ciudad de Latacunga.

En lo referente a medios de transporte el CONADIS garantiza el acceso a importaciones de vehículos ortopédicos o automáticos de hasta 25.000 dólares exonerándolo de impuestos, esto demuestra lo costoso que resulta adquirir un vehículo para dichas personas, según el porcentaje de discapacidad y con el carnet de discapacitados, realizándose pruebas de condiciones se adquiere la licencia Tipo F.

8.4 Capacidades físicas para la conducción:

Las personas parapléjicas pueden realizar casi las mismas actividades que una persona común, lo que les diferencia son las maneras que utilizan sus extremidades superiores para llevar a cabo dichas acciones, y para otras necesita de artefactos adecuados a su capacidad para poder utilizarlos.

8.5 Pruebas psicosenométricas:

Se trata de la medición de las capacidades de reacción de las personas, las agencias utilizan esta evaluación para poder disponer de la información objetiva de sus condiciones, esta prueba es necesaria para obtener las licencias de conducir. Automóvil Club del Ecuador (s.f.) asegura que sirve para:

Evaluar en los conductores las áreas de concentración, reacción, personalidad, visión o audición. Además porque las condiciones integrales del individuo se van deteriorando con el tiempo a diferentes velocidades. En ambos casos es necesario detectar y asegurarse que los resultados encontrados en las evaluaciones estén dentro de los parámetros considerados normales.

8.6 Licencia tipo F:

Este tipo de licencia se expide a personas con discapacidad que podrán conducir vehículos especiales, cumpliendo los requisitos que la Agencia Nacional de Tránsito requiere:

- Edad mínima 18 años.
- Original del certificado de conductor no profesional Tipo F y/o licencia emitida anteriormente, hasta la ANT disponga del sistema informático integrado con las Escuelas de Conducción Profesionales y No Profesionales;
- Original del carné de discapacidad otorgado por el CONADIS o la institución que haga sus veces, hasta que la ANT disponga del sistema informático integrado.
- Original del certificado de evaluación médica y psicológica emitido por el CONADIS
- O institución que haga sus veces que determinará la idoneidad o no para la obtención de la licencia Tipo F.

Según el artículo 152 del Reglamento ley de transporte terrestre tránsito y seguridad vial. LOTTTSV (2016) precisa:

En caso de que un ciudadano posea algún tipo de discapacidad que requiera de la obtención de una licencia de conducir tipo F, una vez que las autoridades sanitarias nacionales competentes califiquen la discapacidad, las autoridades competentes de tránsito, transporte terrestre y seguridad vial tomarán el respectivo examen especializado de conducción, contrastando la calificación con la discapacidad de la persona y el vehículo adaptado a su condición, a fin de constatar su capacidad para conducir.

Si el usuario es titular de una licencia emitida con anterioridad se le presenta una discapacidad, se hará el respectivo canje de esa licencia por una Tipo F, sin requerir la presentación del certificado de conductor no profesional.

8.7 Conductores con discapacidad:

En el país no existe un registro específico de la cantidad de conductores con paraplejía, solo constan datos generales de emisión de licencias tipo F. El investigador Pachar Jimenez (2012) acota que “resulta interesante tratar de cuantificar la población de conductores parapléjicos en el Ecuador, con la finalidad de determinar su peso poblacional. No obstante no existe actualmente un censo del número de vehículos adaptados.” (p.26).

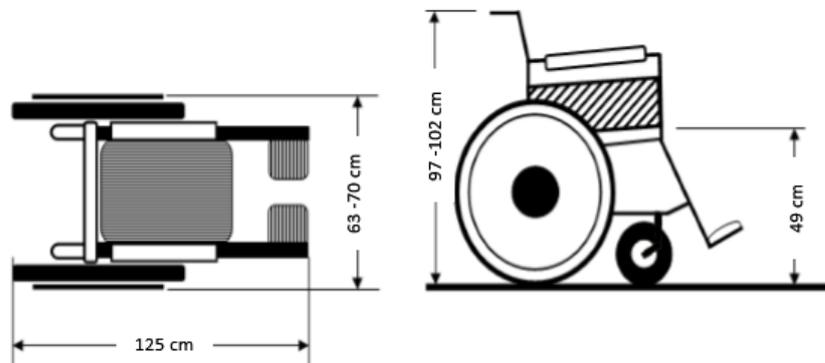
8.8 Criterios de dimensionamiento:

Al definir los criterios de diseño del prototipo se tuvo en cuenta distintos factores:

- La silla de ruedas es parte de la vida cotidiana de la persona, ésta llega a ser una extremidad más de su cuerpo, por tal razón el prototipo debe facilitar el acceso a la persona con su silla de ruedas.
- El alcance es un factor importante, se utilizó medidas ergonómicas estándar para garantizar el acceso a los controles de mando así como su confort dentro del vehículo.
- El espacio dentro del vehículo debe ser lo suficiente amplio para no quedarse atrapado, pero tampoco demasiado ancho.
- No existen parámetros normalizados para la construcción de vehículos para personas con discapacidad, por lo tanto se tomó como referencia criterios de diseño de proyectos similares.

Para el diseño del prototipo se ocupó las dimensiones de una silla de ruedas convencional que generalmente es la más usada entre las personas con discapacidad, es accesible económicamente y es la de mayor stock en los centros de venta al público.

Figura 1 Dimensiones básicas sillas de ruedas



Fuente: (Aguirre Cardenas, et al., 2014)

Con las dimensiones de la silla de ruedas se procede a analizar las distancias y giros que realizará la persona al momento de estar conduciendo manipulando los controles de mando.

En efecto (Aguirre Cárdenas, et al., 2014) alegan: “con el objetivo de tener una comprensión clara de las medidas que buscamos, utilizaremos cuadrículas en cada una de las imágenes”

Los alcances de los brazos de una persona en silla de ruedas, (ver Anexo 2, figura 52) muestra las distancias en posición normal desde una vista superior, así como una segunda distancia que alcanza la persona cuando tiende a apoyarse hacia un lado.

Las distancias desde la vista lateral (ver anexo 2, figura 53) indica los posibles alcances de la persona sentada normalmente en su silla de ruedas, así mismo la longitud alcanzada al balancearse hacia delante. Con estas distancias podemos partir como referencia para la colocación de los mandos de control de modo que no incomode en el momento de conducción ni de su confort.

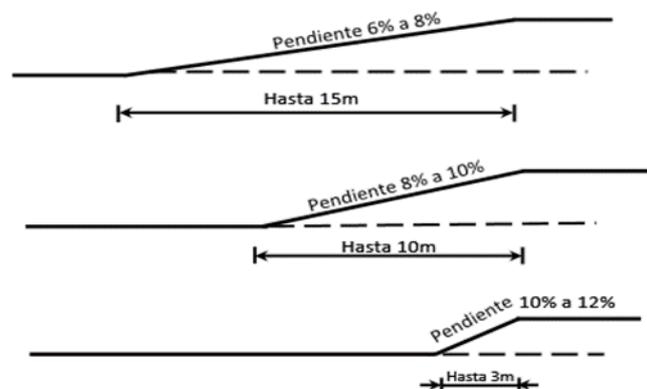
Los ángulos de visibilidad es fundamental al considerar los criterios de diseño, el factor mencionado depende mucho de un buen panorama de visión, tanto para la conducción como para la seguridad vial, además de proporcionar claridad al momento de maniobrar en espacios reducidos como la acción de parqueo. (Ver anexo 2, figura 54).

Una vez recopilado los datos de alcances se debe reconsideró el ingreso al vehículo este será por la parte trasera por medio de una rampa, como el objetivo primordial es brindar autonomía de movilidad a la persona, el ingreso debe ser los más accesible y sencillo posible.

Con base en los requisitos de la norma INEN 2 245:2000 que son para espacios abiertos y edificaciones usaremos esos dimensionamientos para facilitar el acceso al conductor. Según las pautas de NORMALIZACIÓN (2000) establecen los siguientes rangos de pendientes longitudinales máximas para los tramos de rampa entre descansos, en función de la extensión de los mismos, medidos en su proyección horizontal.

- hasta 15 metros: 6 % a 8 %
- hasta 10 metros: 8 % a 10 %
- hasta 3 metros: 10 % a 12 %

Figura 2 Rangos de pendientes



Fuente: (Normalización, 2000)

De la misma manera que, una pendiente cuyo ángulo sea del 10% al 12 % de inclinación su longitud no debe ser mayor a 3m, pero para facilitar el acceso se colocará un par de barandas

que ayuden al conductor al momento de subir al vehículo, además de ser parte de la estructura, servirá como jaula de seguridad.

8.9 Consideraciones generales:

Los factores que caracterizan el diseño son:

- Potencia del motor
- Consumo de combustible
- Accesibilidad
- Independencia
- Seguridad

El propósito del prototipo es cubrir una necesidad de la población pareciente de paraplejía por tal motivo el servicio que preste la Tricimoto debe brindar las garantías necesarias para su conducción.

El diseño del prototipo tiene gran relevancia para la solución de movilidad independiente en las personas con paraplejía, la introducción de éste modelo como producto podría caer a manera de una industria que refleje sus éxitos con el tiempo solucionando el tema tratado. La toma de decisiones sobre el diseño del prototipo es primordial, pues afecta a cada uno de los planos del mismo, por lo tanto el diseño debe coordinarse y armonizar con toda la estructura y sistemas.

El trabajo desde la selección concebida del diseño pasará por tres temas básicos:

- Potencial del mercado
- La factibilidad financiera
- La compatibilidad de operaciones.

La idea esencial del producto consiste en identificar el impacto generado en la sociedad y con los resultados a corto plazo, llegar a una decisión de comercialización y producción masiva.

En caso de producción masiva el fabricante deberá obtener una licencia especial de comercialización en la Agencia Nacional de Tránsito y llenar el “Anexo Tricimotos” que es una declaración de conformidad del fabricante con RTE INEN 048 (1R).

Para el diseño preliminar de la Tricimoto se tomó en consideración tres factores:

- Rendimiento
- Costo
- Calidad

La interrelación entre los factores anteriormente mencionados se observa en el mercado en un producto accesible.

8.10 Definición del prototipo:

El prototipo en forma específica será una Tricimoto diseñado para una sola persona, que acogerá al conjunto (persona más silla de ruedas), Según la Real Academia Española una Tricimoto o Mototaxi es una motocicleta de tres ruedas, que se usa como medio de transporte popular para trechos cortos.

La Tricimoto entra en la clasificación L según la norma NTE INEN 2656, (2016) no obstante no identifica las características generales de diseño y uso. Sin embargo el propio instituto establece unos requisitos en la norma NTE INEN 2477, (2014) de los cuales citaremos los siguientes:

Eje posterior: Los vehículos de tres ruedas deben tener un eje de dos ruedas o ejes independientes en las ruedas ubicadas en la parte posterior del vehículo.

Estructura de la carrocería: La carrocería debe tener una estructura de perfiles metálicos de protección para el conductor y los pasajeros, que cumplan con la NTE INEN 2415 para estructura de acero.

Sistema de escape: La salida del sistema de escape debe estar ubicada en la parte posterior inferior fuera de la carrocería.

Visibilidad posterior: Los vehículos de tres ruedas deben tener espejos retrovisores que cumplan con los requisitos de la NTE INEN 2526.

Soldadura de las carrocerías: Las carrocerías deben estar soldadas de acuerdo con las normas AWS D8.8 para componentes de acero o AWS D8.14 para componentes de aluminio.

Superficies del piso: Debe ser de material antideslizante y resistente al tráfico.

Carga útil: En vehículos de carga y pasajeros la capacidad de carga útil máxima no debe superar los 400 kg.

Baterías:

- Todas las baterías deben estar fijas y de fácil acceso.
- El compartimiento de las baterías contará con ventilación por aire del exterior.
- Los polos de la batería irán provistos de protección contra el riesgo de cortocircuito.

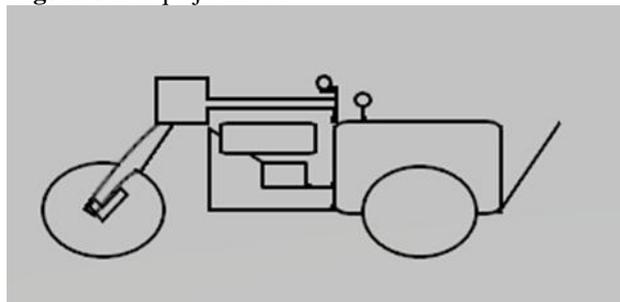
Vehículo de ensayo:

- El motor debe estar funcionando en condiciones normales.
- Deben estar en funcionamiento únicamente los equipos y accesorios necesarios para la operación del motor.
- El vehículo debe estar cargado y con la distribución de cargas recomendada por el fabricante del chasis.
- Los neumáticos deben ser los indicados por el fabricante y deben estar inflados a la presión recomendada.

8.11 Componentes estructurales:

El inicio del proceso de diseño es siempre una idea seguida de un dibujo, los prototipos experimentales y conceptuales deben conjugar funcionalidad y estética, considerando dichas características la Tricimoto tendrá una aprobación visual sin dejar de lado su funcionalidad.

Figura 3 Bosquejo inicial



Elaborado por: Los Investigadores

8.12 Partes del prototipo:

La Tricimoto está compuesta por un conjunto de sistemas que adecuadamente instalados permitirán un correcto funcionamiento, los principales son:

- Sistema estructural
- Sistema motriz

- Sistema de transmisión
- Sistema de suspensión
- Sistema de acceso
- Sistema de cambios

8.13 Sistema estructural:

El diseño de la estructura es esencial para tener una base sólida donde se puedan montar los diferentes sistemas que conforman la Tricimoto, debe ser de un material resistente que brinde seguridad y confiabilidad según Jara Salas & Quespaz Padilla (2016) aseguran que “es un conjunto de elementos diseñados para ser la columna vertebral del vehículo, además de ser el soporte de sistemas.”

En síntesis el sistema estructural es el armazón metálico en el cual se fijan las distintas partes de la Tricimoto debe ser ligero y poseer una resistencia, así mismo deberá prestar las condiciones de seguridad necesarias en caso de ser llevada a situaciones como sobrepeso, frenado brusco o impactos. Deberá tener una construcción que sea visualmente atractiva y de una cimentación sencilla que proporcione disposición en el montaje y desmontaje de piezas móviles e intercambiables y a su vez facilitar el mantenimiento de la Tricimoto.

8.14 Chasis:

Conforme a la norma INEN 1323 y la INEN 2415 establecen parámetros y requisitos tanto para la fabricación y montaje de carrocerías como para los requerimientos que deben cumplir los perfiles galvanizados, sin embargo no hay una normativa que indique como debe ser la construcción de carrocerías tubulares y la aplicación en proyectos similares.

El chasis como estructura principal de la Tricimoto debe garantizar su función, por ello el modelo a construir será un chasis tubular, el cuál es muy resistente que a base de entramado de perfiles de acero redondo o cuadrados su construcción ofrece un armazón rígido y a la medida requerida.

EL chasis está conformado por un conjunto de tubos cuadrados unidos por cordones de suelda de manera que puede soportar las diferentes cargas producidas por el uso y conducción del prototipo.

La reconocida página Mecánica y Motores (2013) acentúa:

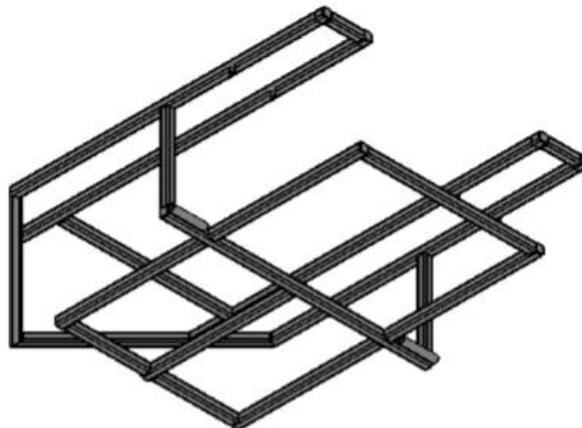
La estructura tubular tiene la ventaja de ser mucho más estable que otros tipos de chasis. Debido a la complejidad de su diseño y fabricación, no es rentable para la producción en masa. Los chasis espaciales tubulares son construidos y diseñados principalmente para autos de carrera. (Ver anexo 3, figura 55)

8.15 Dimensiones del chasis:

El proceso para determinar la dimensión y características correctas del chasis parte desde los criterios de diseño considerando los sistemas a ser instalados que permanecerán fijos o anclados a soportes en diferentes puntos del chasis, de acuerdo con los parámetros descritos en el diseño se consideró que el chasis debe ser ligero y resistente, capaz de seguir el movimiento generado por la conducción así como soportar los baches o desniveles que presente el camino, cada elemento del chasis fue analizado en el programa de modelación Solidworks.

El dimensionamiento permitirá al conductor ingresar con su silla de ruedas hacia el área de conducción, además de proporcionar un espacio adicional para llevar cargamento de utilidad que pueda poseer el conductor. (Ver anexo 3, figura 56)

Figura 4 Vista inferior del chasis



Elaborado por: Los Investigadores

La base inferior y superior de la estructura irá anclada al chasis de la motocicleta, de tal manera que obtiene una rigidez comprobada en cada uno de los análisis efectuados en el programa de modelación.

Los puntos A y B muestran los sitios de anclaje de las horquillas o brazos oscilantes, éstas tienen un solo fijado a la estructura, esto le permitirá subir y bajar al conjunto de la rueda; El punto A señala el buje en donde se fija en un extremo del amortiguador, el punto B señala el pivote donde se sujeta la horquilla que sostendrá todo el juego de la suspensión. (Ver anexo 3, figura 57).

8.16 Características del tubo estructural:

Considerando que el chasis tubular necesita de los mejores materiales para ser completamente eficaz en sus funciones, se eligió el tipo de tubo estructural cuadrado que es comercializado por la empresa DIPAC CIA.LTDA.

Tabla 2 Especificaciones tubo estructural

Norma	ASTM-A500
Recubrimiento	Negro
Largo normal	6 mts.
Dimensiones	30mm
Espesor	3.0mm

Fuente: DIPAC CIA. LTDA. (s.f.)

El tubo estructural por su forma y peso tiene una mejor conducta ante los efectos generados por las fuerzas de torsión dadas por la conducción del vehículo, una de sus características es la facilidad en el montaje, su unión sencilla por soldadura permite un fácil mantenimiento y protección contra la corrosión generada por el medio ambiente. Las características técnicas facilitarán los análisis y cálculos. (Ver anexo 4, tabla 20).

8.17 Método para evaluar defectos en la soldadura del chasis:

La construcción del chasis debe ser capaz de soportar todos los elementos de la Tricimoto, así como resistir todas las cargas que se generan al conducir el vehículo, una deformación o ruptura de la estructura, provocaría un problema en la conducción pudiendo desencadenar en la pérdida del control de la Tricimoto.

Con el objetivo de asegurar la calidad en la construcción del chasis se efectuó un análisis no destructivo en los cordones de soldadura, mediante ensayos por líquidos penetrantes, que trata principalmente de poner visible todas las discontinuidades superficiales con el fin de evidenciar fisuras, grietas o porosidad.

Raquel Serrano (s.f.) en su investigación afirma:

El procedimiento se basa en la aplicación de un líquido sobre la superficie limpia de la pieza penetre en las discontinuidades que afloran a la superficie debido al efecto capilar, de forma que, al limpiar el exceso de líquido de la superficie, quede solamente el líquido introducido en las discontinuidades. Al salir posteriormente ese líquido, ayudado

normalmente por la acción de un agente denominado revelador, señala sobre la superficie las zonas en las que existen discontinuidades. (pág. 2).

Figura 5 Fundamento del ensayo por líquidos penetrantes



Fuente: Serrano, (s.f).

Equipos necesarios para la inspección:

- SKC-S de Spotcheck

Es un material utilizado en el proceso de inspección. SKC-S, su aplicación es mediante con un paño húmedo para eliminar penetrante de la superficie de la zona de inspección antes de la aplicación del revelador.

Aplicación: Se utiliza para limpiar el área a inspeccionar y eliminar el exceso de penetrante de la superficie de la zona de inspección antes de la aplicación del revelador. (Ver anexo5, figura 58)

- SKL-SP1 de Spotcheck

Es un penetrante de contraste color rojo que es fácilmente removible con solvente, cuenta con buenas características de penetración. Localiza los defectos superficiales y discontinuidades en los materiales.

Aplicación: Soldaduras, forjas, recipientes a presión, piezas de fundición, metales en general, pruebas de filtración, centrales eléctricas, construcción. (Ver anexo 5, figura 59).

- SKD-S2 de Spotcheck

Es una sustancia de partículas blancas para el revelado. Produce una capa blanca opaca que proporciona un excelente fondo de contraste para las indicaciones del penetrante rojo SKL-SP1.

Aplicación: Es el revelador para proceso de inspección por líquidos penetrantes (Ver anexo 5, figura 60).

- Guantes de Nitrilo

La finalidad de estos guantes es proteger las manos al contacto con los productos a utilizar, sus características proporcionan protección a posibles reacciones alérgicas por el contacto con el líquido de los Sprays.

Aplicación: Utilizar los guantes en todo momento que se rocíe los Sprays. (Ver anexo 5, figura 61)

- Paño

El propósito del paño es para humedecerlo con el limpiador SKC-S y frotar por las superficies a inspeccionar, con el fin de limpiar las impurezas que puedan afectar los resultados de la prueba.

Aplicación: Impregnar el paño con el limpiador y refregar la superficie. (Ver anexo 5, figura 62)

- Respirador N95

Es un filtro que ayuda a reducir la exposición ha partículas dañinas que floten en el ambiente debido al uso de los aerosoles.

Aplicación: Uso obligatorio del respirador. (Ver anexo 5, figura 63).

El procedimiento para los ensayos con líquidos penetrantes se efectuó de manera secuencial como detallaremos a continuación:

1. Preparación y limpieza de la superficie con el limpiador SKC-S. (Ver anexo 5, figura 64).

Para la preparación de las superficies a realizar los ensayos se empieza por limpiar y secar de posibles impurezas que puedan afectar el resultado de la prueba, en la Figura 18 se muestra la aplicación de un cepillo metálico para limpiar las escorias de la soldadura. (Ver anexo 5, figura 65).

La superficie está libre de escoria, y lista para la aplicación del limpiador SKC-S. (Ver anexo 5, figura 66-67).

2. Aplicación del líquido penetrante SKL-SP1. (Ver anexo 5, figura 68-71)
3. Eliminación del penetrante de la superficie inspeccionada. (Ver anexo 5, figura 72-73)
4. Aplicación del revelador SKD-S2. (Ver anexo 5, figura 74)
5. Inspección y evaluación de la superficie. (Ver anexo 5, figura 75)
6. Limpieza final de la superficie. (Ver anexo 5, figura 76)

8.18 Simulación de esfuerzos e impactos en el chasis:

Para la simulación de esfuerzos e impactos generados en el chasis por efecto de las cargas o por un supuesto choque se modeló en el programa Solid Works.

- En el siguiente apartado se analizarán los efectos de impactos hacia el vehículo diseñado, esto con el propósito de simular la manera en que reaccionara la estructura principal, ya que esta es la que soporta la mayoría de esfuerzos.
- Al ser una simulación, se asumirá una fuerza de impacto de 5000 N, se consideró el peso teórico del vehículo incluyendo a una persona.
- El modelo mostrado corresponde a la estructura principal diseñada para soportar la mayoría de esfuerzos.

8.19 Sistema motriz:

El motor es de combustión interna. (Ver anexo 6, figura 77) la presión generada en los cilindros hace que el pistón se mueva y a su vez mueve un cigüeñal, este movimiento repetitivo hace girar los engranajes que generan el movimiento de la cadena de transmisión. Las características generales de la moto se detallan en (anexo 6, tabla 21)

La potencia suministrada por el motor es la suficiente para mover la estructura y el peso total del prototipo.

8.20 Sistema de transmisión:

La transmisión permite que la potencia generada por el motor pase hacia la rueda trasera, existen tres tipos de sistemas de transmisión para motos, el primero y más popular es el sistema de transmisión por cadena, ya que es el más óptimo aprovechando la potencia del motor redirigiendo toda la fuerza de éste hacia la rueda.(Ver anexo 7, figura 78) El segundo sistema de transmisión es por cardán, consiste en un sistema de engranajes y un eje de transmisión que permiten trasladar la potencia del motor a la rueda.(Ver anexo 7, figura 79) El tercer medio usado para la transmisión es por correas, este sistema usa el mismo principio que la cadena, pero es frágil si se acopla a una potencia demasiado fuerte.(Ver anexo 7, figura 80).

Considerando las ventajas de los tipos de transmisión para la transferencia de potencia, el más adecuado para instaurar en la Tricimoto es el sistema de transmisión por cadenas, el peso es menor y la capacidad de transmisión es elevada por las características de resistencia de la cadena.

Figura 6 Sistema de transmisión por cadena



Elaborado por: Los Investigadores

La potencia transferida del motor es redirigida por la cadena desde el engranaje primario hacia un sistema conformado por dos Baleros o (también llamados Chumaceras), anclados al chasis, este domina el giro de un eje que transfieren la potencia hacia el sistema de la rueda trasera. (Ver anexo 7, figura 81- 83)

8.21 Sistema de suspensión:

El sistema de suspensión tiene la finalidad de brindar una estabilidad, confort y seguridad al conductor, el método de suspensión empleado está conformado por elementos mecánicos, partimos de una Horquilla como base, está sujeta al chasis mediante un pivote. (Ver anexo 7, figura 84).

Por la parte trasera se une a la estructura mediante dos amortiguadores, estos absorben las vibraciones e impactos generados al conducir, se comprimen o se estiran según las características del terreno.

Figura 7 Sistema de suspensión de la Tricimoto



Elaborado por: Los Investigadores

La horquilla hace un movimiento de arco, sube y baja de acuerdo a las características del terreno, este desplazamiento está controlado por dos amortiguadores en cada rueda, lo que hace un sistema de suspensión muy suave y confortable, además que su diseño permite que el mantenimiento sea muy accesible.

8.22 Sistema de acceso:

El sistema de acceso se diseñó para permitir el acceso independiente al conjunto (hombre más silla de ruedas) de manera fácil y sin esfuerzo, está cubierto por una plancha de aluminio antideslizante de manera que facilite el agarre de las ruedas. (Ver anexo 8, figura 85)

Al subir por la rampa de acceso el usuario se puede ayudar por dos pasamanos colocados de manera paralela para la sujeción y apoyo.

Figura 8 Pasamanos de acceso



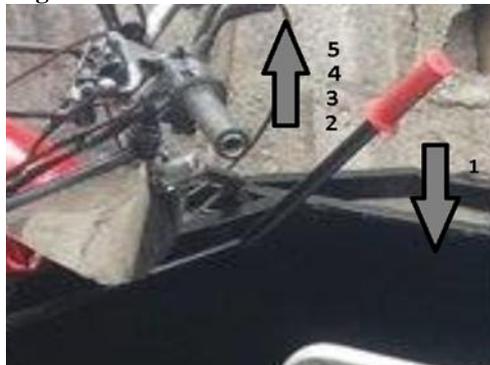
Elaborado por: Los Investigadores

8.23 Sistema de cambios:

Dentro de la caja de cambios la disposición de los engranajes es tal que cada movimiento del pedal que realice el conductor acoplará y desacoplará cada una de las marchas al momento deseado como se lo muestra en la siguiente figura: (Ver anexo 9, figura 86).

En la conducción del prototipo el conductor usará su mano derecha para cambiar las marchas mediante una palanca adaptada a la caja de cambios de tal manera que cuando realice la acción de empujar hacia abajo la palanca encajará la primera marcha y cuando realice la acción de empujar hacia arriba encajará las marchas segunda, tercera, cuarta y quinta.

Figura 9 Cambios de velocidades



Elaborado por: Los Investigadores

8.24 Cálculos y modelación del prototipo:

El prototipo fue modelado en el programa Solidworks el cual es un software para modelado mecánico en 3D

Dassault Systemes SolidWorks Corporation, 2017 recalca en su presentación:

Las soluciones de SOLIDWORKS cubren todos los aspectos del proceso de desarrollo de productos con un flujo de trabajo integrado a la perfección, que incluye las etapas de diseño, validación, diseño sostenible, comunicación y gestión de datos. Los diseñadores y los ingenieros pueden abarcar fácilmente varias disciplinas, lo que acorta el ciclo de diseño, aumenta la productividad y agiliza la introducción de los productos en el mercado.

8.25 Cargas:

El diseño estructural deberá ser liviano y resistente sin afectar las propiedades del prototipo, por tal motivo se toma en cuenta todas las cargas existentes como carga viva, carga muerta, carga de impacto. La página Arqhys señala que la “Carga” es cualquier tipo de fuerza ejercida sobre un objeto, que puede encontrarse en forma de un “peso no revelado” (fuerza de gravedad), una presión, o cualquier cosa que hace hincapié en el objeto en cuestión. (ARQHYS, 2012)

En el Ecuador no existe normativa que regule la construcción de prototipos igual o similar, por lo que el diseño estructural de la Tricimoto se realizará con todas las garantías y seguridad al conductor, lo cual se analizará las cargas de impacto en caso de un accidente de tránsito.

8.26 Cargas muertas:

Son las cargas ejercidas verticalmente sobre el peso de la estructura más los elementos incorporados que perduran permanentemente.

8.27 Cargas estructural:

La estructura está constituida por tubo cuadrado estructural de 3.0mm de espesor, el diseño preliminar en el programa Solidworks arroja datos auto calculados como la masa de la estructura.

Ecuación 1

$$P_{pt} = M_{pt} * g$$

$$P_{pt} = 205.6kg * 9.81m/s^2$$

$$P_{pt} = 2026.746 N \gg 206.67 \text{ Kgf}$$

Donde:

M_{pt} = Masa de la estructura diseñada en Solid Works

P_{pt} = Peso de los perfiles estructurales

G = aceleración de la gravedad

$$P_{pt2} = M_{pt} + M_m * g$$

$$P_{pt2} = 205.6kg + 43.36Kg * 9.81m/s^2$$

$$P_{pt2} = 2442.29 N \gg 249.04 \text{ Kgf}$$

Donde:

P_{pt2} = Peso de todo la Tricimoto

M_m = Masa de la motocicleta

G = aceleración de la gravedad

Al añadir el peso de la estructura más el peso de la motocicleta modificada, se tendría el peso total de la Tricimoto de 248.96 Kg, por su parte el peso inicial de la motocicleta era 136 Kg con una capacidad máxima de carga de 250 Kg, ahora bien, el motor de 150 c.c. está diseñado

para arrastrar un total de 386 Kg, hechas la consideraciones anteriores se concluye que el motor es eficiente para la Tricimoto.

8.28 Peso silla de ruedas:

En el mercado existen muchos tipos de sillas de ruedas, no obstante para este cálculo se utilizará los datos provenientes de una silla de características estándar.

$$Ms = 16 \text{ kg}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

Ecuación 2

$$Ps = Ms * g$$

$$Ps = 16\text{kg} * 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$Ps = 156.96 \text{ N} \gg 16\text{kgf}$$

Dónde:

Ms= Masa aproximada de la silla de ruedas

Ps= peso aproximado de la silla de ruedas

g= aceleración de la gravedad.

8.29 Peso de la batería:

La batería estará sujeta a la estructura por lo cual cuenta como carga muerta, la importancia de ésta es que proporcionará la energía para el sistema eléctrico de la Tricimoto.

$$Mb = 1.5 \text{ kg}$$

Ecuación 3

$$Pb = Mb * g$$

$$Pb = 1.5\text{kg} * 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$Pb = 14.71 \text{ N} \gg 1.50 \text{ Kgf}$$

Dónde:

Mb= Masa aproximada de la batería

Pb= peso aproximado de la batería

g= aceleración de la gravedad

8.30 Peso planchas de acero inoxidable:

Las características de estas planchas es que ayuda a la tracción de las ruedas al subir y al permanecer dentro del vehículo.

$$M_p = 15.39 \text{ kg}$$

Ecuación 4

$$P_p = M_p * g$$

$$P_p = 15.39 \text{ kg} * 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$P_p = 150.97 \text{ N} \gg 15.39 \text{ Kg}$$

Dónde:

M_p = Masa aproximada de la plancha antideslizante

P_p = peso aproximado de la plancha antideslizante

g = aceleración de la gravedad.

8.31 Cálculos de la carga muerta con un factor de crítico del 25%:

El cálculo de la carga muerta total es la suma de todas las mencionadas anteriormente, y para comprobar la confiabilidad de la estructura se agregó un factor del 25% adicional a éste peso.

Ecuación 5

$$C_{mp} = M_{pt} + M_m + M_s + M_b + M_p$$

$$C_{mp} = 205.6 \text{ Kg} + 43.36 \text{ Kg} + 16 \text{ Kg} + 1.5 \text{ Kg} + 15.39 \text{ Kg}$$

$$C_{mp} = 281.85 \text{ kg}$$

Agregado el factor crítico del 25%

Ecuación 6

$$F_{cmp} = 0.25 * C_{mp}$$

$$F_{cmp} = 0.25 * 281.85 \text{ Kg}$$

$$F_{cmp} = 70.46 \text{ kg}$$

Ecuación 7

$$C_m = C_{mp} + F_{cmp}$$

$$C_m = 281.85 \text{ Kg} + 70.46 \text{ Kg}$$

$$C_m = 352.31 \text{ Kg}$$

Donde:

M_{pt} = masa del perfil tubular del sistema estructural

M_s = masa de la silla de ruedas

M_b = masa de la batería

M_p = masa de la plancha antideslizante

C_{mp} = masa total de la carga muerta de la estructura.

F_{cmp} = masa con un factor del 25%

C_m = masa de la carga muerta con un incremento del 25%

8.32 Cargas vivas:

Son cargas externas sobre la estructura que incluye el peso de la misma más el del ocupante.

Según la Norma INEN 1323 establece una referencia en las masas de los pasajeros en comparación con el tipo de servicio. (Ver anexo 10, figura 87)

8.33 Cálculo del ocupante:

Ecuación 8

$$P_o = M_o * g$$

$$P_o = 70kg * 9.81 m/s^2$$

$$P_o = 686.7 N \gg 70.02 \text{ Kgf}$$

Donde:

M_o = masa promedio de un ocupante

P_o = peso del ocupante del vehículo prototipo

g = aceleración de la gravedad

8.34 Cálculo del ocupante con una sobrecarga del 25%:

Ecuación 9

$$S_{cv} = 0.25 * P_o$$

$$S_{cv} = 0.25 * 686.7 N$$

$$S_{cv} = 171.67 N \gg 17.50 \text{ Kgf}$$

Donde:

S_{cv} = sobre carga al 25%

8.35 Cálculo de la carga viva:

Son las cargas posibles que puedan incluir como variables dentro un sistema

Ecuación 10

$$C_v = P_o + S_{cv}$$

$$Cv = 686.7 N + 171.67 N$$

$$Cv = 858.37 N \gg 87.52 \text{ Kgf}$$

Donde:

Cv = carga viva

Po = Peso del Ocupante

Scv = Peso del Ocupante con sobrecarga del 25%

Ecuación 11

$$Mcv = Cv/g$$

$$Mcv = 858.37 N/9.81 m/s^2$$

$$Mcv = 87.49 \text{ Kg}$$

Donde:

Mcv = masa final de la carga viva

8.36 Cálculo de la carga de giro:

Ecuación 12

$$PBV = CM + CV + CVH$$

$$PBV = 3456.16 N + 858.57 N + 1079.1 N$$

$$PBV = 5393.83 N \gg 550.01 \text{kgf}$$

Donde:

PBV = Peso bruto del vehículo

CM = Carga muerta

CV = Carga viva

CVH = Carga vehículo

8.37 Cálculo de la carga aplicada a una curvatura:

Ecuación 13

$$Fc = Cm_f * V^2/r$$

$$Fc = 439.8 \text{ kg} * (11.11 \text{ m/s})^2 / 10m$$

$$Fc = 5428.54 N \gg 553.55 \text{Kgf}$$

Donde:

Fc = Fuerza centrípeta

V = velocidad a 40km/h (11.11m/s)

R = radio de curvatura

Cm_f = masa total ($cv+cm$)

8.38 Cálculo de la fuerza centrípeta en cada rueda:

$$F_{cr} = \frac{F_c}{r}$$

$$F_{cr} = \frac{4448.86N}{3}$$

$$F_{cr} = 1482.95N$$

Donde:

F_{cr}= Fuerza centrípeta en cada rueda

8.39 Cálculo de la carga de frenado:

La norma NTE INEN 1323 acerca de la carga de frenado “corresponde a la fuerza producida por el frenado del vehículo” según la norma para realizar el cálculo se debe asumir una desaceleración mayor o igual a 4 m/s².

Ecuación 14

$$D_s = 4 \text{ m/s}^2$$

$$C_f = C_{mf} * D_s$$

$$C_f = 439.8 \text{ kg} * 4\text{m/s}^2$$

$$C_f = 1759.2 \text{ N} \gg 179.38 \text{ Kgf}$$

Donde:

C_f= Cálculo carga de frenado

D_s= Factor recomendado para desaceleración

8.40 Cálculo fuerza de frenado:

Ecuación 15

$$F_f = P_v * \mu$$

$$F_f = 3456.16N * 1$$

$$F_f = 3456.16 \text{ N}$$

Donde:

F_f=Fuerza de frenado.

P_v=peso del vehículo (C_m).

μ=coeficiente de fricción de los neumáticos y calzada.

8.41 Cálculo de distancia de parada del vehículo:

Ecuación 16

$$D1 = \frac{V^2}{e * Kc}$$

$$D1 = \frac{40^2}{0.85 * 254}$$

$$D1 = 7.41 \text{ m}$$

Donde:

D1=distancia de parada en metros freno delantero

Vt=velocidad en Km/h

E=porcentaje de eficacia del freno delantero

Kc= constante para la distancia se encuentran expresada en metros.

$$D2 = \frac{V^2}{e * Kc}$$

$$D2 = \frac{40^2}{0.60 * 254}$$

$$D2 = 10.49 \text{ m}$$

Donde:

D2=distancia de parada en metros freno trasero

Vt=velocidad en Km/h

E=porcentaje de eficacia de los frenos traseros

Kc= constante para la distancia se encuentran expresada en metros

8.42 Cálculo carga de aceleración brusca:

Es el mismo procedimiento a la carga de frenado, pero el sentido de aplicación es inverso.

Ecuación 17

$$Ab = Cmf * As$$

$$Ab = 360.43kg * 4m /s^2$$

$$Ab = 1441.72 \text{ N} \gg 147.01\text{Kgf}$$

Donde

Ab= carga de aceleración brusca

Cmf= carga total

As= aceleración del vehículo

Cálculo por carga de resistencia frontal

Ecuación 18

$$Crsf = 1/2 * Cx * p * A * V^2$$

$$Crsf = 1/2 * 0.7 * 0.9 \text{ kg/m}^3 * 0.6345 \text{ m}^2 * (25 \text{ m/s})^2$$

$$Crsf = 124.91 \text{ N} \gg 12.74 \text{ Kgf}$$

Donde:

Crsf= Carga por resistencia aerodinámica

$Cx = 0.7$ coeficiente de resistencia de aire frontal

$\rho = 0.9 \text{ kg/m}^3$ densidad del aire

$A = 0.6345 \text{ m}^2$ (Esta área ha sido calculada en base al diseño modelado en Solid Works)

$V = 25 \text{ m/s}$ Velocidad mínima del aire según NTE INEN 1323

8.43 Cálculo de esfuerzo de compresión:

Para la selección de perfiles, hay que buscar los elementos que puedan soportar las cargas calculadas anteriormente, para eso utilizamos la siguiente formula:

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

En primer lugar hay que definir un factor de seguridad, el coeficiente de seguridad (también conocido como factor de seguridad) es el cociente entre el valor calculado de la capacidad máxima de un sistema y el valor del requerimiento esperado real a que se verá sometido. Por este motivo es un número mayor que uno, que indica la capacidad en exceso que tiene el sistema por sobre sus requerimientos.

Para el proyecto presentado, se recomienda un factor de seguridad de 4, el cual lo denominaremos con la letra n , entonces la formula quedaría de la siguiente manera:

Ecuación 19

$$\sigma = \frac{nP}{A}$$

Los perfiles estándar y la tubería estructural comercializados en Ecuador están hechos de acero estructural A500, y su esfuerzo máximo está dado por:

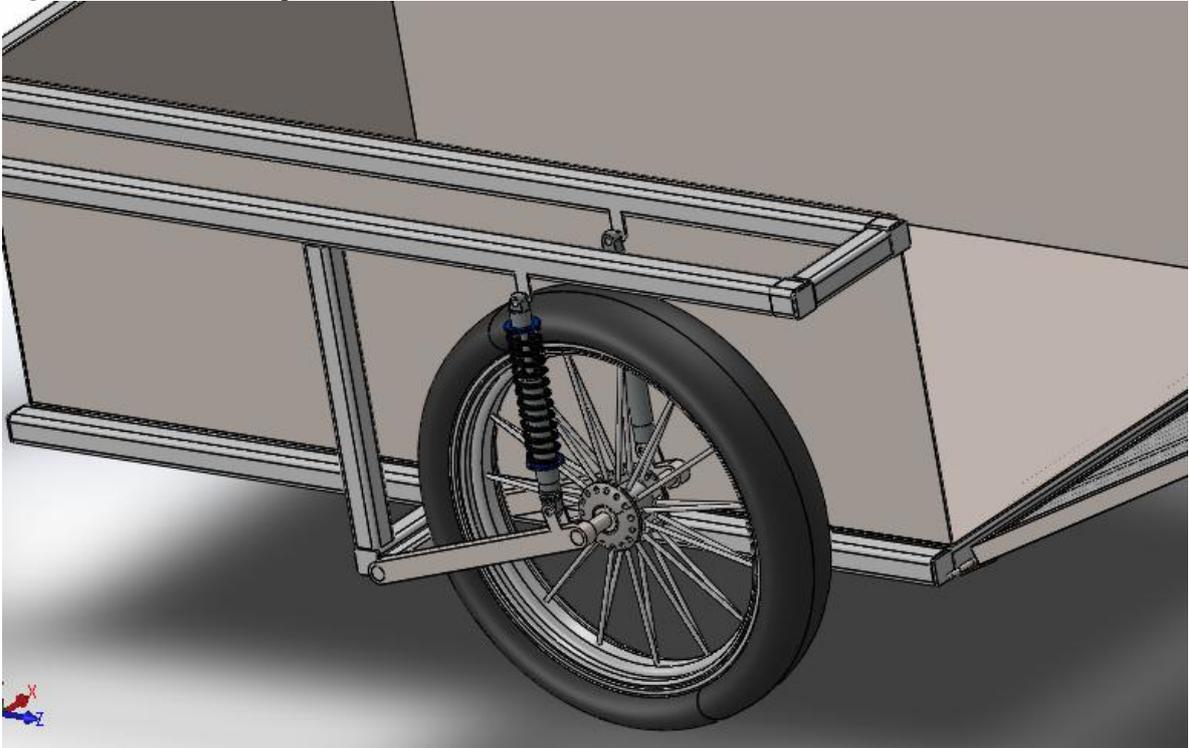
$$\sigma = 310 \text{ MPa} = 45000 \text{ Psi}$$

Para encontrar el perfil adecuado, debemos encontrar el área transversal del perfil que se va a utilizar, para esto despejaremos la fórmula para que permanezca como incógnita el área de la estructura.

Ecuación 20

$$A = \frac{nP}{\sigma}$$

Figura 10 Resistencia de perfiles



Fuente: Los Investigadores

Se puede apreciar en el diseño, dos perfiles de la estructura principal soportaran todo el peso de la estructura, más las cargas vivas, entonces cada perfil soportara la mitad de todo el peso, quedando la fórmula de la siguiente manera:

$$A = \frac{4(2026.746 + 151 + 686.7)N}{310MPa}$$

$$A = \frac{4(2864.45)N}{310MPa}$$

$$A = \frac{4(2026.746 + 151 + 686.7)N}{310MPa}$$

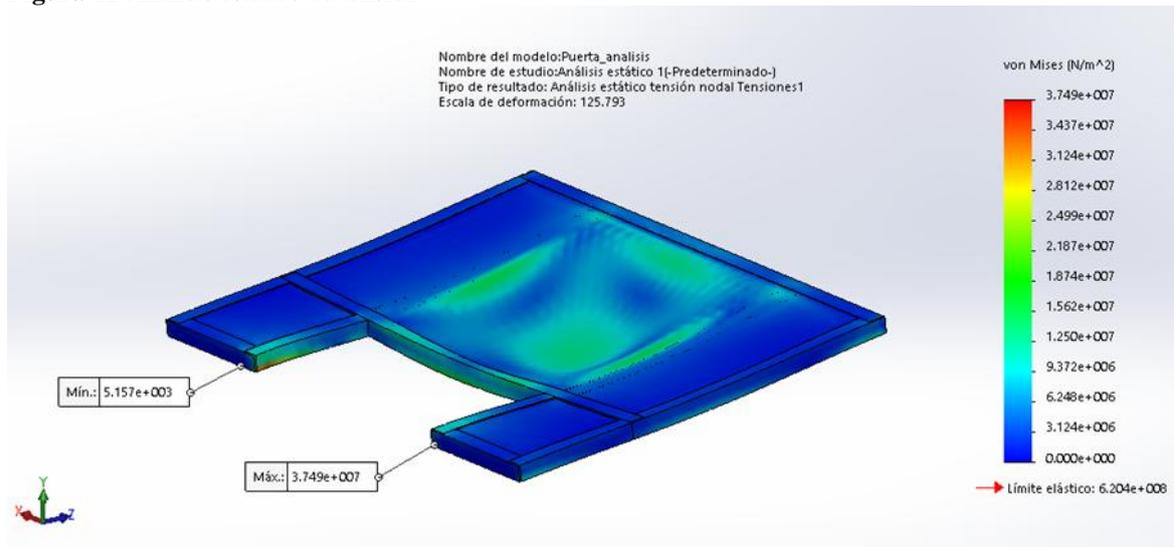
$$A = 39.96 \text{ mm}^2$$

Tal como se observa, el resultado es ideal para la estructura planteada, cabe destacar que los valores de masa de la estructura teórica han sido calculados en base a este perfil, ya que es fácil de conseguir.

8.44 Análisis de esfuerzos en la puerta:

La puerta es un componente esencial del vehículo, ya que es por ahí donde pasaran las cargas vivas ya que hace el papel de rampa, a continuación se presenta el análisis estático de la puerta y su reacción ante las cargas vivas.

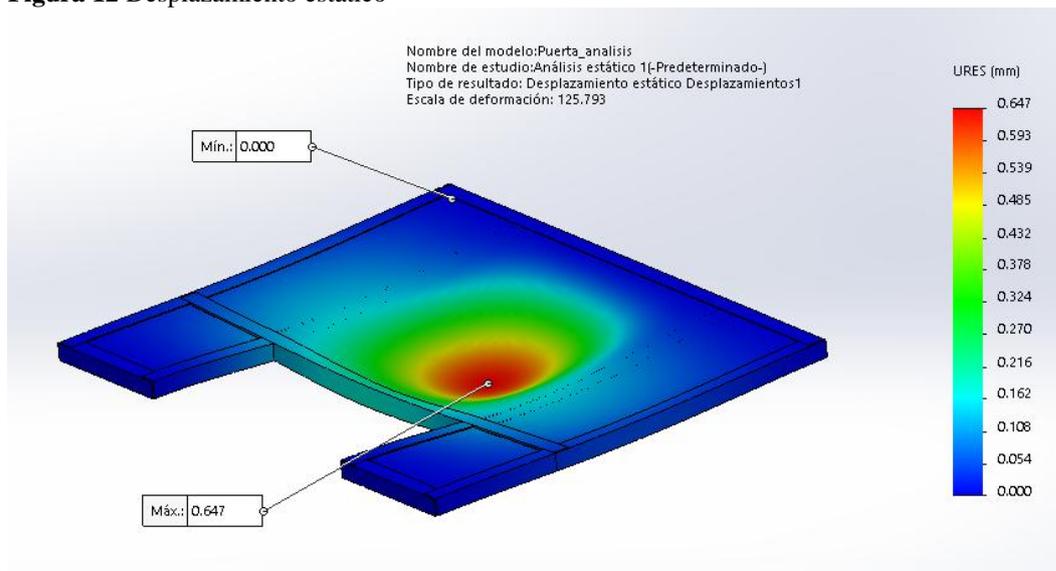
Figura 11 Análisis estático de tensión



Elaborado por: Los Investigadores

En la figura 11 podemos apreciar la concentración de los esfuerzos en la puerta y los puntos donde existe una mayor concentración.

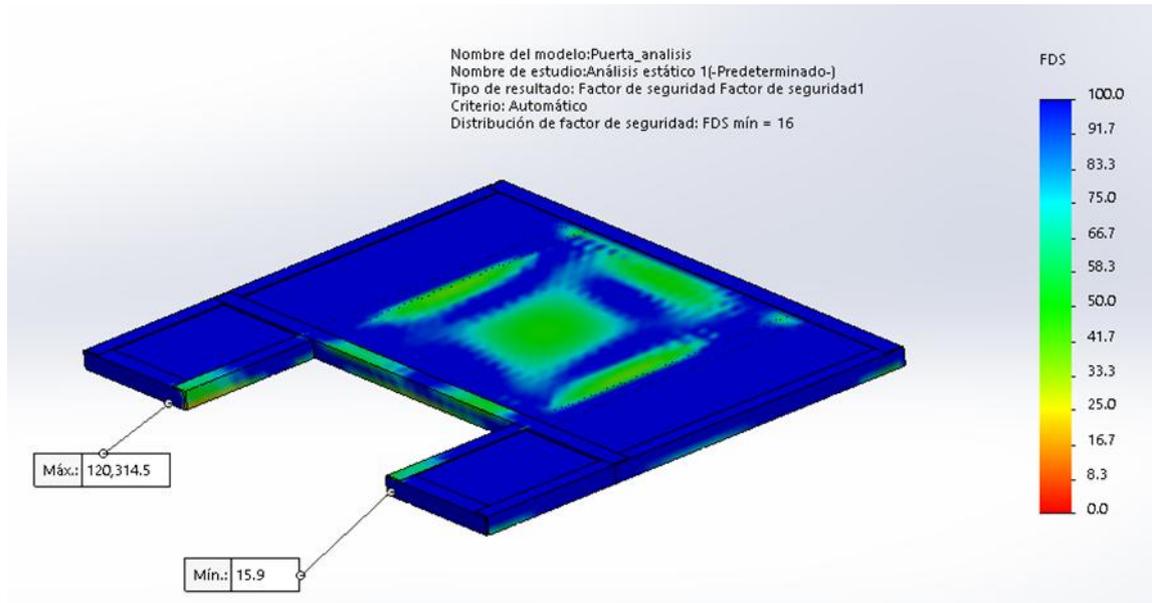
Figura 12 Desplazamiento estático



Elaborado por: Los Investigadores

En la figura 12 se observa la deformación que se producirá en la puerta cuando se apliquen las fuerzas correspondientes a las cargas vivas, considerando el valor de deformación que es inferior a 1 mm, lo que es un valor aceptable para el tipo de servicio del vehículo.

Figura 13 Factor de seguridad



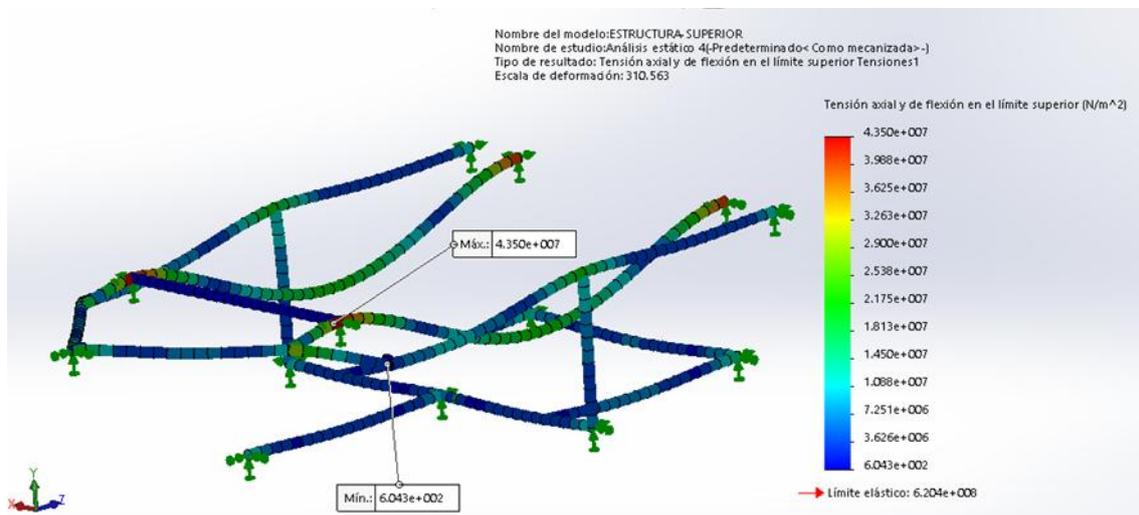
Elaborado por: Los Investigadores

Considerando el diseño y su construcción tal como se puede apreciar en el gráfico, tenemos un factor de seguridad mínimo de 15.9, lo que es más que aceptable, considerando que un valor de 4 o superior es suficiente para que se conserve la integridad de los elementos y no exista fallo mecánico.

8.45 Análisis estático de la estructura del vehículo frente a las cargas calculadas:

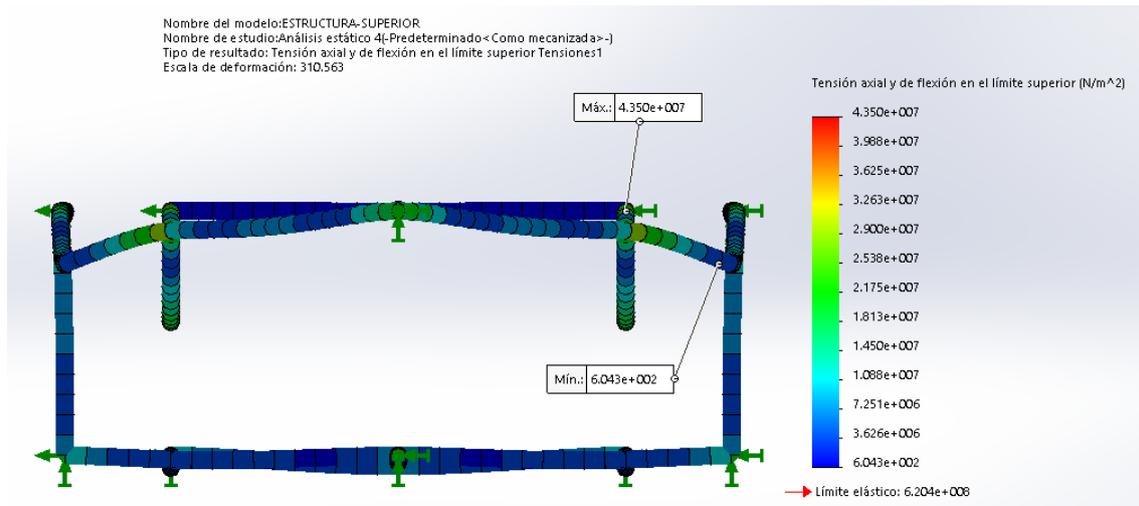
Entre las características del software Solidworks es que ofrece análisis de esfuerzos combinados, esto quiere decir que en una sola evaluación se obtiene los esfuerzos de tracción, compresión y torsión, permitiendo una valoración de toda la estructura.

Figura 14 Tensión axial y de flexión, límite superior



Elaborado por: Los Investigadores

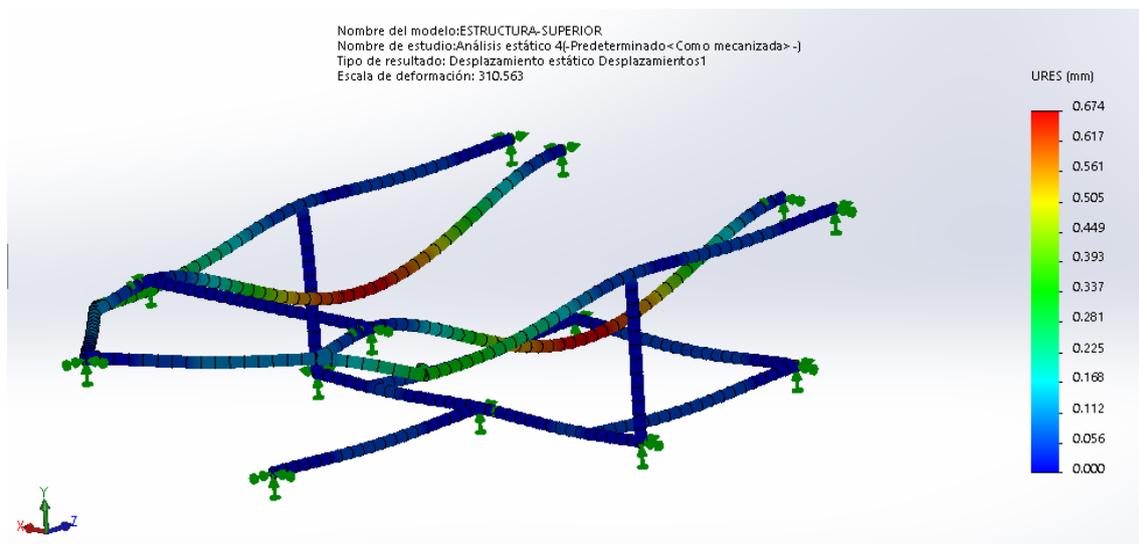
Figura 15 Tensión axial y de flexión



Elaborado por: Los Investigadores

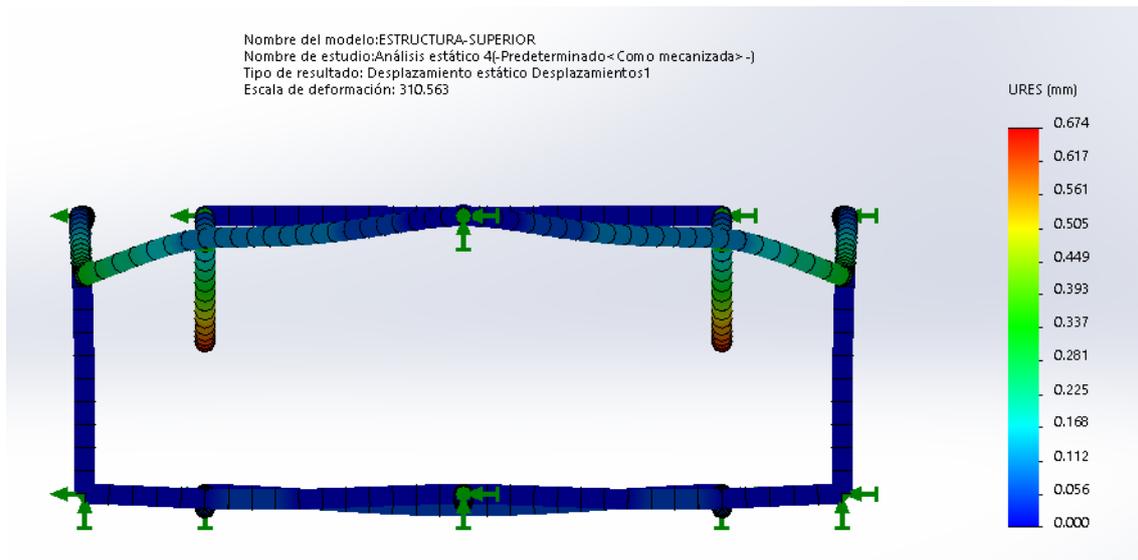
En las figuras 14 – 15 se puede apreciar la distribución de esfuerzos y los puntos críticos en donde se concentran, tanto en las columnas como en las vigas, vemos que dentro de ella puede haber una o más cargas axiales, que aunque pueden ser tomadas en cuenta como una sola, existen algunas fuerzas, que estarán con alguna excentricidad. Estas excentricidades causarán en nuestro elemento un momento que flexionara en nuestra estructura, con una tensión mínima de 6.043 N/m^2

Figura 16 Desplazamiento estático



Elaborado por: Los Investigadores

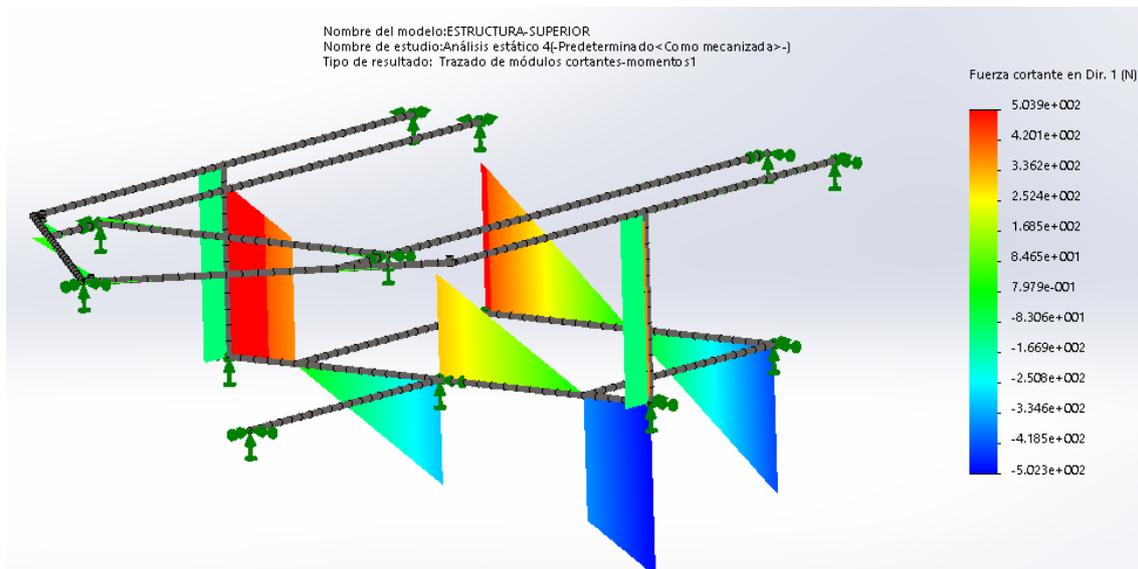
Figura 17: Desplazamiento, vista frontal



Elaborado por: Los Investigadores

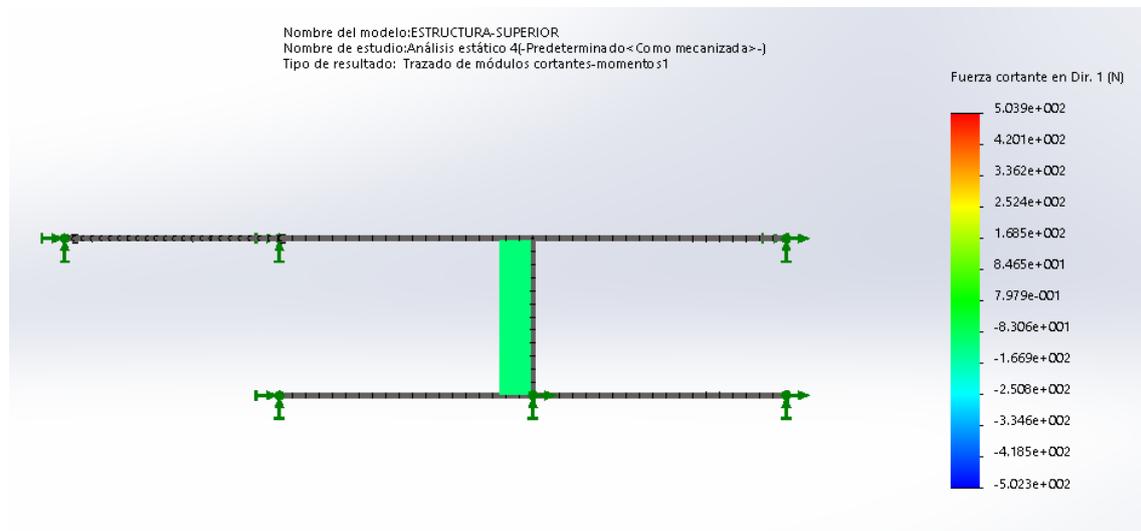
El desplazamiento de la estructura cuando se le apliquen las cargas, da como valor máximo inferior de 1 mm, por lo que asumimos que satisface las necesidades de diseño considerando el tipo de servicio que se le dará. Observando datos máximos y mínimos de 0.674 y 0.000 mm.

Figura 18: Trazado de módulos (Cortante - Momento)



Elaborado por: Los Investigadores

Figura 19: Trazado de módulos, vista lateral



Elaborado por: Los Investigadores

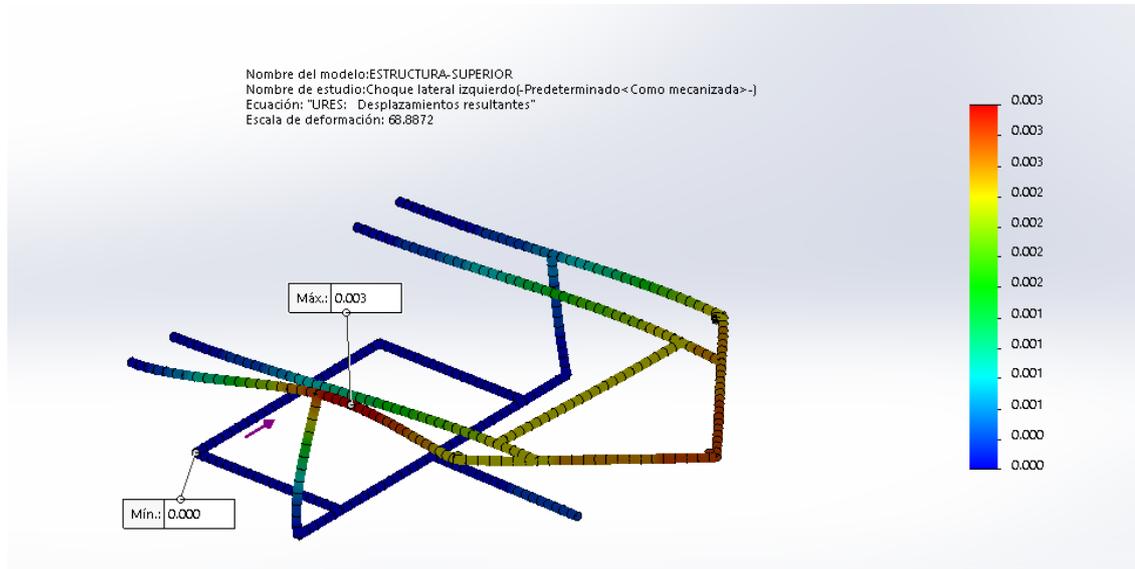
Por último, se puede apreciar los trazados de módulos cortantes –momento, representados por los módulos de las vigas siendo los niveles máximos y mínimos alcanzados $5.039e+002\text{N}$; $5.023e+002\text{N}$.

8.46 Análisis de impacto:

- En el siguiente apartado se analizarán los efectos de impactos en la Tricimoto, esto con el propósito de simular la manera en que reaccionará la estructura principal, ya que ésta es la que soporta los esfuerzos resultantes.
- Al ser una simulación, se asumió una fuerza de impacto de 5000 N, considerando el peso teórico del vehículo incluyendo a una persona.
- El modelo mostrado corresponde a la estructura principal diseñada para soportar la mayoría de esfuerzos.

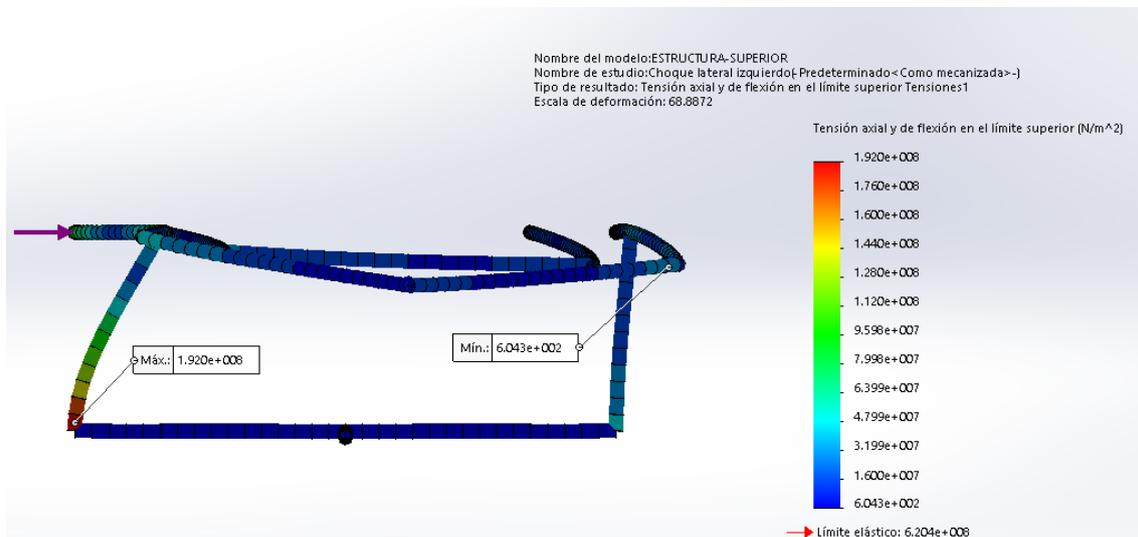
8.47 Choque lateral derecho:

Figura 20: Desplazamiento resultante derecho



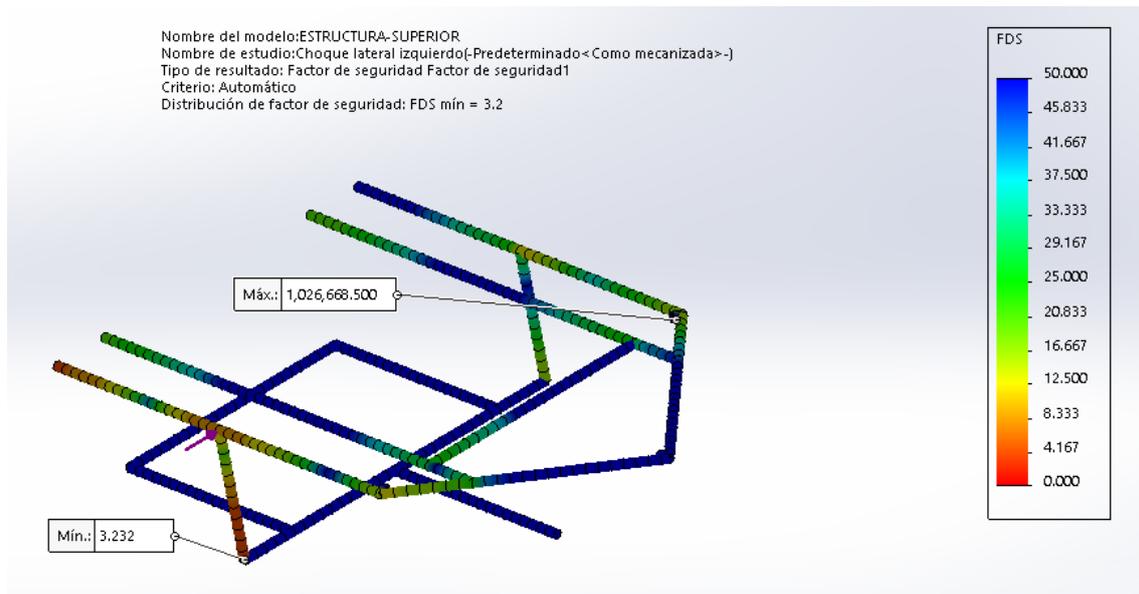
Elaborado por: Los Investigadores

Figura 21: vista frontal del desplazamiento



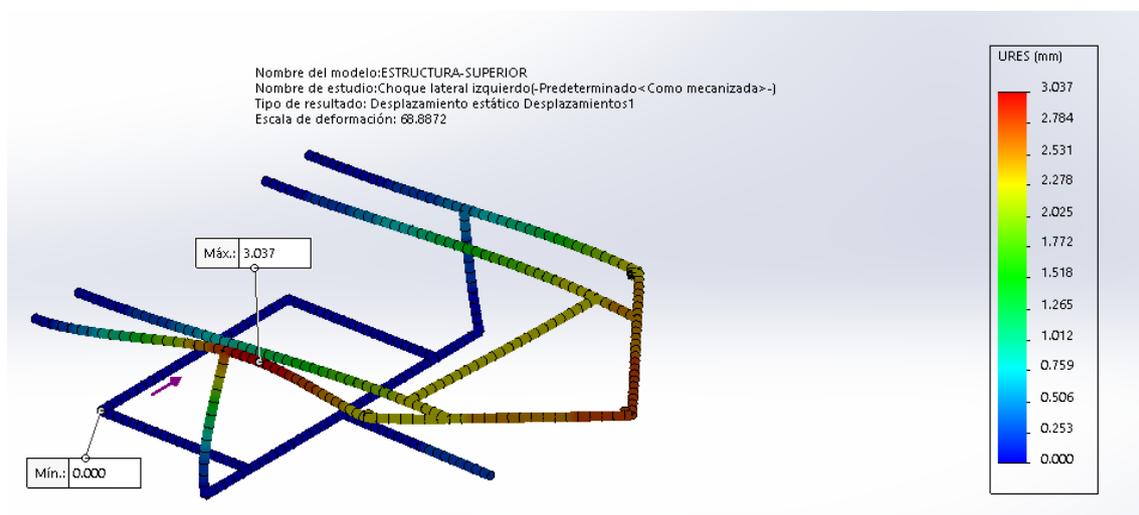
Elaborado por: Los Investigadores

En el análisis de la estructura en el caso de un choque lateral derecho se observa claramente la tensión axial y de flexión en el límite superior, la inclinación máxima $1.920e+006$ y mínima de $6.043e+002$.

Figura 22: Factor de seguridad

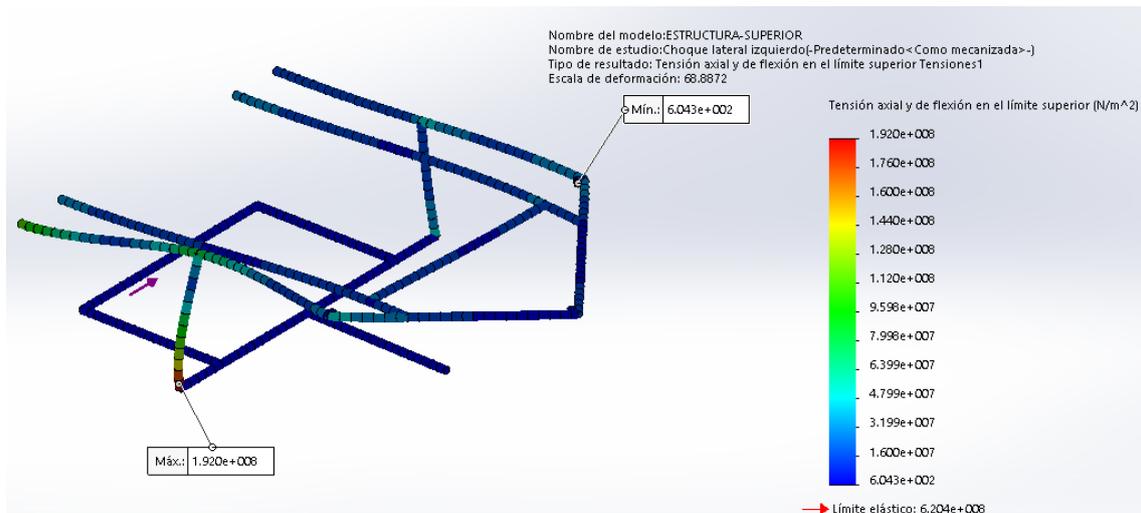
Elaborado por: Los Investigadores

El factor de seguridad en la Tricimoto será máxima 1, 026,668.500 y una mínima de 3.232 con una simulación de fuerza de impacto de 5000 N, el resultado arroja que la estructura brinda las garantías necesarias y soportará el peso y cargas antes señaladas.

Figura 23: Deformación en milímetros

Elaborado por: Los Investigadores

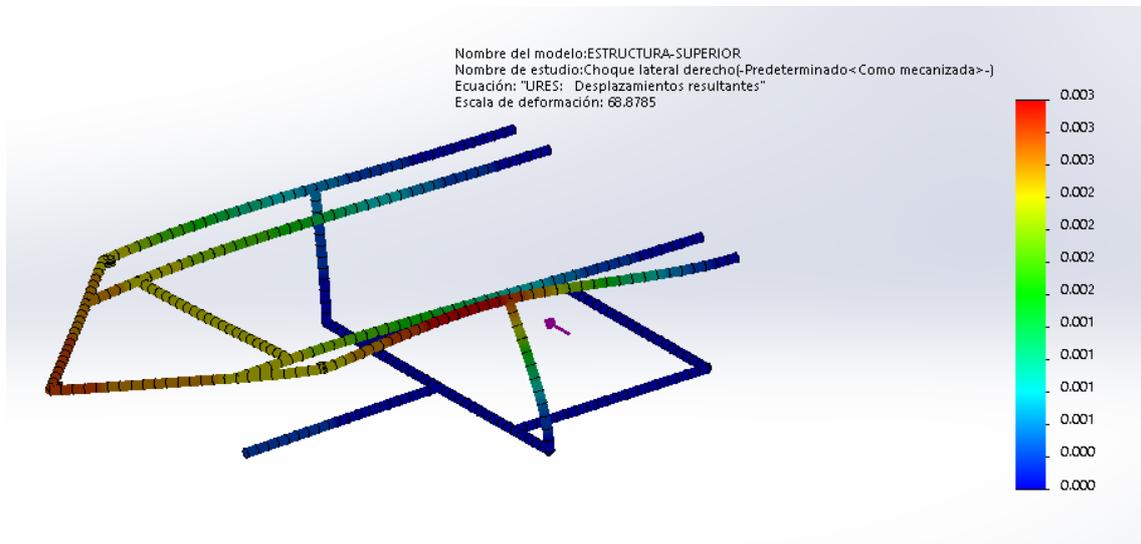
Analizando la deformación de la estructura de la tricimoto en caso de un choque lateral derecho el nivel máximo de deformación es de 30.37mm y la mínima es de 0.000 mm

Figura 24: Esfuerzos

Elaborado por: Los Investigadores

El esfuerzo máximo en la estructura del lado derecho por la tensión axial y de flexión en caso de un impacto será de $6.043e+002$ (N/m²) y el mínimo es $1.920e+008$. (N/m²).

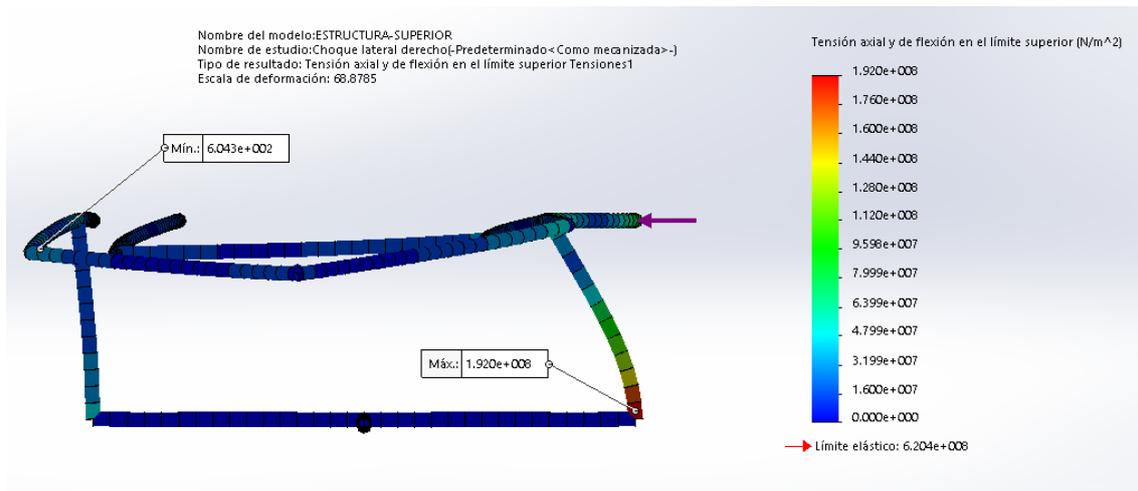
8.48 Choque lateral izquierdo:

Figura 25 : Desplazamiento resultante

Elaborado por: Los Investigadores

En este análisis el desplazamiento resultante por una colisión es el más elevado sera de 0.003 en el caso de un choque lateral izquierdo.

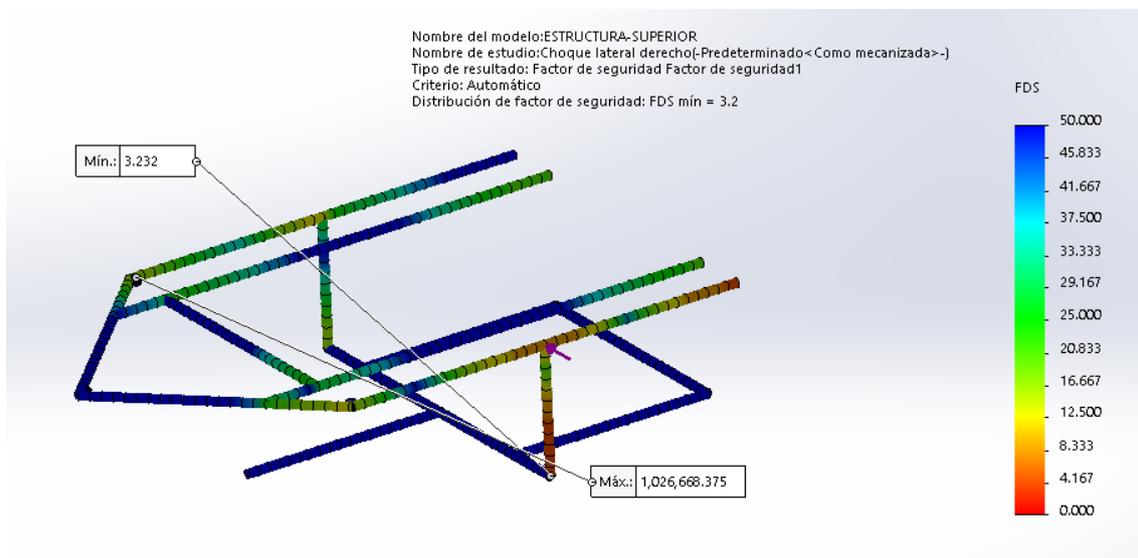
Figura 26: Vista frontal del desplazamiento



Elaborado por: Los Investigadores

En el análisis se de la estructura en el caso de un choque lateral izquierdo se observa claramente el desplazamiento máximo $1.920e+006$ (N/m²) y mínimo de $6.043e+002$ (N/m²) teniendo así el límite elástico.

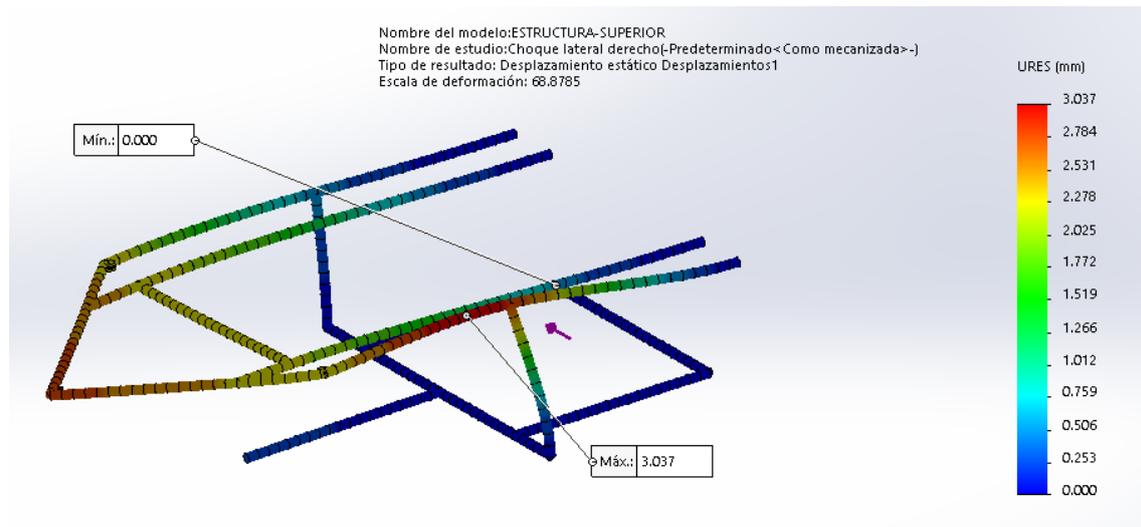
Figura 27: Factor de seguridad



Elaborado por: Los Investigadores

El factor de seguridad en la Tricimoto adaptada en caso de un choque lateral izquierdo será el máximo 1, 026,668.375 y una mínimo de 3.232 con una simulación de fuerza de impacto de 5000 N.

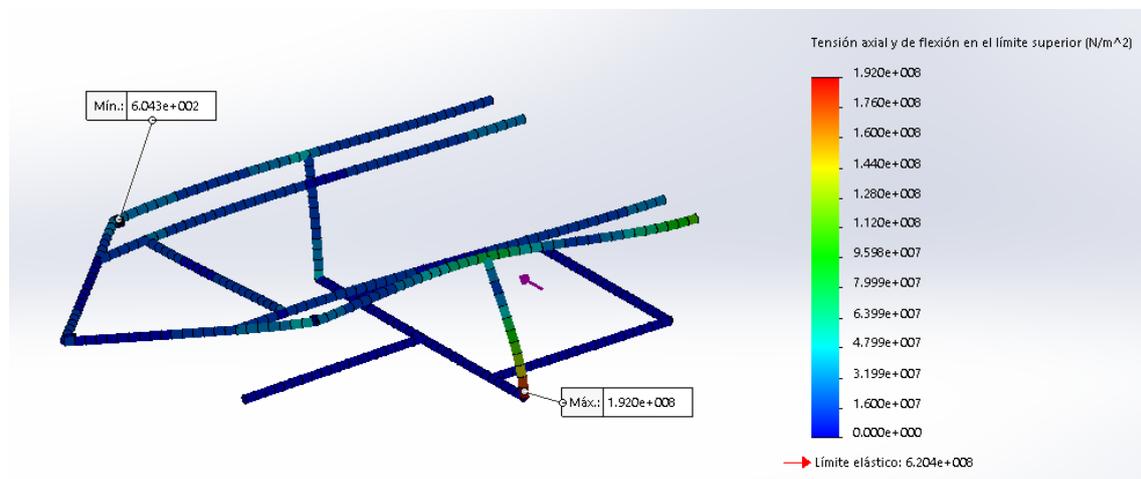
Figura 28: Desplazamiento en milímetros



Elaborado por: Los Investigadores

Analizando la deformación de la estructura de la tricimoto en caso de un impacto en el lado izquierdo el desplazamiento máxima será de 30.37 y la mínima es de 0.000 mm.

Figura 29: Esfuerzos

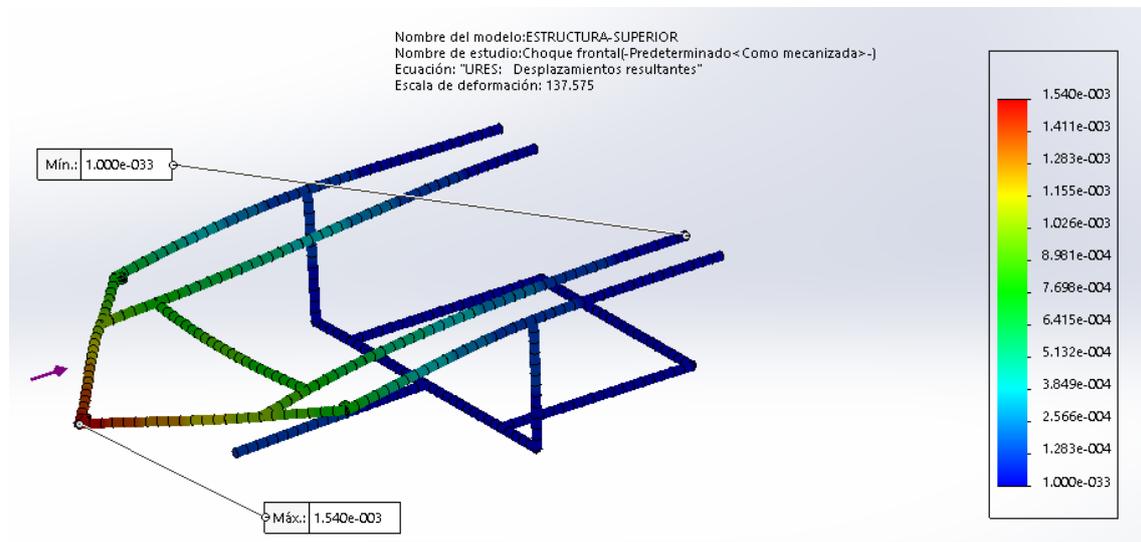


Elaborado por: Los Investigadores

El esfuerzo máximo en la estructura principal del lado derecho en caso de un impacto en la Tricimoto será de $6.043e+002$ (N/m²) y el mínimo es $1.920e+008$ (N/m²).

8.49 Choque frontal:

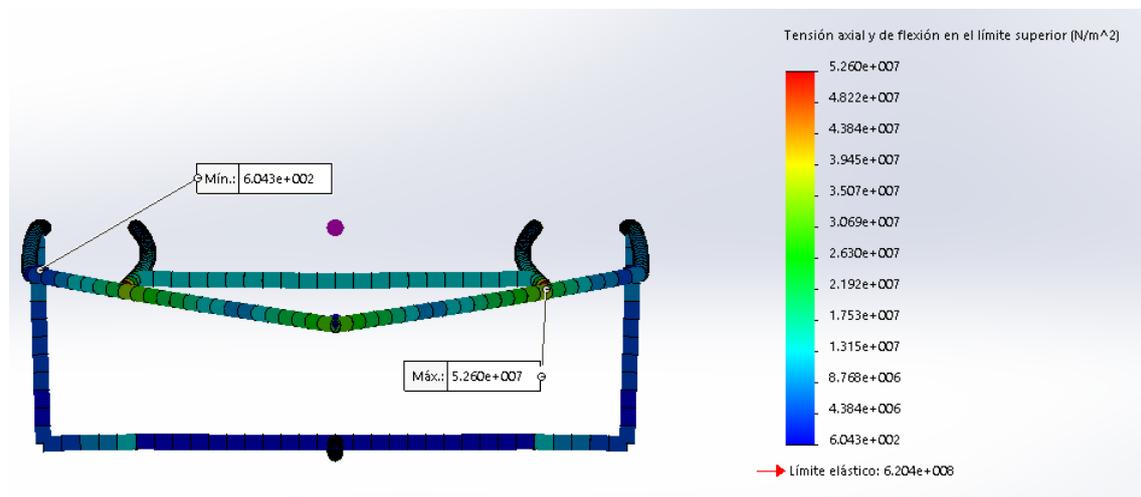
Figura 30: Desplazamiento resultante



Elaborado por: Los Investigadores

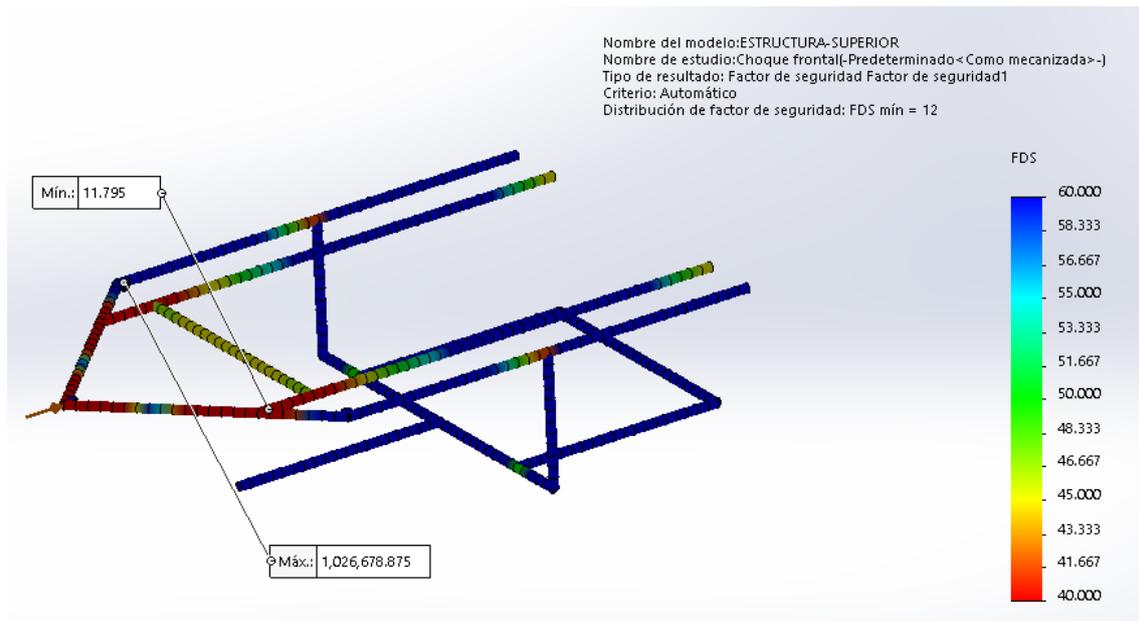
El análisis de impacto en caso de un choque frontal en la estructura de la tricimoto se realiza un desplazamiento resultante en el nivel máximo de 1.540×10^{-3} (N/m²) y el mínimo de 1.000×10^{-33} (N/m²).

Figura 31: Vista frontal del desplazamiento



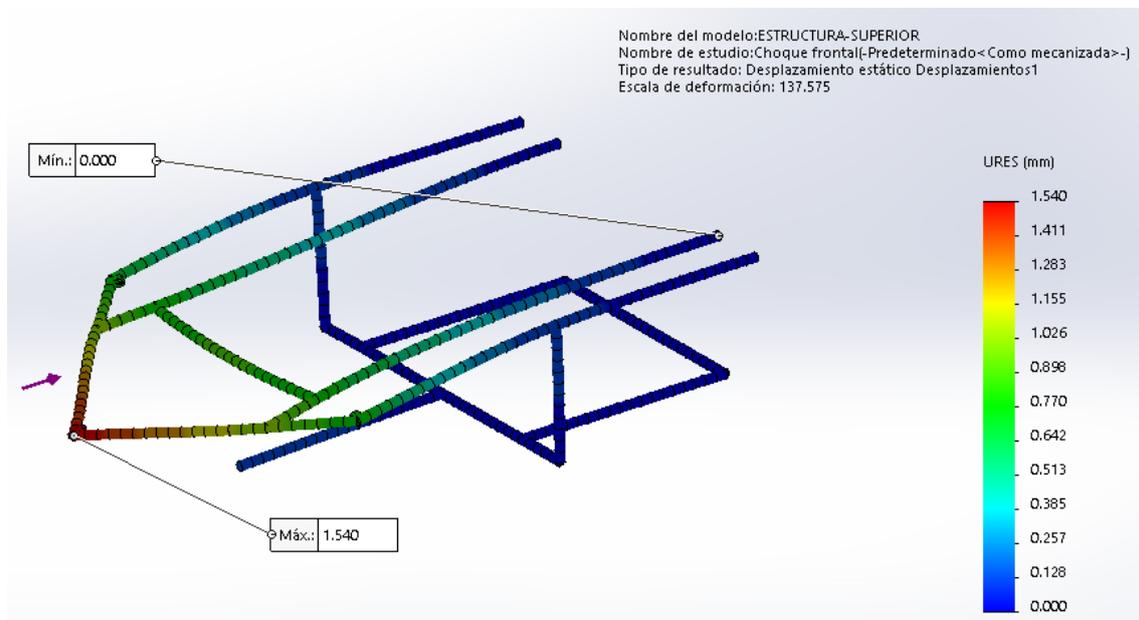
Elaborado por: Los Investigadores

En la vista frontal se observa y verifica una leve inclinación de los niveles máximo y mínimo de 5.260×10^7 (N/m²); 6.043×10^2 (N/m²).

Figura 32: Factor de seguridad

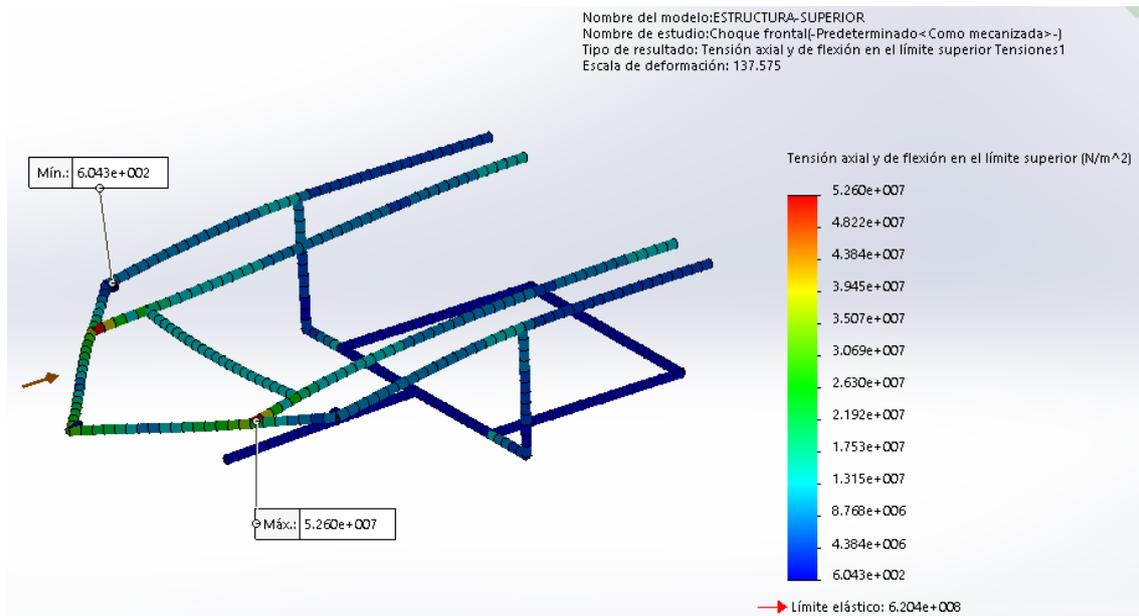
Elaborado por: Los Investigadores

El factor de seguridad en la Tricimoto en caso de un impacto en la parte frontal será la máxima 1, 026,668.375 y una mínima de 11.795 con una simulación de fuerza de impacto de 5000 N, la estructura soportará.

Figura 33: Desplazamiento en milímetros

Elaborado por: Los Investigadores

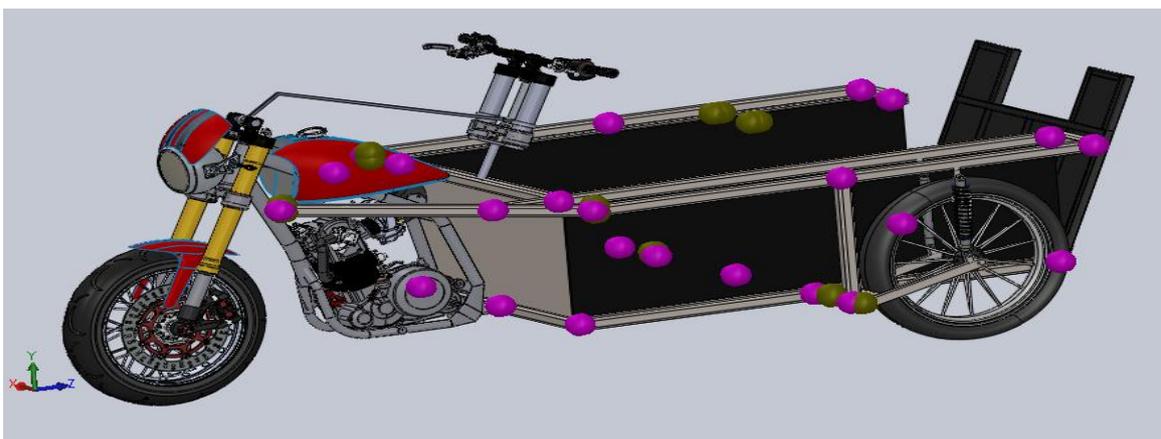
Analizando la deformación de la estructura de la tricimoto en caso de un impacto frontal el desplazamiento máximo será de 1.540mm y la mínima es de 0.000 mm.

Figura 34: Esfuerzos

Elaborado por: Los Investigadores

El esfuerzo máximo en la estructura principal en caso de un impacto frontal en la Tricimoto será de $5.260e+007$ (N/m²) y el mínimo es $6.043e+002$ (N/m²).

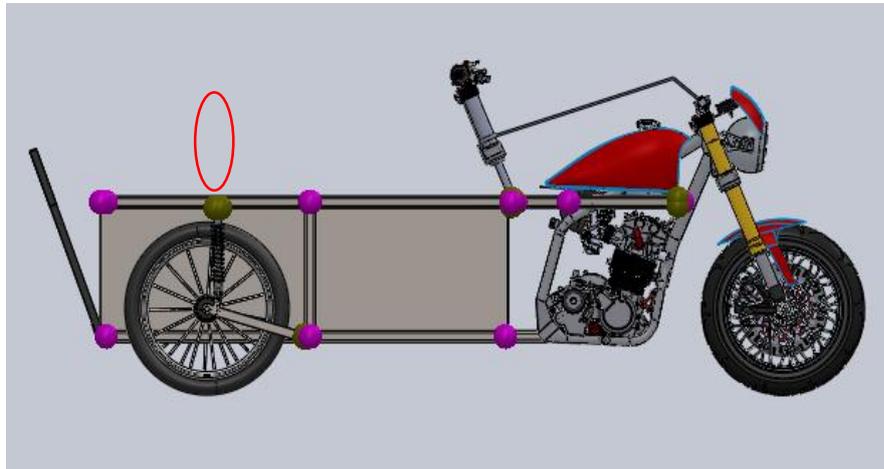
8.50 Puntos críticos:

Figura 35 Puntos Críticos

Elaborado por: Los Investigadores

Para comprobar que la Tricimoto es una alternativa viable y cumple con los requerimientos estructurales en el programa Solid work 2016 .La Tricimoto soportará cargas en tres ejes x, y, z, que hace referencia a las columnas y vigas realizando esfuerzos cortantes con el perno como se puede observar la figura está señalada por varios puntos morados hacen referencia de los puntos de suelda y los puntos de color café están unidos más una parte extra de la estructura.

Figura 36 Puntos Críticos vista lateral



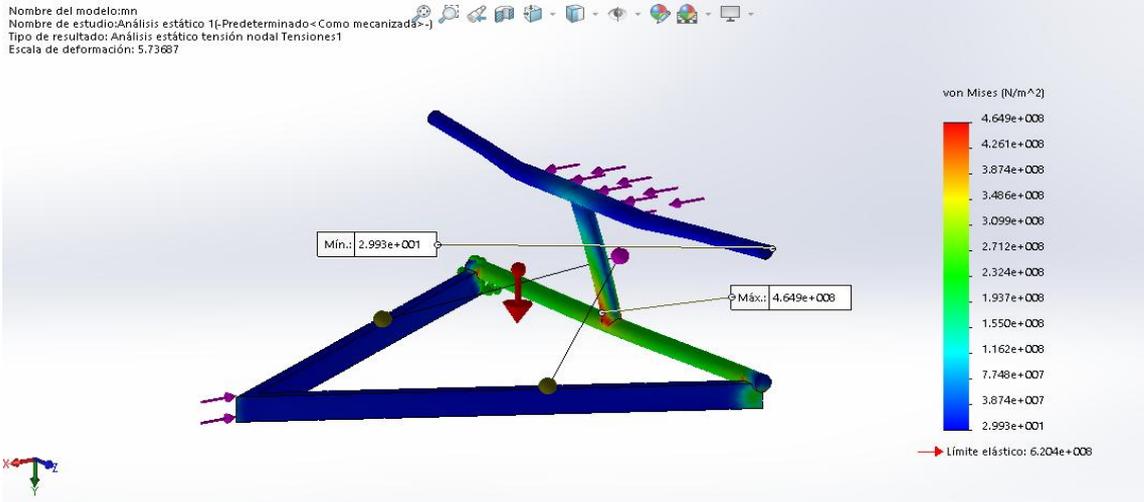
Elaborado por: Los Investigadores

En este punto se realizó un esfuerzo cortante ya que el perno m10 soporta a la estructura con la suspensión de la Tricimoto. Debido a que hemos definido las uniones como puntos críticos de una estructura, su número debe reducirse al mínimo necesario, así como tratar de ejecutarlas con toda clase de garantías.

No hay ningún promedio de tensiones para elementos de vigas y columnas. La simulación expone las tensiones axiales uniformes, y torsiones, en las imágenes de esfuerzos demuestran los puntos críticos existentes en el diseño, que en el peor caso en cada punto crítico con las cargas generadas por la combinación de tensiones axiales y de flexión han dado resultados favorables para el proyecto lo demostrando la seguridad otorgada por los materiales.

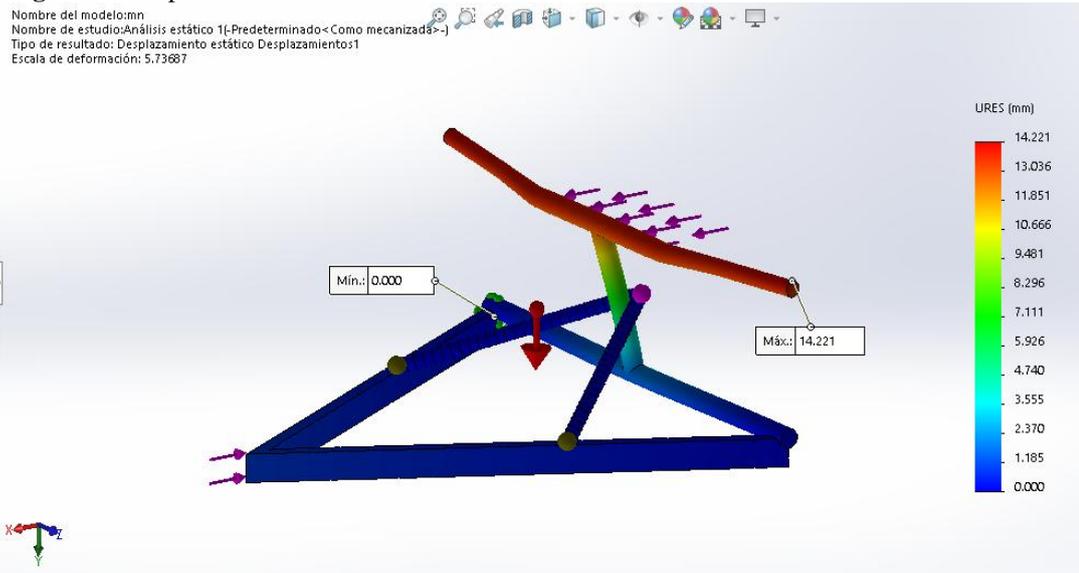
8.51 Análisis de punto crítico en el volante

La modelación en el programa Solidworks permite identificar los puntos críticos estructurales para evitar fallas en el prototipo, es importante realizar análisis en cada punto crítico del prototipo para determinar la eficacia del diseño.

Figura 37 Análisis estático tensión nodal

Elaborado por: Los Investigadores

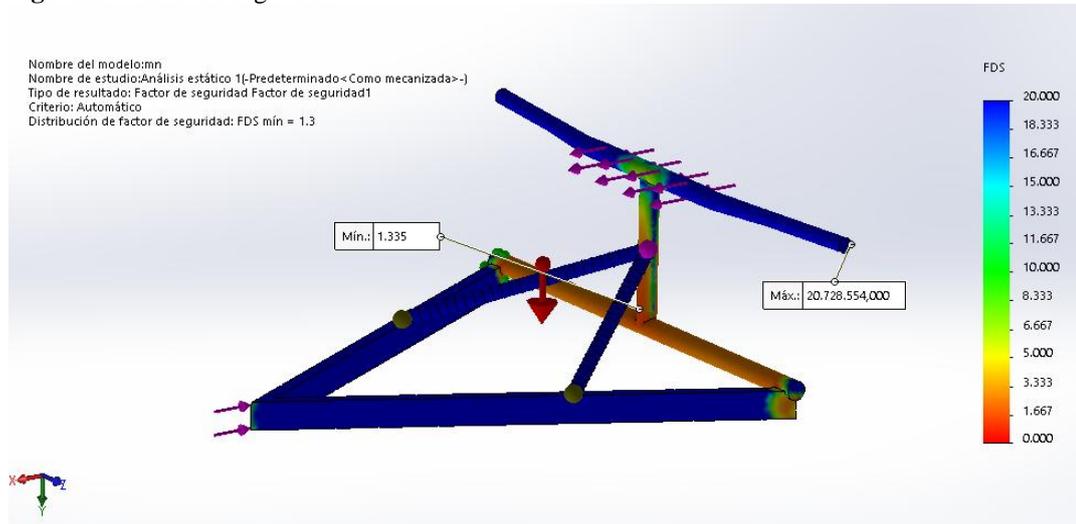
Con la simulación se calculan los impactos internos y externos en la estructura, lo que ayuda a localizar puntos débiles críticos, así como las tensiones y desplazamientos generados por las fuerzas resultantes. Con el análisis en Solidworks se permite representar la onda de tensión elástica que se difunde por el sistema, de tal manera que se puedan utilizar los mejores métodos de ensamblaje.

Figura 38 Desplazamiento estático

Elaborado por: Los Investigadores

La escala de deformación muestra un desplazamiento de 14 mm a una fuerza de 5000N la inercia generada por un impacto es tal que el volante se movería de su base, pero sin consecuencias graves, la estructura como tal soportará.

Figura 39 Factor de seguridad

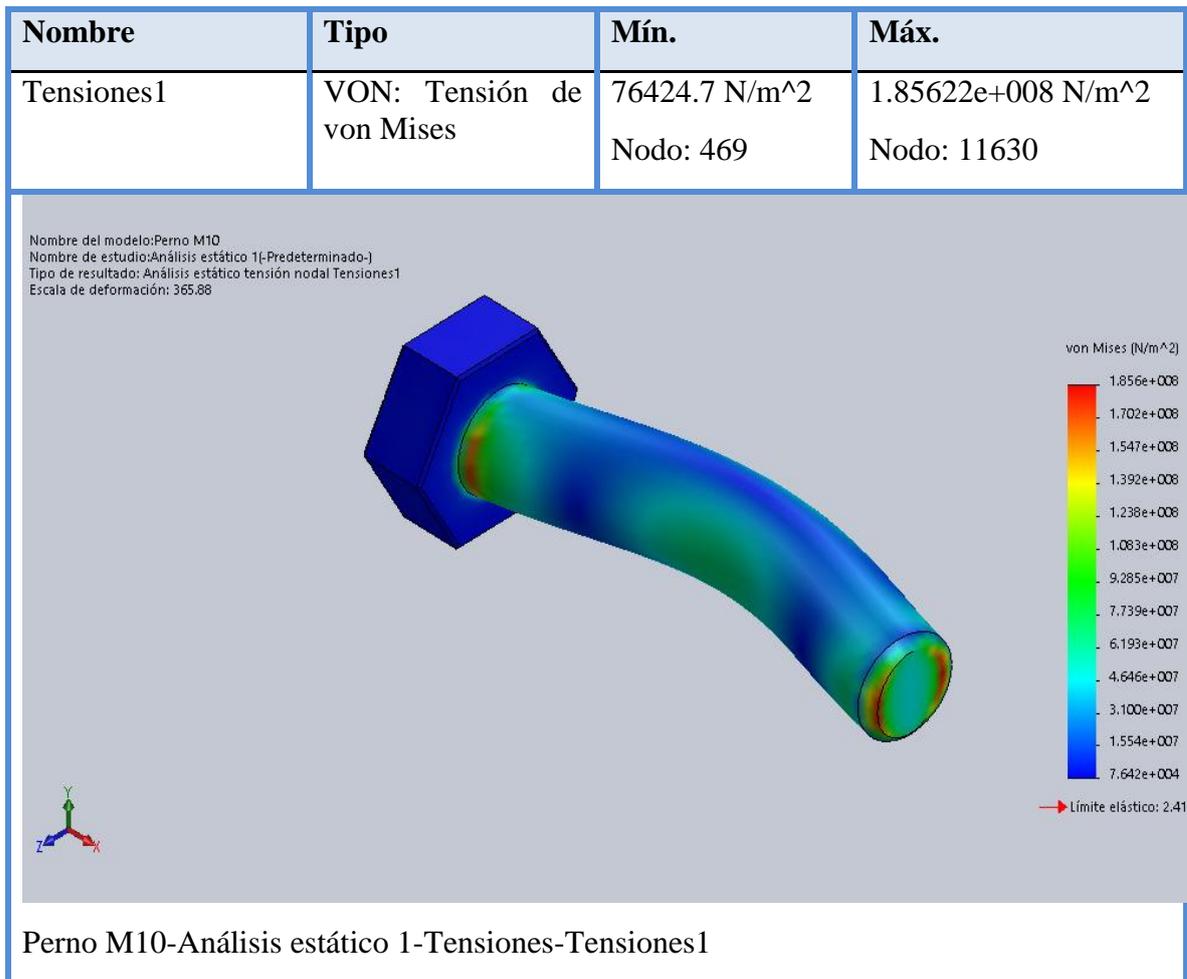


Elaborado por: Los Investigadores

El factor de seguridad mínimo en el volante es de 1.3, después de simular con una fuerza de 5000N el resultado es que en caso de un accidente el volante se inclinará hacia adelante pero mantendrá sus propiedades salvaguardando al usuario dentro del vehículo.

8.52 Resultado de los esfuerzos cortantes en perno M10:

Las fuerzas de superficie causadas por el contacto de un cuerpo con la superficie de otro. A menudo estas fuerzas están distribuidas sobre el área de contacto entre ambos cuerpos y si el área de contacto es pequeña en relación al resto del cuerpo se considera como una fuerza concentrada en ese punto, para determinar el perno utilizado en el prototipo soportará las cargas se realizará pruebas de esfuerzo teniendo a consideración que la fuerza cortante es el resultado de la acción de fuerzas verticales que actúan en una sección determinada de una viga y tiende a cortar la viga.

Tabla 3 Análisis estático en perno M10

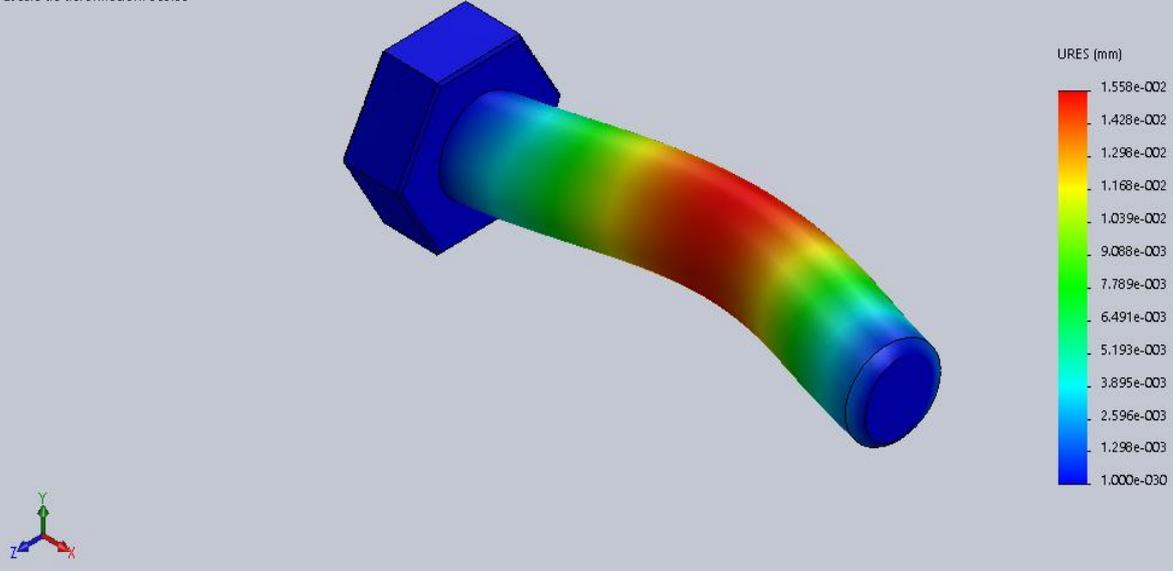
Elaborado por: Los Investigadores

La resistencia de cada material viene determinado por sus características para soportar cargas sin deformaciones excesivas, en el análisis de tensión se determina el esfuerzo determinando su escala de deformación, siendo esta mínima en comparación a la presión ejercida dando como resultante 1.238e+008 von Mises (N/m²).

Tabla 4 Desplazamiento estático en mm

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0 mm Nodo: 1	0.0155789 mm Nodo: 6953

Nombre del modelo:Perno M10
Nombre de estudio:Análisis estático 1(-Predeterminado-)
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
Escala de deformación: 365.88



URES (mm)

1.558e-002
1.428e-002
1.298e-002
1.168e-002
1.039e-002
9.088e-003
7.789e-003
6.491e-003
5.193e-003
3.895e-003
2.596e-003
1.298e-003
1.000e-030

Perno M10-Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

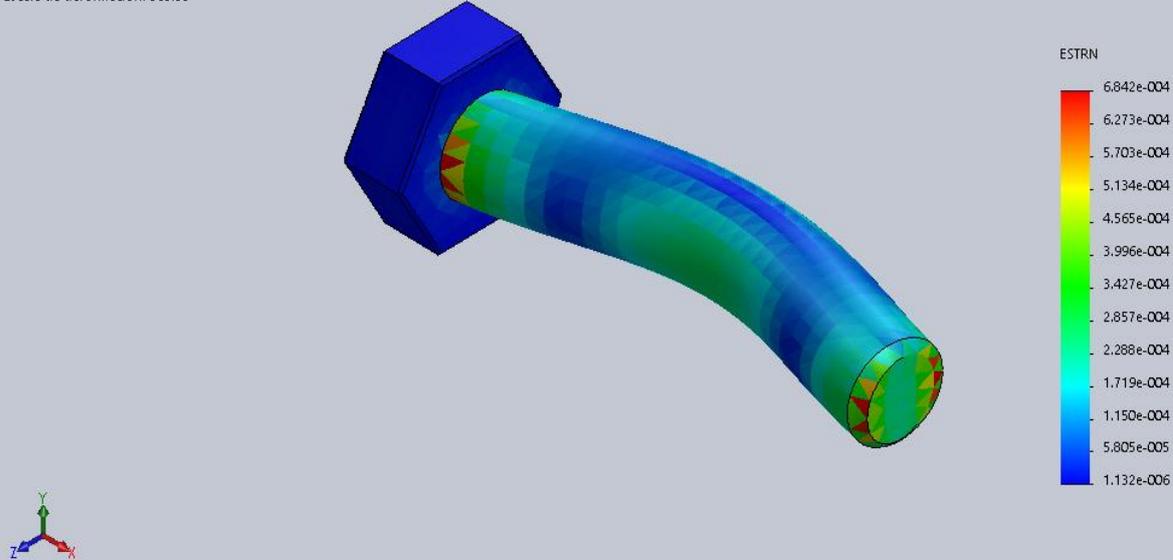
Elaborado por: Los Investigadores

Un aumento en los esfuerzos más allá del límite elástico provocará que el perno se exceda y pase a la zona de fluencia en donde colapsará, deformándose permanentemente, perdiendo así sus capacidades de soportar carga, el análisis demuestra que el punto de máxima deformación es en la mitad del perno, con una deformación de 1mm y medio, considerando el tamaño de la carga aplicada al perno se deduce que el perno resiste.

Tabla 5 Deformación unitaria

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	1.1322e-006 Elemento: 3659	0.000684182 Elemento: 3015

Nombre del modelo:Perno M10
Nombre de estudio:Análisis estático 1-(Predeterminado-)
Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1
Escala de deformación: 365.88



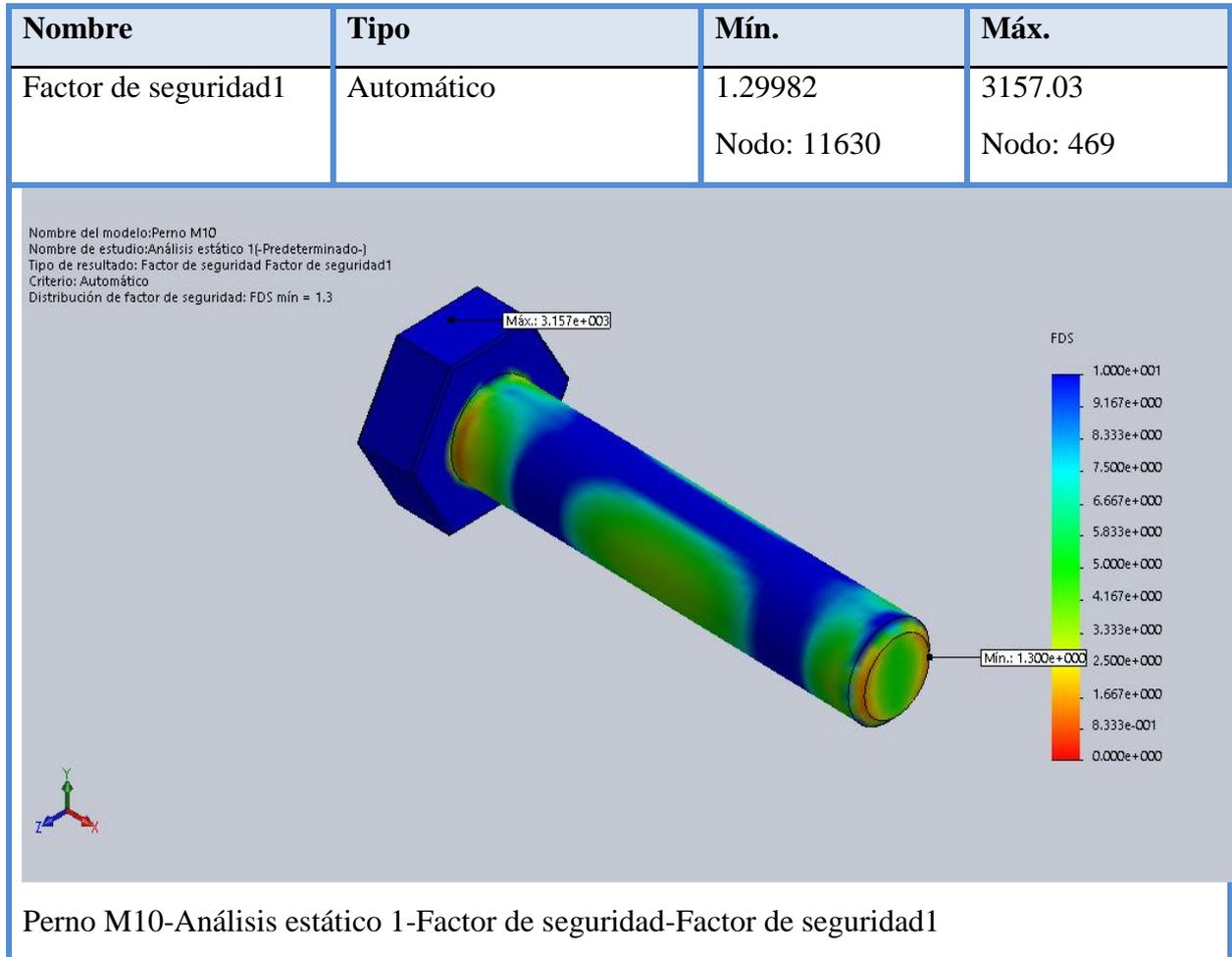
ESTRN

- 6.842e-004
- 6.273e-004
- 5.703e-004
- 5.134e-004
- 4.565e-004
- 3.996e-004
- 3.427e-004
- 2.857e-004
- 2.288e-004
- 1.719e-004
- 1.150e-004
- 5.805e-005
- 1.132e-006

Perno M10-Análisis estático 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

Elaborado por: Los Investigadores

La simulación permite concluir que el perno M10, ante las cargas aplicadas no sobrepasó la zona de fluencia, manteniéndose con su módulo de elasticidad demostrando su funcionalidad para la aplicación del prototipo.

Figura 40 Factor de seguridad

Elaborado por: Los Investigadores

El perno M10 será el encargado de soportar las cargas vivas y muertas así como los esfuerzos combinados que se generan en la estructura, el análisis estático de tensión nodal y desplazamiento muestran los puntos de flexión, con la evaluación de cada nodo por el factor de seguridad según los criterios de fallos, el factor máximo es de 3.57 que significa que se encuentra seguro, y con el análisis estático lineal calcula los desplazamientos, las deformaciones unitarias, las tensiones y las fuerzas de reacción bajo el efecto de cargas aplicadas este análisis nos da una deformación mínima de 1.3 mm. En conclusión el perno M10 empleado en la Tricimoto soportó las cargas generadas, es apto para el proyecto.

9. HIPÓTESIS

La implementación de un medio de transporte adecuado mejorará la movilidad de las personas con paraplejía.

10. METODOLOGÍAS

Tabla 6 Metodologías aplicadas

Nº-	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
1	Encuesta	Cuestionario

Elaborado por: Los Investigadores

10.1 Encuesta:

Conforme a investigaciones en centros de atención e información del Ministerio de Inclusión Económica y Social (MIES) en cuanto a registros en el año 2017 de individuos que padecen de paraplejía, se tiene una población de 70 personas en la ciudad de Latacunga a las cuales se les realizó una encuesta con el fin de saber cuáles son sus preferencias al momento que necesitan un medio de transporte.

10.2 Análisis de las encuestas realizadas:

El análisis está basado en preguntas a distintas personas con paraplejía en la ciudad de Latacunga lo cual nos permitió verificar el problema al momento de moverse de un lugar a otro.

Tabla 7 Observaciones generales

Observaciones	
No contestaron	10
No asistieron	6
No participaron de la encuesta	5
Tuvieron que asistir a los centros de salud para sus chequeos respectivos	5
Llenaron con éxito la encuesta planteada.	44
Total	70

Elaborado por: Los Investigadores

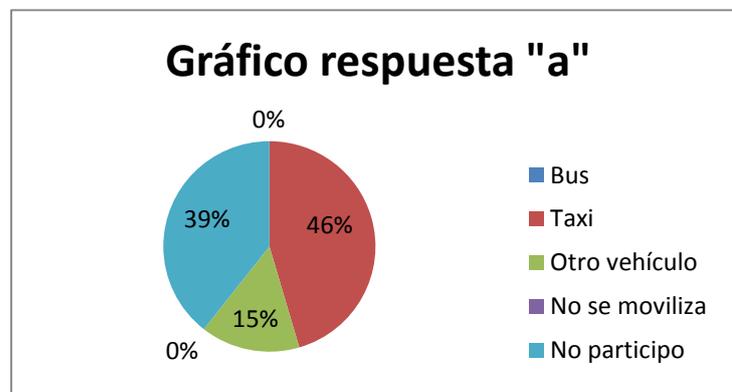
a) ¿En la actualidad cuál es medio de transporte que usted utiliza?

Tabla 8 Tabulación de datos pregunta “a”

Opciones	Número de Encuestas
Bus	0
Taxi	30
Otro vehículo	10
No se moviliza	0
No participó	26

Elaborado por: Los Investigadores

Figura 41 Resultados pregunta “a”



Elaborado por: Los Investigadores

Se puede comparar de manera aleatoria que el 46% de la población encuestada utiliza el servicio de taxi como medio de transporte, mientras que el 39% no participo en la encuesta y el 15% utiliza otro vehículo, lo mismo que nos da por referencia que se selecciona el uso de medio de transporte personal, el taxi viene a ser un servicio a gusto del usuario.

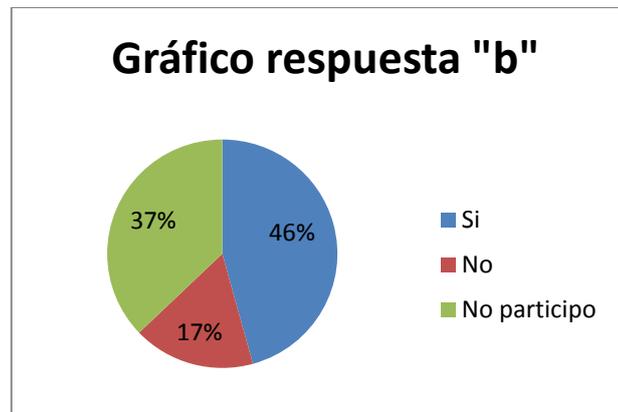
b) ¿Usted utiliza silla de ruedas para movilizarse?

Tabla 9 Tabulación de datos pregunta “b”

Opciones	Número de Encuestas
Si	32
No	12
No participó	26

Elaborado por: Los Investigadores

Figura 42 Resultados pregunta “b”



Elaborado por: Los Investigadores

Claramente el 46 % de los encuestados utilizan silla ruedas para movilizarse y el 37% no participo de la encuesta mientras que el 17% restante no utiliza la silla de ruedas, la encuesta es satisfactoriamente ya que este medio de transporte ayudará en la movilización de las personas con paraplejía.

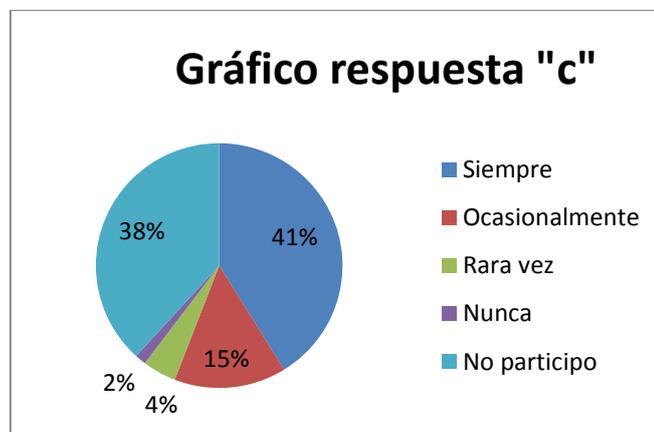
c) ¿Existe alguna persona que le ayude cuando necesita movilizarse de un lugar a otro?

Tabla 10 Tabulación de datos pregunta "c"

Opciones	Número de encuestas
Siempre	28
Ocasionalmente	10
Rara vez	3
Nunca	1
No participó	26

Elaborado por: Los Investigadores

Figura 43 Resultados pregunta "c"



Elaborado por: Los Investigadores

Al momento de movilizarse el 41% de encuestados siempre necesita ayuda de una persona y el 38% no participó de la encuesta, mientras que el 15% ocasionalmente cuenta con una persona que lo ayude, el 4% dice que rara vez existe una persona que los ayude, el 2% no cuenta con una persona que lo ayude al momento de movilizarse.

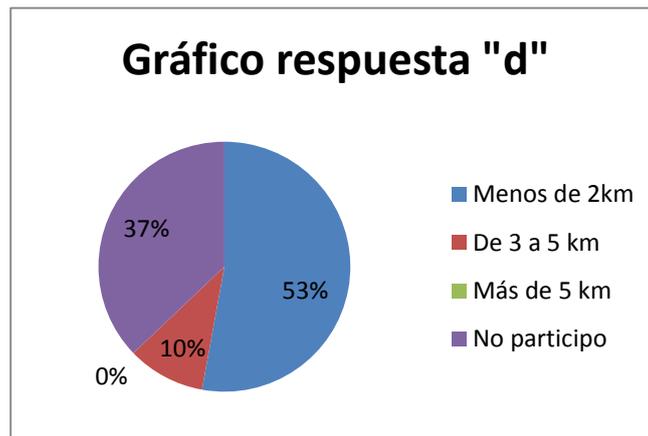
d) ¿Qué distancia media es la que recorre diariamente para llegar a su destino?

Tabla 11 Tabulación de datos pregunta “d”

Opciones	Número de encuestas
Menos de 2 km	37
De 3 a 5 km	7
Más de 5 km	0
No participó	26

Elaborado por: Los Investigadores

Figura 44 Resultados pregunta “d”



Elaborado por: Los Investigadores

Al momento de transportarse el 53% recorre menos de 2km, el 37% no participo en la encuesta y el 10% se moviliza de 3 a 5 km, no existen personas que se transporten más de 5km.

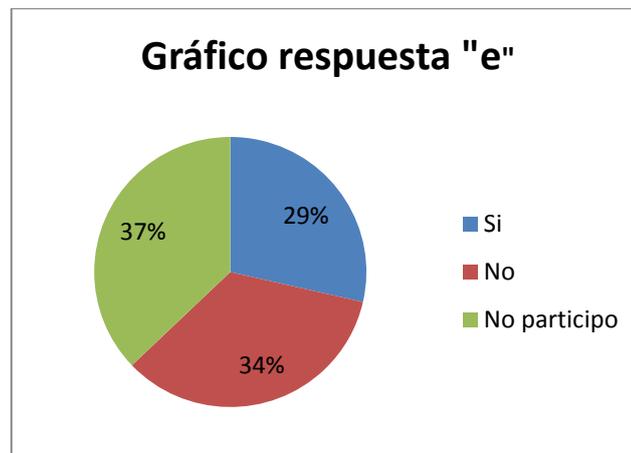
e) ¿Cree usted que es importante integrar un medio de transporte adaptado para personas que utilizan sillas de ruedas?

Tabla 12 Tabulación de datos pregunta “e”

Opciones	Número de encuestas
Si	20
No	24
No participó	26

Elaborado por: Los Investigadores

Figura 45 Resultados pregunta “e”



Elaborado por: Los Investigadores

El 29% de la población encuestada dieron sus respuestas siendo afirmativas con respecto al uso de un vehículo propio, y el 34% no cree que es importante un medio de transporte exclusivo para estas personas con discapacidad mientras que el 37% no participo de la encuesta.

f) ¿Cómo le gustaría conducir su medio de transporte adaptado?

Tabla 13 Tabulación de datos pregunta “f”

Opciones	Número de encuestas
Solo	39
Acompañado/a	5
No le gusta conducir	0
No participó	26

Elaborado por: Los Investigadores

Figura 46 Resultados pregunta “f”



Elaborado por: Los Investigadores

El 56% de encuestados les gustaría movilizarse en su vehículo solos, mientras el 7% dice que les gustaría estar acompañados por terceros y el 37% no participó de la encuesta.

g) ¿Señale una de las siguientes opciones que cree que sería más útil para su movilización?

a.- Un vehículo comercial de alto costo con adaptaciones para el uso específico de personas parapléjicas.

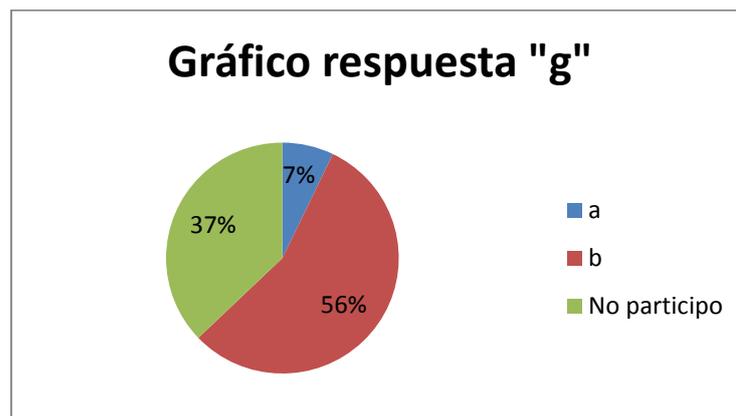
b.- Un prototipo económico adaptado y direccionado al uso exclusivo de una persona con paraplejía donde no debe abandonar su silla de ruedas para ingresar y conducir el medio de transporte

Tabla 14 Tabulación de datos pregunta "g"

Opciones	Número de encuestas
a	5
b	39
No participó	26

Elaborado por: Los Investigadores

Figura 47 Resultados pregunta "g"



Elaborado por: Los Investigadores

El 56% de los encuestados les gustaría que el vehículo sea diseñado y construido exclusivamente para su uso sin tener que abandonar su silla de ruedas y tan solo un 7% les gustaría acoplar un vehículo comercial para su uso, mientras que un 37% no participó de las encuestas.

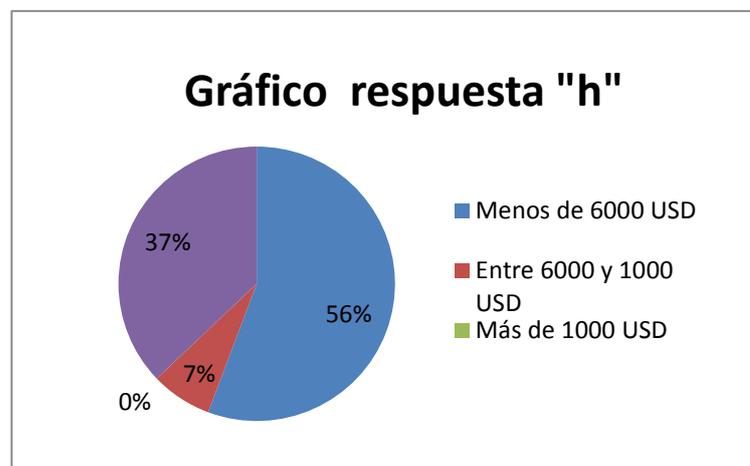
h) ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar Ud. por un prototipo adaptado para personas con capacidades especiales?

Tabla 15 Tabulación de datos pregunta “h”

Opciones	Número de encuestas
Menos de 6000 USD	39
Entre 6000 y 10000 USD	5
Más de 10000 USD	0
No participó	26

Elaborado por: Los Investigadores

Figura 48 Resultados pregunta “h”



Elaborado por: Los Investigadores

De las encuestas realizadas el 56 % de la población opta por un precio que sea menor de 6000 dólares, un 7% de dicha población opta un precio que oscila entre los 6000 y 1000 mil dólares.

i) ¿Debido a que el vehículo es un prototipo para circulación urbana? ¿Considera admisible una velocidad máxima en un rango de 40 a 50 Km/h?

Tabla 16 Tabulación de datos pregunta "i"

Opciones	Número de encuestas
Si	44
No	0
No participó	26

Elaborado por: Los Investigadores

Figura 49 Resultados pregunta "i"



Elaborado por: Los Investigadores

Puesto que el vehículo es para uso en la ciudad y por lo que índice de velocidad recomendada oscila entre los 40 y 50 km por hora, el 63% de la población está de acuerdo con este rango de velocidad.

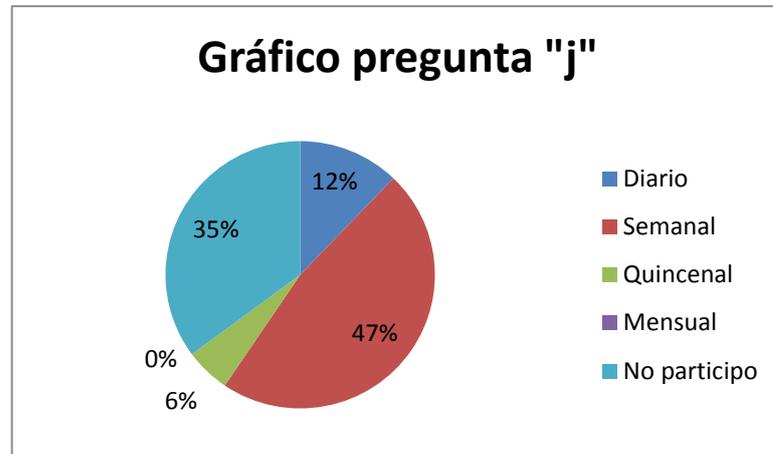
j) Marque con un X cuan menudo requiere usted de un medio de transporte para movilizarse.

Tabla 17 Tabulación de datos pregunta “j”

Opciones	Número de encuestas
Diario	9
Semanal	35
Quincenal	4
Mensual	0
No participó	26

Elaborado por: Los Investigadores

Figura 50 Resultados pregunta “j”



Elaborado por: Los Investigadores

Claramente el 47% de los encuestados necesita semanalmente un medio de transporte, el 12% necesita diariamente para movilizarse y el 6% necesita quincenalmente para poder trasladarse.

El resultado de la investigación de campo determinado por las preguntas detalladas en la encuesta, se puede determinar que gran parte de la población con paraplejía desea poseer un vehículo que le permita transportarse de manera autónoma, además que debe ser accesible para la situación económica de cada uno.

11. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados siguen el orden de los objetivos y estos a su vez siguen el orden del proceso de investigación, es preciso acotar la forma adecuada de presentar los resultados será en cuadros comparativos para mostrar los resultados.

Los efectos se analizan resaltando los datos más importantes por su cantidad o por su escasez, luego estos son relacionados con las muestras tomadas antes de que la persona discapacitada disponga de la Tricimoto.

Los resultados como parte importante en el análisis expone los aciertos y desaciertos de los objetivos propuestos, a continuación se presenta el análisis de la información compilada después de examinar el impacto de la Tricimoto en la vida cotidiana del señor Elvis Salgado.

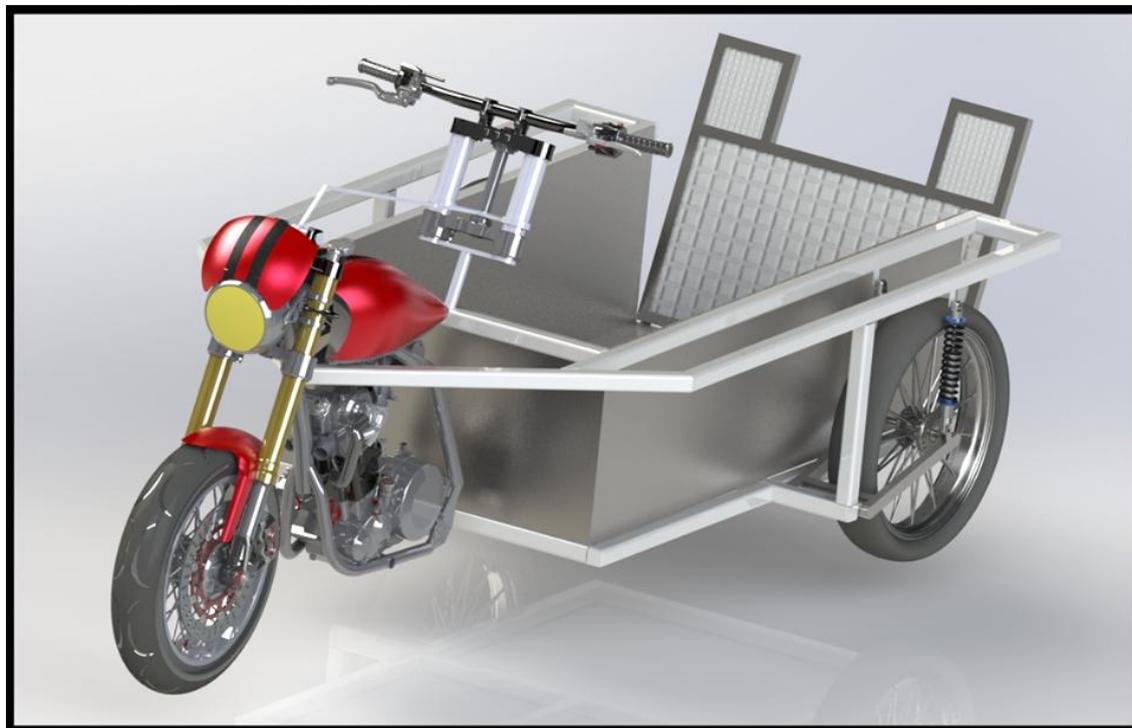
Comúnmente en las personas con paraplejía es frecuente encontrar distintos síntomas, los cuales tienen un gran impacto en la ejecución de las actividades cotidianas. Estas consecuencias constituyen la principal causa de complicaciones y frustración. El grado de independencia que la persona puede alcanzar depende del nivel de la lesión, del estado de salud.

De esta manera se desarrolló cuadros comparativos para analizar los beneficios de la Tricimoto en la vida cotidiana de la persona beneficiaria.

Tabla 18 Análisis de beneficios

Análisis de beneficios en las actividades cotidianas del usuario			
Actividad	Antes	Ahora	Causas -Efectos
	Esperaba de 10 a 13 minutos la llegada de un taxi que lo trasladara	En el mismo tiempo de espera el usuario estará próximo de llegar a su destino dependiendo de la distancia.	La independencia en la movilidad permite al usuario desplazarse a donde y cuando desee sin depender de terceras personas
Diligencias personales	El automóvil en el que se trasladase lo dejaba en la puerta del establecimiento al que acuda.	El encontrar un estacionamiento en horas pico se convierte en una tarea ardua.	La ciudadanía no hace conciencia del uso exclusivo de las zonas de parqueo para personas con discapacidad, dificultando encontrar un lugar para estacionar.
	Si debe realizar una actividad en otro lugar, esto se convertía en un nuevo gasto	El usuario no se debe preocupar por los lugares a los que deba acudir, por la independencia de movilidad brindada	El encontrar un taxi que lo lleve a otro sitio, además del gasto, crea una inconformidad en la actitud de algunos conductores.
Actividades sociales	La condición del usuario y la paciencia de las personas es un aspecto que influye para una socialización plena	El sentirse dependiente de los amigos es un aspecto que no se elimina totalmente pero se erradica con el tiempo en base a la nueva vida del usuario	La Tricimoto permitirá al usuario incrementar su entorno social, realizando actividades que por razones personales dejó de lado.
Actividades económicas	Las condiciones físicas no le ayudaron a crear su visión de negocio que tenía	El vehículo le permite desarrollarse económicamente	El espacio adicional que posee el vehículo le permite llevar piezas automotrices, que es a lo que se dedica su padre

Figura 51 Tricimoto modelada en Solidworks



Elaborado por: Los Investigadores

La Tricimoto muestra ser atractiva estéticamente así como funcional como solución de movilidad para la persona con discapacidad, otorga una combinación entre funcionabilidad y diseño perfecto para ser llamativo ante los comentarios positivos de las personas, a tal punto que algunas personas se han acercado a preguntar por la disponibilidad de otro vehículo, al ser el primero en su serie ha mostrado puntos altos para considerar en un futuro perfeccionarlo.

12. IMPACTOS

A fin de evaluar el proyecto se debe tomar en consideración el propósito del mismo en comparación con los resultados, es decir, la Tricimoto fue construida con la finalidad de dar solución al problema de movilidad del individuo con paraplejía, enfocado en reintegrar a la persona en actividades socio-económicas, alrededor de la independencia y seguridad ofrecida por el vehículo.

De tal manera, mediante la implementación de la Tricimoto en la vida cotidiana de la persona con discapacidad, se eliminó la dependencia de terceras personas para el traslado y movilización, de igual manera se incrementó el optimismo y autoestima del individuo para realizar sus actividades diarias.

12.1 Análisis financiero:

El objetivo primordial del proyecto fue brindar un medio de transporte económico y seguro para personas con paraplejía, motivo por lo cual no puede ser evaluado por métodos convencionales financieros, los cálculos del valor neto y la tasa interna de retorno no son las medidas adecuadas a considerar en este proyecto, sin embargo se puede considerar mediante un análisis costo - beneficio.

12.2 Análisis costo – beneficio

Considerando los beneficios obtenidos con la implementación del prototipo en las actividades diarias de la persona discapacitada, en relación a los costos de un vehículo importado se realizará un análisis básico de comparación de los precios de adquisición, un vehículo adaptado para personas con paraplejía supera los \$20000 dólares, el presupuesto total de esta propuesta fue de \$2815.90, esto significa una diferencia del 85%, demostrando así que el prototipo propuesto resulta ser económico en comparación a los vehículos producidos por grandes marcas automotoras.

El señor Elvis Salgado como beneficiario directo recibe un vehículo seguro para realizar sus actividades diarias, aportando de esta manera en su integración con el medio socio-económico, contando con la Tricimoto como medio de transporte independiente. De esta manera se justifica los recursos invertidos en el mismo.

12.3 Análisis de impacto social:

La sociedad como miembro participativo principal debería ser capacitada para adoptar en el medio colectivo a este tipo de vehículos, de manera que respeten los respectivos estacionamientos para personas con discapacidad, así mismo cuando presencien que la Tricimoto está parqueada en un estacionamiento, no deben obstruir la puerta de ingreso para que el usuario no tenga problemas en volver a subir en su vehículo.

Con estas consideraciones el señor beneficiario logró desenvolverse mejor y ser una persona más eficaz para su medio productivo, por tal motivo la implementación de la Tricimoto afirma un impacto positivo dentro de una sociedad que aun interpone barreras y no soluciones.

12.4 Análisis Técnico:

El diseño de la Tricimoto permite conducir de manera sencilla por los caminos urbanos y rurales, su sistema de acceso permite el acceso o salida sobre cualquier superficie compacta, su sistema estructural le brinda seguridad ante posibles impactos, manteniendo al usuario salvaguardado en su habitáculo, la Tricimoto cuenta con todos los sistemas eléctricos que le permita circular sin ningún posible inconveniente de visibilidad.

Considerando que el vehículo debe desplazarse en todas las direcciones, el motor usado no proporciona la marcha de reversa, lo que provoca que el usuario deba calcular sus movimientos para no quedar atrapado, además una falencia más es su sistema de transmisión al tener tracción en una sola rueda, esto obliga al usuario a tener continuamente sus manos sobre el volante para evitar que gire hacia la izquierda, a pesar de estos inconvenientes la Tricimoto resultó ser un medio de transporte óptimo para la independencia de movilidad de la persona discapacitada.

13. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Tabla 19 Presupuesto general

Recursos	Cantidad	Unidad	V.Unitario	V. Total
Equipos				
1 Moto Shineray Xy 150i	1	1	1000,000	1000,000
Tubos Cuadrado Estructural	3	3	45,00	135,00
Tubos Redondos de Aluminio	2	2	15,00	30,00
Suelda Eléctrica	1	1	450,00	450,00
Taladro	1	1	150,00	150,00
E.P.P	2	2	3,50	7,00
Guantes	2	2	4,50	9,00
Gafas	2	2	2,50	5,00
Casco Suelda	2	2	15,00	30,00
Tapones (Orejeras)	2	2	2,50	5,000
Zapatos punta de acero	2	2	40,00	80,00
Sierra Manual	1	1	12,00	12,00
Sprays de Tintas Penetrantes Spotcheck	1	3	32,30	96,90
Transporte y Observación de Campo				
Transporte para llevar la materia prima.	1	2	40,00	80,00
Materiales y Suministros				
Flexómetro	1	1	7,50	7,50
Electrodos	1	1	7,50	7,50
Juego de brocas	1	10	8,00	80,00
Juego de llaves	1	2	50,00	100,00
Cinta Aislante	1	1	3,00	3,00
Desarmadores plano y estrella	2	2	3,00	6,00
Cierras Herméticas de polietileno	1	2	3,00	6,00
Pistola de Silicona	1	20	0,15	3,00
Silicona	1	1	5,00	5,00
Remachadora	1	1	5,00	5,00
Pernos	1	20	0,75	15,00
Tuercas	1	25	0,12	3,00
Remaches	2	50	0,12	6,00

Material Bibliográfico y Fotocopias				
Hojas de impresiones	1	50	0,30	15,00
Copias Blanco y Negro	2	2	1,50	3,00
Impresiones planos	2	2	1,50	6,00
Gasto Varios				
Alimentación	3	2	20,00	40,00
Transporte	2	2	5,00	10,00
Bebidas	2	2	5,00	5,00
Otros Recursos				
Mano de Obra Mecánico	1	1	400,00	400,00
			TOTAL	2815,90

Fuente: Los Investigadores

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1 Conclusiones:

- La implementación de la Tricimoto permitió la movilidad independiente al usuario compareciente por la parálisis de sus extremidades inferiores, de manera que no depende de terceras personas.
- El sistema estructural del prototipo fue diseñado y modelado acorde a las necesidades del usuario con discapacidad, de tal manera que todos los mandos y elementos de seguridad estén al alcance del mismo.
- La Tricimoto se construyó con recursos y materiales normados por el INEN, obteniendo un vehículo seguro a un precio conforme a la estabilidad económica de personas con bajos recursos financieros.
- La adquisición de un vehículo adaptado para personas con paraplejía supera los \$20000 dólares, el presupuesto total de la Tricimoto fue de \$2815.90, esto significa una diferencia del 85%, demostrando así que el prototipo propuesto resulta ser económico.

14.2 Recomendaciones:

- Para una mejor estabilidad en la conducción se recomienda dar tracción a las dos ruedas traseras.
- Realizar mantenimientos preventivos de la Tricimoto, el cual ayudará con su cuidado y a la vez a la persona para que se encuentre segura y no tenga ningún inconveniente.
- Revisar los sistemas de frenos los cuales deben ser revisados antes de salir a las vías.
- Utilizar un motor que contenga la marcha de reversa, para permitir el desplazamiento hacia atrás de la Tricimoto.

15. BIBLIOGRAFÍA

- Dassault Systemes SolidWorks Corporation. (2017). *Solidworks*. Obtenido de http://www.solidworks.es/sw/products/solidworks-products-adwords.htm?mktid=8113&gclid=Cj0KCQjwkZfLBRCzARIsAH3wMKqTcJkfZ0pIbZYRiLum8W5o56LjMbNAwXjfb1SLXk7OYzQSqua3m08aAkqoEALw_wcB
- 3M. ((s.f.)). Ficha Técnica Respirador N95. *Ficha Técnica*, 1. Obtenido de [http://www.indura.com.ec/content/storage/ec/producto/ID4545_file_2755_1008140%20\(8210\).pdf](http://www.indura.com.ec/content/storage/ec/producto/ID4545_file_2755_1008140%20(8210).pdf)
- Aguirre Cardenas, P. S., Hidalgo Ojeda, D. S., Panamá Chica, J. A., Padilla Urgiles, J. D., & Veintimilla Duque, D. F. (2014). *Diseño de un vehiculo eléctrico prototipo monoplaza para una persona parapléjica y construcción de su chasis*.
- ARQHYS. (Diciembre de 2012). *Revista ARQHYS.com*. Obtenido de <http://www.arqhys.com/articulos/cargas-vivas-muertas.html>
- Automovil Club del Ecuador. ((s.f.)). *ANETA*. Obtenido de <http://www.aneta.org.ec/index.php/2013-05-03-00-58-34/examen-psico-sensometrico>
- Crouse, W. H., & Anglin, D. L. (1992). *Mecánica de la motocicleta*. Barcelona: MARCOMBO S.A.
- Diccionario médico. (s.f.). *Doctissimo*. Obtenido de <http://www.doctissimo.com/es/salud/diccionario-medico/paraplejia>
- DIPAC CIA. LTDA. ((s.f.)). DIPAC productos de acero. *Catálogo de acero*, 31. Obtenido de www.dipacmanta.com
- Discapacidades, C. N. (2015). Personas con discapacidad por provincia. *REGISTRO NACIONAL DE DISCAPACIDADES*, 1-19.
- Discapacidades, L. O. (2 de Septiembre de 2012). *Asamblea Nacional*. Obtenido de file:///C:/Users/davis/Desktop/tesis/ley_organica_discapacidades.pdf
- ForoCoche.com. (24 de Septiembre de 2005). *www.forocoche.com*. Obtenido de <http://www.forocoche.com/foro/showthread.php?t=290289>
- Jara Salas, J. L., & Quespaz Padilla, S. W. (2016). *Diseño y construcción de un prototipo de sistema estructural para un vehiculo tricimoto adaptado para las necesidades de personas con capacidades especiales (parapléjica)*. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/63>
- LOTTTSV, R. a. (2016). REGLAMENTO A LEY DE TRANSPORTE TERRESTRE TRANSITO Y SEGURIDAD VIA. *Reglamento a la LOTTTSV*, 37.
- Mecánica y Motores. (25 de Enero de 2013). *www.mecanicaymotores.com*. Obtenido de <http://www.mecanicaymotores.com/tipos-de-chasis-para-autos.html>
- Mercado Libre . ((s.f.)). *Mercado Libre Ecuador*. Obtenido de https://moto.mercadolibre.com.ec/MEC-412099764-moto-shineray-xy150i-150cc-ano-2017-_JM

- NTE INEN. (15 de 02 de 2000). *ACCESIBILIDAD DE LAS PERSONAS AL MEDIO FÍSICO*. Obtenido de <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/2245.pdf>
- NTE INEN 2415. (2008). Tubos de acero al carbono soldados para aplicaciones estructurales y usos generales. *NTE INEN 2415*, 1-5. Obtenido de <https://archive.org/stream/ec.nte.2415.2008#page/n5/mode/2up>
- NTE INEN 2477. (03 de Febrero de 2014). *REQUISITOS VEHÍCULOS AUTOMOTORES. VEHÍCULOS DE TRES RUEDAS PARA TRANSPORTE DE PASAJEROS Y PARA TRANSPORTE DE CARGA*. Obtenido de http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/07/2477_2r.pdf
- NTE INEN 2656. (1 de Junio de 2016). *CLASIFICACIÓN VEHICULAR*. Obtenido de http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/05/nte_inen_2656.pdf
- Pachar Jimenez, G. J. (2012). *Diseño y cálculo de la carrocería de un vehículo monoplaza para personas con paraplejía*. Obtenido de https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjwoOfi6JvUAhXFZiYKHYxFDPgQFghDMAU&url=http%3A%2F%2Fdspace.ups.edu.ec%2Fbitstream%2F123456789%2F3211%2F1%2FUPS-CT002508.pdf&usg=AFQjCNGpzaKLI8W_93cJudRTq3ur-wc28g&
- Serrano, R. ((s.f)). ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS. *Ensayos no destructivos: líquidos penetrantes*, 2-3. Obtenido de http://www.raquelserrano.com/wp-content/files/ciencias_t8.3_liq_penetrantes.pdf
- Todomotos.pe. (2 de Agosto de 2013). *www.todomotos.pe*. Obtenido de <http://www.todomotos.pe/mecanica/2473-sistema-transmision-moto-cadena>
- Universidad Técnica de Cotopaxi. (s.f). *Universidad Técnica de Cotopaxi*. Obtenido de <http://www.utc.edu.ec/>
- VEHICULAR, C. (1 de Junio de 2016). *Servicio Ecuatoriano de Normalización*. Obtenido de http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/05/nte_inen_2656.pdf
- Verswyvel, S. (2008). *Una Ciudad Para Todos*. Obtenido de <http://www.silladeruedasengestion.org/>
- Werner, D. (1996). *El niño campesino deshabilitado*. (F. Hesperian, Ed.) Palo Alto, E.E.U.U: Fundación Hesperian. Obtenido de http://healthwrights.org/index.php?option=com_content&view=article&id=212:encd&catid=85&Itemid=112

ANEXOS

Anexo 1- Encuesta aplicada



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
ENCUESTA DIRIGIDA A PERSONAS CON PARAPLEJÍA



Objetivo: Diagnosticar y determinar la necesidad de un medio de transporte adaptado para personas con paraplejía.

Edad: _____

Sexo: M, F

1.- ¿En la actualidad que medio de transporte que usted utiliza?

- BUS
- TAXI
- OTRO VEHÍCULO
- NO SE MOVILIZA

2.- ¿Usted utiliza silla de ruedas para moverse?

SI NO

3.- ¿Existe alguna persona que le ayude cuando necesita moverse de un lugar a otro?

- SIEMPRE
- OCASIONALMENTE
- RARA VEZ
- NUNCA

4.- ¿Qué distancia media es la que recorre diariamente para llegar a su destino?

- MENOS DE 2 KM
- DE 3 A 5 KM
- MÁS DE 5 KM

5.- ¿Cree usted que es importante integrar un medio de transporte adaptado para personas que utilizan sillas de ruedas?

SI NO

6.- ¿Cómo le gustaría conducir su transporte adaptado?

SOLO

ACOMPANADO/A

NO LE GUSTARÍA CONDUCIR

7.- ¿Señale una de las siguientes opciones que cree que sería más útil para su movilización?

Un vehículo comercial de alto costo con adaptaciones para el uso específico de personas parapléjicas.

Un prototipo económico adaptado y direccionado al uso exclusivo de una persona con paraplejía donde no debe abandonar su silla de ruedas para ingresar y conducir el medio de transporte

8.- ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar Ud. por un prototipo adaptado para personas con capacidades especiales?

MENOS DE 6000 USD

ENTRE 6000 Y 10000 USD

MÁS DE 10000 USD

9.- ¿Debido a que el vehículo es un prototipo para circulación urbana. ¿Considera admisible una velocidad máxima en un rango de 40 a 50 Km/h?

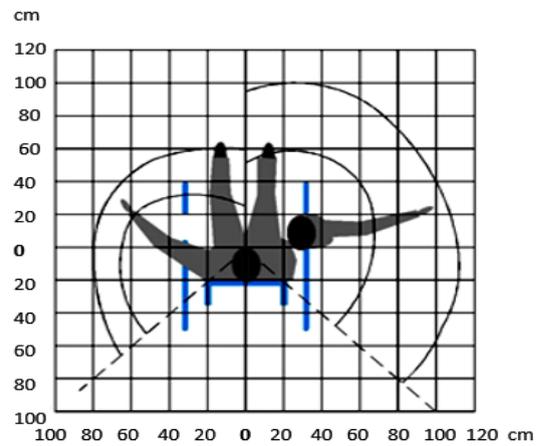
SI NO

10.- Marque con un X cuan menudo requiere usted de un medio de transporte para movilizarse?

Diario	<input type="checkbox"/>
Semanal	<input type="checkbox"/>
Quincenal	<input type="checkbox"/>
Mensual	<input type="checkbox"/>

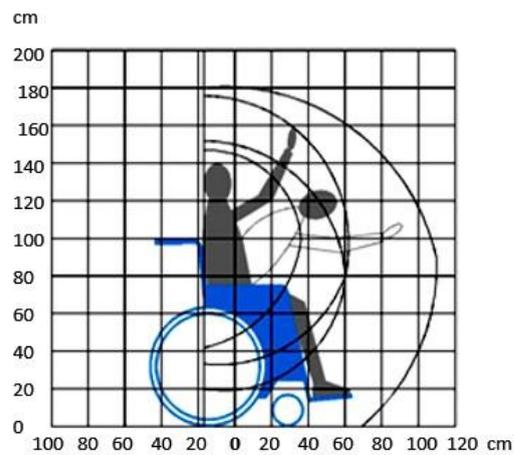
Anexo 2- Alcances de una persona sentada en silla de ruedas.

Figura 52: Alcance, vista superior



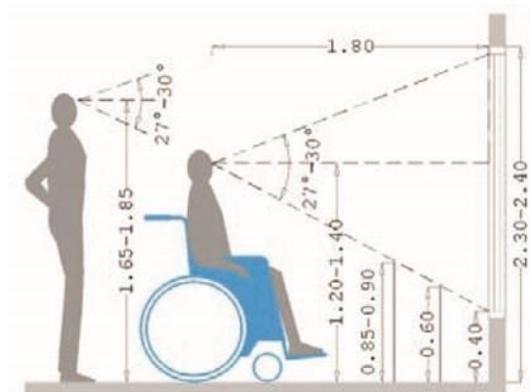
Fuente: (Aguirre Cardenas, et al., 2014)

Figura 53: Alcance, vista lateral



Fuente: (Aguirre Cardenas, et al., 2014)

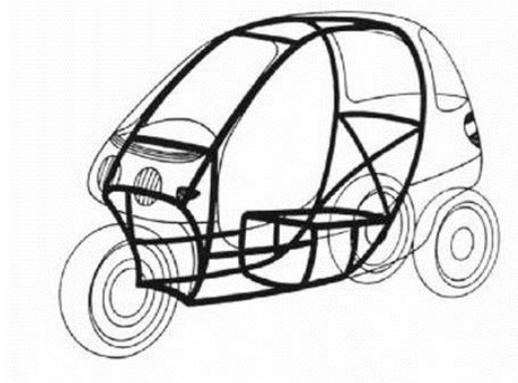
Figura 54: Ángulos de visibilidad



Fuente: (Verswyvel, 2008)

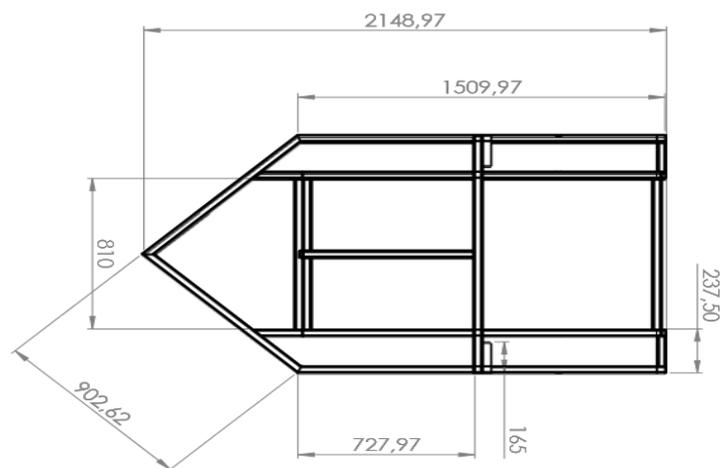
Anexo 3- Esquemas y dimensiones del chasis

Figura 55: Chasis tubular



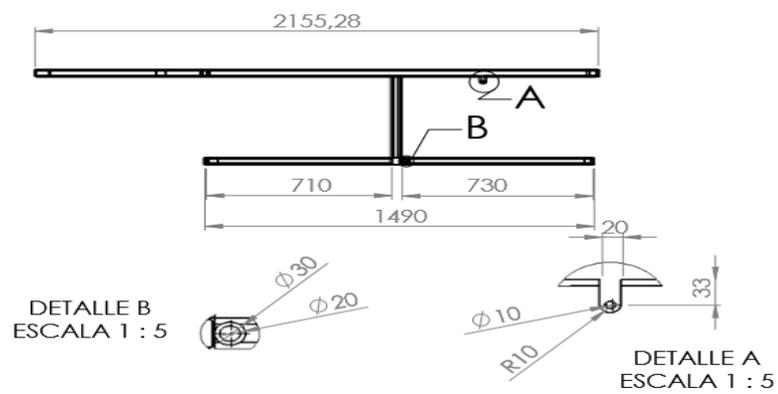
Fuente: ForoCoches.com (2005)

Figura 56: Dimensiones del chasis en mm.



Elaborado por: Los Investigadores

Figura 57 Vista lateral del chasis



Elaborado por: Los Investigadores

Anexo 4- Tabla de características

Tabla 20: Características acero estructural ASTM-A500

CARACTERÍSTICA	UNIDADES	VALOR
Densidad	g/cm ³	7,870
Módulo de Young	GPa	200,000
Coefficiente de Poisson	su	0,290
Límite de elasticidad	MPa	350,000
Resistencia máxima a la tracción	MPa	420,00
Conductividad Térmica	W/(m K)	52,000
Expansión lineal	su/c	0,0000120
Calor específico	J/(kg K)	0,486

Fuente: NTE INEN 2415, 2008 (pág. 1-5)

Anexo 5- Ensayo por líquidos penetrantes

Figura 58: Limpiador SKC-S de Spotcheck



Elaborado por: Los Investigadores

Figura 59: Penetrante SKL-SP1 de Spotcheck



Elaborado por: Los Investigadores

Figura 60: Revelador SKD-S2 de Spotcheck



Elaborado por: Los Investigadores

Figura 61: Aplicación guantes de Nitrilo



Elaborado por: Los Investigadores

Figura 62: Aplicación paño húmedo



Elaborado por: Los Investigadores

Figura 63: Respirador N95



Fuente: 3M, (s.f.)

Figura 64: Preparación de las superficies



Elaborado por: Los Investigadores

Figura 65: Preparación de las superficies



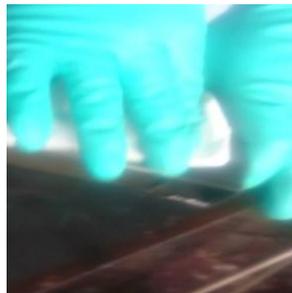
Elaborado por: Los Investigadores

Figura 66: Aplicación del Limpiador en las superficies



Elaborado por: Los Investigadores

Figura 67: Aplicación del Limpiador en las superficies



Elaborado por: Los Investigadores

Figura 68: Aplicación del penetrante en las superficies



Elaborado por: Los Investigadores

Figura 69: Aplicación del penetrante en las superficies



Elaborado por: Los Investigadores

Figura 70: Aplicación del penetrante en las superficies



Elaborado por: Los Investigadores

Figura 71: Aplicación del penetrante en las superficies



Elaborado por: Los Investigadores

Figura 72: Eliminación del penetrante en las superficies



Elaborado por: Los Investigadores

Figura 73: Eliminación del penetrante en las superficies



Elaborado por: Los Investigadores

Figura 74: Aplicación del revelador en las superficies



Elaborado por: Los Investigadores

Figura 75: Aplicación del revelador en las superficies



Elaborado por: Los Investigadores

Figura 76: Limpieza de las tintas



Elaborado por: Los Investigadores

Anexo 6- Ficha técnica de la motocicleta

Tabla 21: Características generales

Moto Shineray Xy 150i 150cc Año 2012			
Cilindrada (cc):	Recorrido:	Marca:	Marca del motor:
150cc	0	Otras Marcas	SHINERAY
Modelo:	Tipo:	Versión:	Año:
XY 150 I	Otros Tipos	2012	2012
Motor:	150cc,Sistema de Palillos		
Suspensión D:	Barra telescópicas Hidráulicas		
Suspensión P:	Amortiguadores Espiral		
Freno Delantero:	Disco Ventilado con mordaza de doble pistón		
Freno Posterior:	Tambor		
Luces :	Direccionales LED y Faro Alógenos		
Capacidad de Tanque :	13,5 Litros		
Accesorios:	Parilla posterior de gran capacidad de carga		
Encendido:	Eléctrico/pata y control remoto		
Emisión de Gases :	Sistema Canister		
Potencia:	10 hp		
Consumo de combustible:	10 km/l		
Peso	136 kg		
Carga máxima (kg)	250 Kg		

**Motor 4 tiempos Freno delantero de disco
Espaldar para pasajeros
150cc
COLORES: NEGRO, ROJO, AZUL**



Fuente: (Mercado Libre , (s.f.))

Anexo 7- Sistemas de transmisión

Figura 78: Sistema de transmisión por cadena



Fuente: (Todomotosp, 2013)

Figura 79: Sistema de transmisión por cardán



Fuente: (Todomotosp, 2013)

Figura 80: Sistema de transmisión por correas



Fuente: (Todomotosp, 2013)

Figura 81: Sistema de transmisión del prototipo



Elaborado por: Los Investigadores

Figura 82: Transmisión de potencia desde el motor al eje.



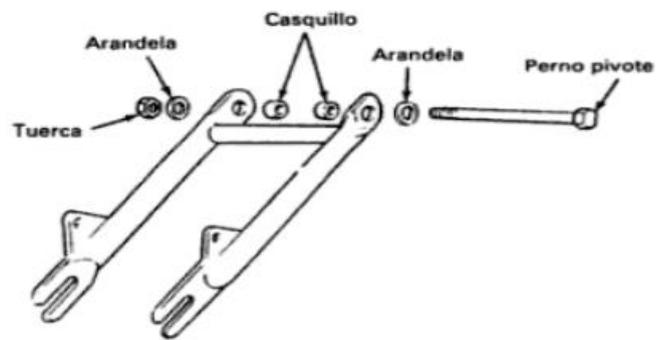
Elaborado por: Los Investigadores

Figura 83: Transmisión de potencia desde el eje a la rueda



Elaborado por: Los Investigadores

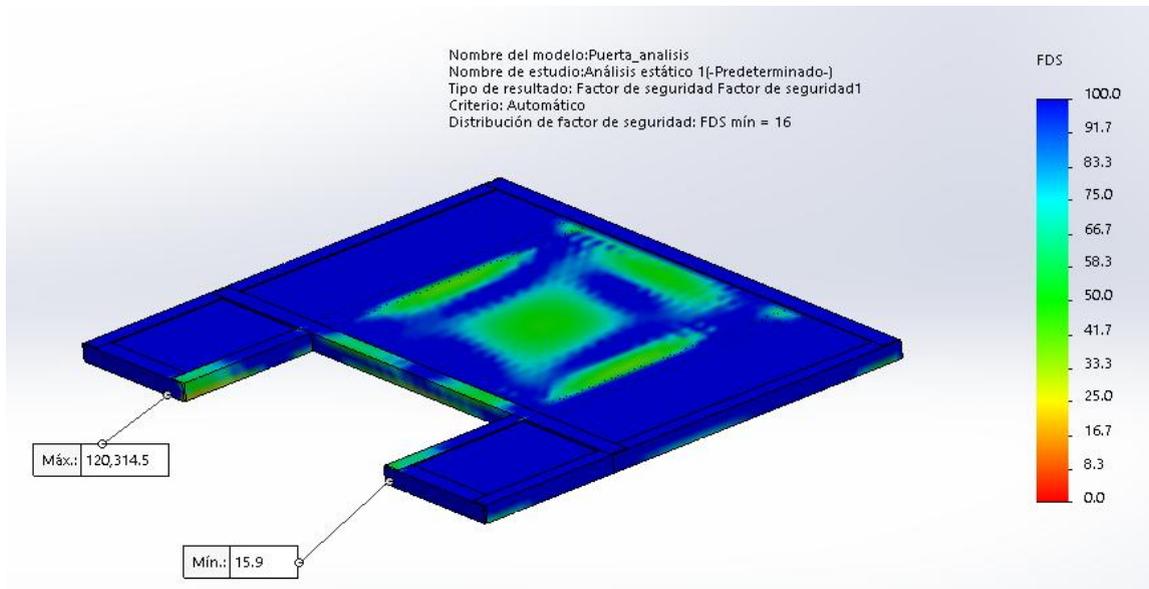
Figura 84: Partes de una Horquilla



Fuente: (Jara Salas & Quespaz Padilla, 2016)

Anexo 8- Sistemas de acceso

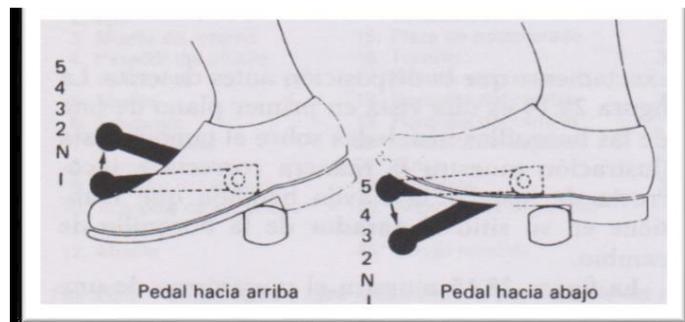
Figura 85: Factor de seguridad de la rampa de acceso



Elaborado por: Los Investigadores

Anexo 9 - Sistemas de cambios

Figura 86: Cambio de marchas en una moto



Fuente: (Crouse & Anglin, 1992 (pág. 360))

Anexo 10 – Tablan de masas según la norma NTE INEN 1323

Figura 87: Masa de ocupante según el tipo de servicio

Tipo de servicio	Masa de un ocupante (kg)	Masa mínima de equipaje de mano por pasajero (kg)	Masa mínima de equipaje a transportarse en bodegas porta equipajes (kg)	Espacio necesario por pasajero de pie (m ²)
Urbano	70	-	-	0,16
Urbano (escolar e institucional)	70	-	-	Sin pasajeros de pie
Interurbano (intraprovincial)	70	5	100 x Vol	0,16
Larga distancia (interprovincial y turismo)	70	5	100 x Vol	Sin pasajeros de pie

Fuente: (Jara Salas & Quespaz Padilla, 2016)

Anexo 11- Finalización de la Tricimoto

Figura 88 Tricimoto terminada



Elaborado por: Los Investigadores

Figura 89: Tricimoto vista lateral



Elaborado por: Los Investigadores

Figura 90: Tricimoto vista frontal



Elaborado por: Los Investigadores