

Diseño y desarrollo de un artefacto para cargar y transportar motocicletas que tengan un peso máximo de hasta 200 kg en vehículos utilitarios de más de 1800 cc.

Jesús David García Mendoza, Nelzon Andrés Velásquez Soler.

Trabajo de grado para optar al título de Diseñador Industrial

Director

José Miguel Enrique Higuera Marín

Doctor en Diseño

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas

Escuela de Diseño industrial

Bucaramanga

2025

### Dedicatoria

*Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi familia, especialmente a mi madre y abuela, por su amor incondicional y por estar siempre a mi lado, brindándome su apoyo en cada momento. Gracias también a mis amigos por su compañía y por ser una fuente constante de motivación. Agradezco especialmente a mi amigo Gerardo Torres, quien me ha apoyado incondicionalmente desde el inicio de mi carrera.*

*A todos mis profesores, gracias por impulsarme a seguir aprendiendo cada vez más y por mostrarme lo apasionante y gratificante que es el diseño industrial.*

*Dedico este trabajo a mi compañero de proyecto, Andrés, cuya colaboración y compromiso fueron fundamentales para el desarrollo y éxito de este proyecto.*

*Esta tesis es el resultado de un arduo esfuerzo y dedicación, y no podría haber sido posible sin el apoyo y consejo de todos ustedes. Gracias por ser parte del proceso, formar parte de mi vida y de este logro.*

*Jesús David García M.*

*Este proyecto ha sido un proceso en el cual se ha visto reflejado el esfuerzo y dedicación que nosotros como grupo de trabajo hemos tenido, sin embargo, no hubiera sido posible culminar de no ser por el apoyo de varias personas.*

*A mi familia por ser mi pilar fundamental. A mis padres por creer en mí y brindarme las herramientas para alcanzar mis metas, a mi hermana por su aliento constante, y por ser una fuente de inspiración y apoyo.*

*A mis amigos, quienes durante todo mi proceso académico fueron un fuerte apoyo e inspiración. Gracias por acompañarme en los momentos difíciles, por celebrar mis logros y por hacer esta etapa una experiencia memorable.*

*A mi director de proyecto Profesor Miguel Enrique Higuera, por su invaluable guía, paciencia y sabiduría. Su dedicación y compromiso han sido cruciales para la realización de este trabajo. Gracias por creer en mi capacidad y por ayudarme a crecer tanto profesional como personalmente.*

*A mi compañero de proyecto, Jesús, gracias por su colaboración, esfuerzo y dedicación a lo largo de este proceso. Juntos hemos superado retos y compartido logros, su apoyo ha sido fundamental para la culminación de este trabajo. Agradezco su compromiso y amistad en esta etapa de nuestras vidas.*

*Este logro no es mío, sino de todos ustedes. A todos, mi más sincero agradecimiento.*

*Nelson Andrés Velásquez S.*

### **Agradecimientos**

Finalizado el proyecto, es imperativo reconocer y agradecer a todas las personas que, de manera directa o indirecta, han contribuido al desarrollo de este. Una parte significativa de los resultados obtenidos se debe al incansable esfuerzo de nuestros profesores de la carrera de diseño industrial, y en particular, a la Escuela de Diseño Industrial. Su compromiso con el aprendizaje de los estudiantes augura un futuro prometedor, donde las necesidades y el crecimiento de los alumnos son el eje central.

Por otro lado, expresamos nuestra más profunda gratitud al profesor Miguel Higuera, quien nos guió por un camino lleno de experiencias enriquecedoras y un constante aprendizaje de nuevos conceptos, habilidades y herramientas particulares que contribuyeron en nuestra formación profesional. Su motivación nos inspiró a superar desafíos y alcanzar nuestras metas con dedicación y pasión.

Ahora bien, agradecemos también el invaluable apoyo de los profesionales y técnicos de distintas disciplinas, incluyendo ingenieros, diseñadores gráficos y especialistas en ergonomía, quienes aportaron sus conocimientos y experiencia durante la conceptualización y diseño del artefacto para el transporte de motocicletas. Su colaboración fue fundamental para asegurar la viabilidad y eficiencia del proyecto.

Cabe resaltar el apoyo incondicional del profesional en soldadura MIG, Jhon Anselmo Buitrago. Su vasta experiencia en la soldadura de estructuras metálicas fue fundamental para el éxito de este proyecto. Su asesoría y su impecable trabajo en la soldadura de partes fundamentales garantizaron la integridad y funcionalidad de la estructura. Su apoyo incondicional no solo fue clave para superar los desafíos técnicos, sino también para materializar este diseño con altos estándares de calidad y precisión.

Finalmente, queremos expresar nuestro agradecimiento a nuestros compañeros, familiares y amigos por su inquebrantable apoyo durante cada etapa del proceso de diseño. Agradecemos especialmente a los participantes de las pruebas por su disponibilidad y buena voluntad, esenciales para el éxito del proyecto.

**TABLA DE CONTENIDO**

Introducción.....	14
1. Planteamiento del problema.....	15
1.1 Descripción del problema .....	15
2. Justificación .....	15
3. Objetivos .....	16
3.1 Objetivo general.....	16
3.2 Objetivos específicos.....	16
4. Marco contextual.....	17
4.1 Moteros apasionados.....	17
4.2 Vehículos utilitarios .....	17
4.2.1 Capacidad de carga de los vehículos utilitarios.....	17
4.2.2 Tipos de vehículos utilitarios.....	18
4.2.2.1 SUV: .....	18
4.2.2.2 Pick up: .....	19
4.2.2.3 Crossover: .....	19
4.2.3 Especificaciones técnicas de los vehículos utilitarios .....	20
4.3 Motocicletas ligeras.....	21
4.3.1 Factores para tener en cuenta.....	21
4.3.2 Tipos de motos .....	23
4.3.3 Especificaciones técnicas de las motocicletas.....	25
4.4 Comparativa de especificaciones técnicas (vehículos utilitarios vs motocicletas) 27	
4.5 Normativas y Regulaciones de seguridad relacionados con el transporte de motocicletas en vehículos utilitarios en Colombia. ....	27
4.5.1 Código Nacional de Tránsito .....	27
4.5.2 Resolución 1565 de 2014.....	28
4.5.3 Norma Técnica Colombiana NTC 5613 .....	30
4.6 Benchmarking.....	31
5. Metodología .....	37
5.1 Metodología orientada al desarrollo del producto.....	37
5.2 Fase 1, Planeación .....	39
5.2.1 Usuario arquetipo .....	39
5.2.2 Matriz DOFA (identificación de restricciones del artefacto).....	41
5.2.3 Encuesta para identificación de necesidades del usuario. ....	42
5.3 Fase 2, Desarrollo de conceptos .....	43

5.3.1 Requerimientos.....	43
5.3.2 Diagrama FAST.....	45
5.3.3 Matriz morfológica.....	46
5.3.4 Alternativas de diseño.....	47
5.3.5 Matriz de criterios funcionales .....	51
5.4 Fase 3, Integración del concepto .....	53
5.4.1 Diagrama de procesos .....	53
5.4.2 Alternativa final .....	54
5.4.3 Modelo de media fidelidad .....	55
5.5 Fase 4, Validaciones, comprobaciones y verificaciones .....	57
5.5.1 Prototipo funcional.....	57
5.5.2 Protocolos de validación, comprobaciones y verificaciones .....	58
5.5.2.1 Comprobaciones y verificaciones .....	59
5.5.2.2 Procedimiento de comprobaciones .....	60
5.5.2.2.1 Comprobación de protección. ....	60
5.5.2.2.2 Comprobación de resistencia. ....	60
5.5.2.2.3 Comprobación de compatibilidad .....	61
5.5.2.2.4 Comprobación de peso.....	61
5.5.2.3 Protocolo de Validaciones .....	61
5.5.2.3.1 Hipótesis de funcionamiento.....	62
5.5.2.3.2 Esquema experimental .....	62
5.5.2.3.3 Descripción muestra de participantes .....	62
5.5.2.3.4 Criterios de inclusión .....	63
5.5.2.3.5 Criterios de exclusión .....	63
5.5.2.3.6 Equipos y herramientas.....	64
5.5.2.3.7 Consentimiento informado.....	65
5.5.2.3.8 Procedimiento de la prueba.....	65
5.5.2.3.9 Evidencia fotográfica de las validaciones y comprobaciones.....	66
5.6 Fase 5, Diseño en detalle .....	67
5.6.1 Prototipo final.....	67
5.6.2 Planos técnicos .....	68
5.6.3 Diagrama de procesos de fabricación.....	69
5.6.4 Manual de uso .....	70
5.6.5 Matriz de costos.....	70

5.7 Fase 6, análisis de resultados.....	71
5.7.1 Resultados de comprobaciones .....	71
5.7.1.1 Resultados: Comprobación de protección .....	71
5.7.1.2 Resultados: Comprobación de resistencia .....	71
5.7.1.3 Resultados: Comprobación de compatibilidad .....	72
5.7.1.4 Resultados: Comprobación de peso .....	72
5.7.2 Resultados de verificaciones.....	73
5.7.3 Resultados de validaciones.....	74
5.7.4 Conclusiones de validaciones .....	77
5.7.5 Conclusiones finales .....	77
5.7.5.1 Limitaciones del proyecto.....	78
5.7.5.2 Conclusiones para trabajos futuros .....	78
5.7.6 Recomendaciones de mejora:.....	79
Referencias bibliográficas.....	81
Apéndices.....	87

**LISTA DE TABLAS**

Tabla 1. Parámetros técnicos de los vehículos utilitarios .....	21
Tabla 2. Máximos y mínimos de las motocicletas.....	26
Tabla 3. Ancho de los vehículos vs largo de las motocicletas .....	27
Tabla 4. Benchmarking producto 1 .....	31
Tabla 5. Benchmarking producto 2.....	32
Tabla 6. Benchmarking producto 3.....	33
Tabla 7. Benchmarking producto 4.....	33
Tabla 8. Benchmarking producto 5.....	34
Tabla 9. Benchmarking producto 6.....	35
Tabla 10. Tabla comparativa de atributos.....	36
Tabla 11. Metodología detallada por etapas.....	37
Tabla 12. Matriz DOFA.....	41
Tabla 13. Requerimientos Design Thinking .....	44
Tabla 14. Requerimiento Design for Manufacturing.....	45
Tabla 15. Matriz de criterios funcionales, Parte 1.....	51
Tabla 16. Matriz de criterios funcionales, Parte 2.....	52
Tabla 17. Requerimientos vs protocolo de verificaciones y comprobaciones.....	59
Tabla 18. Esquema experimental .....	62
Tabla 19. Frecuencia y edad de los participantes.....	63
Tabla 20. Criterios de inclusión.....	63
Tabla 21. Criterios de Exclusión.....	64
Tabla 22. Equipos y herramientas para validar .....	64
Tabla 23. Resultados de verificaciones.....	73

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Capacidad de carga "vehículos utilitarios" .....	18
Figura 2. Usuario Arquetipo.....	40
Figura 3. Encuesta para identificación de necesidades.....	43
Figura 4. Diagrama F.A.S.T.....	46
Figura 5. Matriz Morfológica .....	47
Figura 6. Alternativa de diseño 1 .....	48
Figura 7. Alternativa de diseño 2 .....	48
Figura 8. Alternativa de diseño 3 .....	49
Figura 9. Alternativa de diseño 4 .....	49
Figura 10. Alternativa de diseño 5 .....	50
Figura 11. Alternativa de diseño 6 .....	50
Figura 12. Diagrama de procesos .....	54
Figura 13. Alternativa de diseño final.....	55
Figura 14. Modelo de media fidelidad.....	56
Figura 15. Ajustes en Modelo CAD .....	57
Figura 16. Prototipo funcional.....	58
Figura 17. Respuestas del consentimiento informado .....	65
Figura 18. Render ATM3 .....	67
Figura 19. Prototipo final ATM3.....	68
Figura 20. Cartas de producción .....	68
Figura 21. Diagrama de procesos de fabricación.....	69
Figura 22. Manual de ensamble y uso .....	70
Figura 23. Resumen Matriz de costos de fabricación.....	71
Figura 24. Evidencia análisis mecánico en SolidWorks .....	72
Figura 25. Comprobación de peso del artefacto .....	73
Figura 26. Esfuerzo percibido bajando la motocicleta pequeña.....	74
Figura 27. Esfuerzo percibido subiendo la motocicleta robusta.....	75
Figura 28. Análisis del movimiento de la motocicleta pequeña. ....	76
Figura 29. Análisis del movimiento de la motocicleta más robusta.....	76

**LISTA DE APÉNDICES**

Apéndice A. Encuesta para identificación de necesidades.....	87
Apéndice B. Modelo de media fidelidad .....	93
Apéndice C. Construcción prototipo funcional.....	94
Apéndice D. Consentimiento informado .....	96
Apéndice E. Evidencia fotográfica validaciones.....	97
Apéndice F. Evidencia fotográfica comprobaciones.....	100
Apéndice G. Planos técnicos.....	104
Apéndice H. Diagrama de procesos .....	129
Apéndice I. Manual de uso .....	130
Apéndice J. Matriz de costos .....	131
Apéndice K. Encuesta prueba de esfuerzo .....	132
Apéndice L. Análisis y videos Kinovea.....	134

## Glosario

**Off Road:** se refiere a la conducción o uso de vehículos en terrenos no pavimentados, como caminos de tierra, lodo, arena, rocas o nieve. También puede hacer referencia a deportes, equipos y actividades diseñadas para condiciones fuera de carretera.

**Benchmarking:** es el proceso de analizar y comparar tendencias, estilos, técnicas y enfoques utilizados en productos, marcas o interfaces exitosas para mejorar la propia propuesta de diseño. Se utiliza para inspirarse, identificar estándares de calidad y comprender qué funciona mejor en términos de usabilidad, estética y experiencia del usuario.

**Tiro de arrastre:** es un dispositivo metálico instalado en la parte trasera de un vehículo que permite conectar y remolcar cargas como remolques, caravanas, plataformas o portaequipajes. Existen diferentes tipos según la capacidad de carga y el tipo de remolque, como el enganche de bola, de quinta rueda o de cuello de cisne.

**Calzo de rueda:** es un dispositivo, generalmente de forma triangular o en cuña, utilizado para inmovilizar las ruedas de un vehículo y evitar su movimiento involuntario. Se usa en estacionamientos en pendiente, en vehículos de carga y en mantenimiento automotriz para mayor seguridad. Los calzos pueden estar hechos de materiales como goma, metal o plástico resistente.

**Portamoto:** es un accesorio diseñado para transportar motocicletas de manera segura en un vehículo. Puede ser de diferentes tipos, como plataformas que se montan en el tiro de arrastre. Suelen incluir rampas y sistemas de sujeción para facilitar la carga y el transporte.

**Design Thinking:** enfoque metodológico centrado en crear soluciones innovadoras a partir de la empatía, la creatividad y la experimentación. Se enfoca en las necesidades del usuario y fomenta la colaboración entre personas de diferentes disciplinas y perspectivas.

**Design for Manufacturing:** es un enfoque de diseño enfocado en optimizar un producto para que sea más fácil, eficiente y económico de fabricar. Consiste en adaptar el diseño para reducir costos, minimizar desperdicios, simplificar ensamblajes y mejorar la calidad del producto final.

**Matriz DOFA:** se usa para evaluar un proyecto, producto o marca desde una perspectiva estratégica, permitiendo identificar áreas de mejora y oportunidades creativas.

**Matriz morfológica:** es una herramienta creativa utilizada para generar y evaluar diferentes soluciones de diseño. Se basa en descomponer un problema en sus elementos clave (formas, materiales, colores, funcionalidades, etc.) y listar distintas opciones para cada uno. Luego, se combinan estas opciones para explorar múltiples alternativas de diseño.

**Usuario arquetipo:** Un usuario arquetipo es una representación ficticia pero realista de un tipo de usuario ideal para un producto o servicio. Se basa en datos de investigación y describe características como comportamientos, necesidades, motivaciones y frustraciones.

**Diagrama FAST:** herramienta utilizada para visualizar y descomponer un proceso, producto o sistema en sus componentes funcionales. Su propósito es identificar las relaciones entre las funciones de un sistema y cómo cada una contribuye a alcanzar el objetivo final.

**Matriz de criterios funcionales:** es una herramienta utilizada para evaluar y comparar diferentes conceptos o soluciones de diseño según criterios previamente definidos. Su objetivo es tomar decisiones fundamentadas y seleccionar la mejor opción en función de su desempeño en distintos aspectos clave.

**Modelo CAD:** Un modelo CAD (Computer-Aided Design) es una representación digital tridimensional o bidimensional de un objeto, creada mediante software de diseño asistido por computadora. Estos modelos se utilizan en ingeniería, arquitectura, diseño industrial y manufactura para visualizar, analizar y optimizar productos antes de su fabricación.

**ATM:** Siglas de abreviación de Artefacto de transporte de motocicletas.

**Kinovea:** es un software gratuito de análisis de video diseñado para estudiar el movimiento en deportes, rehabilitación y biomecánica. Permite capturar, medir y analizar el rendimiento de atletas o cualquier objeto en movimiento mediante herramientas como reproducción en cámara lenta, medición de ángulos y trayectorias, comparación de videos y anotaciones.

**Soldadura MIG:** es un proceso de soldadura por arco en el que se usa un electrodo de alambre continuo y un gas protector (como argón o CO<sub>2</sub>) para fundir y unir metales.

## Resumen

**Título:** Diseño y desarrollo de un artefacto para cargar y transportar motocicletas que tengan un peso máximo de hasta 200 kg en vehículos utilitarios de más de 1800 cc. \*

**Autor:** Jesús David García Mendoza, Nelzon Andrés Velásquez Soler. \*\*

**Palabras clave:** Motocicletas, transporte de motocicletas, transporte, artefactos para automóviles.

### Descripción:

Este proyecto presenta el proceso de diseño y desarrollo de un artefacto para cargar y transportar motocicletas de hasta 200 kg en vehículos utilitarios de más de 1800 CC, con el objetivo principal de proporcionar una solución eficiente y confiable que garantice la seguridad tanto de las motocicletas como de los vehículos anfitriones (vehículos utilitarios) durante el transporte. El documento incluye una descripción detallada del enfoque adoptado, basándose en datos científicos y principios de diseño. En primer lugar, se investigaron las necesidades actuales respecto al transporte de motocicletas, el paso a seguir fue establecer parámetros específicos para el diseño, considerando dimensiones, peso, estabilidad y facilidad de uso. El proceso de diseño condujo al desarrollo de un concepto de artefacto que aborda los desafíos planteados presentes en este documento. Ahora bien, durante el proceso de diseño se utilizaron herramientas de modelado y simulación para evaluar la resistencia, estabilidad y seguridad del diseño propuesto en diversas condiciones de carga y movimiento. El resultado de dicho proceso es un prototipo funcional del artefacto, respaldado por un informe técnico que documenta todas las etapas del proceso de diseño. Asimismo, se presenta un análisis de viabilidad para evidenciar el potencial en el mercado del artefacto. El resultado final mejora significativamente la seguridad y comodidad a la hora de transportar motocicletas en vehículos utilitarios.

---

\*Trabajo de Grado

\*\*Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Diseño Industrial. Diseño Industrial.  
Director: José Miguel Enrique Higuera Marín. Doctor en Diseño.

### Abstract

**Title:** Design and development of a device for loading and transporting motorcycles with a maximum weight of up to 200 kg in utility vehicles with an engine capacity of more than 1800 cc. \*

**Author(s):** Jesús David García Mendoza, Nelzon Andrés Velásquez Soler. \*\*

**Key Words:** Motorcycles, motorcycle transport, transportation, automobile appliances.

#### Description:

This project outlines the design and development process of a device to load and transport motorcycles up to 200 kg in utility vehicles of more than 1800 CC. The main objective is to provide an efficient and reliable solution that guarantees the safety of both motorcycles and host vehicles (utility vehicles) during transportation. The document includes a detailed description of the approach taken, based on scientific data and design principles. Firstly, the current needs regarding the transportation of motorcycles were investigated. The next step was to establish specific parameters for the design, considering dimensions, weight, stability, and ease of use. The design process led to the development of an artifact concept that addresses the challenges presented in this document. However, during the design process, modeling and simulation tools were used to evaluate the strength, stability, and safety of the proposed design under various loading and movement conditions. The result of this process is a functional prototype of the artifact, supported by a technical report that documents all stages of the design process. Likewise, a feasibility analysis is presented to demonstrate the market potential of the artifact. The final result significantly improves safety and comfort when transporting motorcycles in utility vehicles.

---

\*Bachelor Thesis

\*\*Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Diseño Industrial. Diseño Industrial.  
Director: José Miguel Enrique Higuera Marín. Doctor en Diseño.

## Introducción

En el contexto de la movilidad en Colombia, las motocicletas desempeñan un papel de vital importancia en la vida cotidiana y representan una parte significativa del panorama vehicular nacional. De hecho, constituyen alrededor del 61% del parque automotor total, equivalente a una cifra de 10.937.652 motocicletas en todo el país. (Ministerio de Transporte de Colombia. Informe del Parque Automotor en Colombia - Año 2022). Por tanto, queda claro que estas máquinas de dos ruedas se han convertido en una parte fundamental de la movilidad en el país. Entre los amantes de las motos, un grupo especial de entusiastas, a quienes llamaremos "Moters Apasionados", destaca por su afán de aventura los fines de semana. Estos motociclistas tienen un deseo claro: llevar sus motocicletas en camionetas SUV, crossovers o pick-up, comúnmente conocidas como "vehículos utilitarios", para explorar a fondo los diversos destinos turísticos y sitios de difícil acceso. Sin embargo, este deseo se enfrenta a un desafío: ¿Cómo transportar sus motos de manera segura y eficiente en estos vehículos? Si bien existen regulaciones para el transporte de estas en vehículos automotores, actualmente se carece de un artefacto especialmente diseñado que permita abordar este desafío de manera eficaz y cómoda. Es en este contexto que surge la imperante necesidad de buscar una solución que permita un transporte seguro y conveniente de estas valiosas máquinas. Este proyecto tiene como objetivo brindar una solución que permita a los Moters Apasionados disfrutar plenamente de sus aventuras de fin de semana.

Este proyecto se propone enfrentar este desafío, considerando tanto a los motociclistas, quienes buscan soluciones para llevar sus motocicletas a distancias mayores de manera segura, como a los conductores de automóviles, quienes necesitan salvaguardar la integridad de sus vehículos mientras transportan motocicletas. En este sentido, el enfoque central de este trabajo se concentra en el diseño y desarrollo de un artefacto que permita el transporte confiable de motocicletas de hasta 200 Kg en vehículos utilitarios de más de 1800 cc.

## **1. Planteamiento del problema**

### **1.1 Descripción del problema**

El corazón de este proyecto radica en la necesidad de encontrar una solución adecuada para el transporte seguro y eficiente de motocicletas en vehículos utilitarios. Los Moteros Apasionados, que representan un segmento creciente de la población de motociclistas en Colombia, desean aprovechar al máximo sus viajes de fin de semana. Para ellos, la motocicleta es el medio perfecto para explorar lugares remotos y disfrutar de experiencias únicas, pero se enfrentan al desafío de cómo llevar sus motos en sus vehículos utilitarios para llegar a esos destinos. La falta de un artefacto específicamente diseñado para el transporte de motocicletas en vehículos utilitarios limita la comodidad y seguridad de estos viajes. Los Moteros Apasionados buscan una solución que les permita llevar sus motos de manera segura, evitando daños tanto a las motocicletas como a los vehículos anfitriones, y lo hacen sin sacrificar la eficiencia y el disfrute de la experiencia de viaje.

## **2. Justificación**

Según el Ministerio de Transporte de Colombia, en el año 2022 se registraron un total de 10.9 millones de motocicletas en el país. Esta cifra representa un asombroso 61% del parque automotor total de Colombia (Ministerio de Transporte de Colombia. Informe del Parque Automotor en Colombia - Año 2022). El rápido aumento en la popularidad de las motocicletas como medio de transporte demuestra una tendencia constante hacia su uso en la movilidad diaria.

Este proyecto se enfoca específicamente en el segmento de motociclistas conocidos como "Moteros Apasionados", aquellos que están dispuestos a invertir tiempo y recursos en viajes de aventura los fines de semana. Según encuestas realizadas por la Asociación de Motociclistas de Colombia (Asomocol), el 84% de los motociclistas entrevistados expresaron un interés positivo en una solución que les permitiera transportar sus motocicletas en sus vehículos utilitarios (Asociación de Motociclistas de Colombia -Asomocol- Encuesta sobre transporte de motocicletas en automóviles, 2022.). Estos datos subrayan claramente la demanda latente de una solución eficaz y conveniente para este grupo específico de motociclistas.

Además, el turismo interno en Colombia está experimentando un auge considerable. El país es conocido por su belleza natural y diversos destinos turísticos, desde playas tropicales hasta montañas escarpadas. Proporcionar a los Moteros Apasionados la capacidad de llevar sus motocicletas en sus vehículos utilitarios no solo mejora su experiencia de viaje, sino que también fomenta el turismo interno, ya que pueden explorar de manera más completa y cómoda los paisajes colombianos y áreas de difícil acceso. Este proyecto contribuye al desarrollo económico y turístico del país al ofrecer una solución que satisface las necesidades cambiantes de movilidad y exploración de un grupo importante de viajeros.

### **3. Objetivos**

#### **3.1 Objetivo general**

Diseñar, desarrollar y construir un artefacto que permita cargar y transportar de manera segura y eficiente motocicletas en automóviles utilitarios, brindando la versatilidad de llevar las motocicletas a destinos turísticos y sitios de difícil acceso en los viajes que realicen los “Moteros Apasionados” en Colombia.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Establecer las especificaciones técnicas y de diseño requeridas para desarrollar un artefacto eficiente que permita el transporte de motocicletas en camionetas SUV, crossover o pick-up.
- Evaluar la seguridad del artefacto durante el proceso de carga, transporte y descarga de las motocicletas en vehículos utilitarios, asegurando que cumpla con las normativas de seguridad vial y protección de las motocicletas.
- Identificar el rango de resistencia de los anclajes para garantizar una sujeción segura y efectiva del artefacto al vehículo utilitario, asegurando así su correcto funcionamiento y estabilidad durante su uso.
- Identificar por medio de un análisis mecánico mediante el método de elementos finitos y simulaciones la resistencia y rendimiento del artefacto, garantizando así su robustez y seguridad en diversas condiciones de uso.

## **4. Marco contextual**

### **4.1 Moteros apasionados**

Los "moteros apasionados" son individuos que poseen una profunda devoción por las motocicletas y la cultura que las rodea. Más allá de verlas como simples vehículos, las consideran una extensión de sí mismos, desarrollando una conexión emocional única con sus motos. Expertos en su funcionamiento técnico, desde motores hasta sistemas de suspensión, no solo disfrutan de conducir las, sino también de personalizarlas según sus gustos y necesidades. Participan activamente en la cultura motera, asistiendo a eventos, rallys y encuentros, y valoran la historia y las marcas icónicas del mundo de las motocicletas. La seguridad en la carretera es fundamental para ellos, equipándose adecuadamente y respetando las normas de tráfico. Además, valoran profundamente la historia del motociclismo y su impacto cultural, mostrando un respeto reverencial por las leyendas y las motos clásicas que han dejado una huella significativa en el mundo de las dos ruedas.

### **4.2 Vehículos utilitarios**

En este proyecto, el término "vehículos utilitarios" se refiere específicamente a camionetas SUV, crossovers y pick-up, cuya robusta capacidad estructural los posiciona como vehículos idóneos para el transporte seguro y eficiente de motocicletas. Estos vehículos están diseñados con enfoques multi funcionales que abarcan tareas cotidianas, así como labores de carga, transporte de pasajeros y actividades especializadas. Además de su resistencia, los vehículos utilitarios se distinguen por su flexibilidad y adaptabilidad, lo que les permite desempeñarse de manera óptima en una amplia gama de entornos y condiciones de conducción. Recuperado de (Q, O. (2023b). Vehículos utilitarios: ¿Qué son y cuáles son sus ventajas? Ubícalo®).

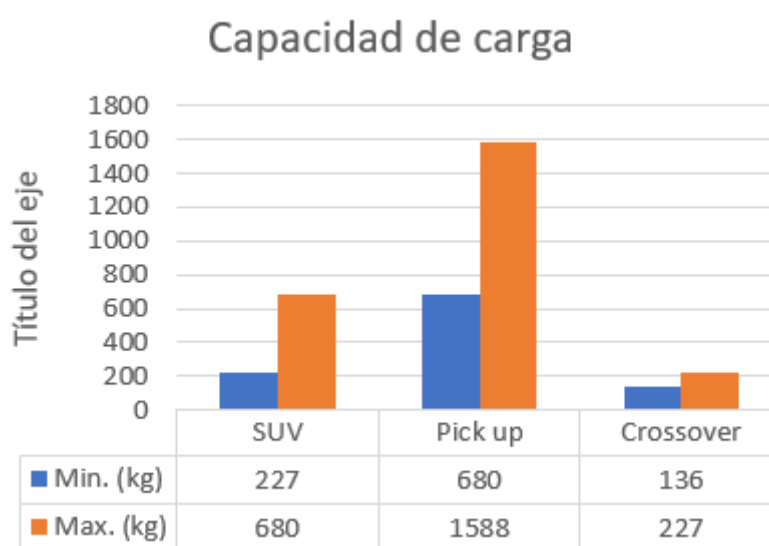
#### **4.2.1 Capacidad de carga de los vehículos utilitarios**

Este tipo de vehículos están diseñados para transportar cargas más pesadas que los automóviles convencionales. La capacidad de carga puede variar desde alrededor de 500 libras (227 kilogramos) para algunos SUV y crossovers más pequeños, hasta varias toneladas para

pick-ups más grandes y robustas. La capacidad de carga también puede estar influenciada por otros factores, como la distribución de peso, la suspensión y la configuración específica del vehículo. Es crucial considerar las capacidades de carga específicas al diseñar un artefacto para el transporte de motocicletas en estos vehículos utilitarios, para garantizar la seguridad y la eficiencia del transporte.

**Figura 1**

**Capacidad de carga "vehículos utilitarios"**



*Fuente: Caosciencia.com, parabrisas.perfil.com.*

Es importante tener en cuenta que estas cifras son estimaciones generales y pueden diferir dependiendo de las especificaciones del modelo y las opciones adicionales de equipamiento.

#### 4.2.2 Tipos de vehículos utilitarios

##### 4.2.2.1 SUV:

La definición de SUV es Sport Utility Vehicle (vehículo utilitario deportivo). Se trata de un auto que se adapta a las actividades de ocio al aire libre junto con la practicidad diaria. Se caracterizan por tener una carrocería elevada que suele ser más alta en comparación con los automóviles convencionales. Esto proporciona una posición de conducción más elevada y una mejor visibilidad de la carretera. Los SUV pueden tener tracción en las ruedas delanteras (FWD), tracción en las ruedas traseras (RWD), tracción en las cuatro ruedas (4WD) o incluso

sistemas de tracción total (AWD) que se adaptan automáticamente a las condiciones de la carretera. Recuperado de (¿Qué es una SUV? todo lo que tienes que saber | Noticias | Kia Perú. (s. f.). Kia Perú). & (García, G. (2017). Es necesario hablarlo: ¿Cómo se clasifican los SUV según su tamaño? Motorpasión México).

#### **4.2.2.2 Pick up:**

Las camionetas pickups, comúnmente conocidas como "pick ups" o "camionetas de carga", son vehículos que se caracterizan por tener una cabina de pasajeros y una plataforma de carga abierta en la parte trasera, conocida como caja o cama de carga. Estas camionetas son ampliamente utilizadas en una variedad de aplicaciones debido a su versatilidad y capacidad de carga.

Pueden tener tambos variados como lo pueden ser las pickups compactas las cuales son más pequeñas y generalmente tienen una capacidad de carga menor. Son adecuadas para uso personal y ocasional de carga, también están las pickups medianas que ofrecen un equilibrio entre tamaño y capacidad de carga. Son populares tanto para uso personal como comercial, por último, están las pick ups full-size que son más grandes y tienen una mayor capacidad de carga. Son ideales para aplicaciones comerciales y de trabajo pesado. Recuperado de (Yaiza. (2021, 2 junio). ¿Qué es un vehículo pick up? | Renting Finders. Renting Finders).

#### **4.2.2.3 Crossover:**

Los vehículos crossover son una categoría de vehículos que combina características de los automóviles de pasajeros y los SUV (Vehículos Utilitarios Deportivos). Estos vehículos han ganado popularidad debido a su versatilidad, diseño compacto y capacidad de adaptación a diversas necesidades de los conductores.

Los crossovers suelen tener un diseño de carrocería compacta, similar al de un automóvil, pero con una mayor altura respecto al suelo en comparación con los automóviles tradicionales. A diferencia de los SUV, este tipo de vehículos generalmente tienen una altura más baja, lo que facilita la entrada y salida, así como la conducción en carreteras pavimentadas. Los crossovers están diseñados principalmente para la conducción en carreteras pavimentadas

y son ideales para el uso diario en la ciudad y viajes en carretera. Son populares entre una amplia gama de conductores, incluyendo familias, conductores individuales y aquellos que buscan un vehículo versátil y cómodo.

Recuperado de (León, A. (2023, 8 septiembre). ¿Qué es un coche crossover? diferencias con los SUV. Carnovo). & (Pascual, J. D. (2020, 12 octubre). ¿Qué es un crossover y en qué se diferencia de un SUV? Motor.es).

#### **4.2.3 Especificaciones técnicas de los vehículos utilitarios**

Para poder dimensionar el artefacto a diseñar debemos tener en cuenta ciertos parámetros técnicos, necesarios para dimensionar adecuadamente el soporte. La claridad y precisión de estas especificaciones son fundamentales para asegurar que el diseño cumpla con los estándares de funcionalidad, y que se ajuste a las necesidades y expectativas de los usuarios. Por tanto, se recopilieron dichos datos en una tabla la cual nos permitirá establecer un marco claro para las pruebas y validaciones posteriores, asegurando que el producto final sea seguro, eficiente y confiable. La tabla de especificaciones técnicas será, por tanto, una herramienta importante para guiar nuestro desarrollo de diseño del artefacto.

**Tabla 1.***Parámetros técnicos de los vehículos utilitarios*

Tipo	Modelo	Cilindraje	Ancho sin espejos retrovisores(cm)	Ancho con espejos retrovisores(cm)	Altura del suelo(cm)
<b>Crossover</b>	Nissan Juke	1997	180	198.3	18
	Honda HR-V	1996	179	202.9	18.8
	Mazda CX-30	1998	179.5	204	17.5
	Kia Seltos	1999	180	208.9	19
	Hyundai Kona	1998	180	207.9	17
<b>SUV</b>	Nissan Qashqai	1997	180.6	207	18
	Mazda CX-5	2488	184	211.4	18.5
	Hyundai Tucson	1999	186.5	208.9	17
	Toyota RAV4	2487	186	215.4	19
	Honda CR-V	1997	185.5	211.7	20.8
	Chevrolet Captiva	2384	184.9	208.4	20
<b>Pick-up</b>	Mitsubishi L200	2442	181.5	211	20.5
	Nissan Frontier	2488	185	209.6	22.7
	Toyota Hilux	2755	185.5	201.6	28.6
	Ford Ranger	3198	186	216	23.5
	Chevrolet Colorado	2800	188.7	213	22.2

*Fuente: Páginas oficiales del fabricante.*

### 4.3 Motocicletas ligeras

Las motos que hay en el mercado pueden pesar entre 45 a 200 kilogramos, siendo este un factor que puede cambiar la experiencia de manejo de la moto, como lo pueden ser la maniobrabilidad, rendimiento de combustible, comodidad, entre otros. Las motocicletas ligeras son un segmento de motos muy amplio con diferentes características. Son motos que normalmente no pesan más de 200 kg, además de no tener un cilindraje mayor a 500 centímetros cúbicos.

#### 4.3.1 Factores para tener en cuenta

- 1) **Maniobrabilidad:** debido a su bajo peso (igual o inferior a 200 kilogramos) son motos que no son difíciles de manipular, lo cual ayuda en algunas situaciones como lo puede

ser la conducción en ciudad.

- 2) **Altura:** La altura del asiento de las motocicletas ligeras varía para adaptarse a las diferentes estaturas de los conductores y proporcionar de esta manera una experiencia de conducción cómoda. A continuación, se presentan unas estimaciones generales las cuales pueden variar según el modelo y la marca de la motocicleta:
  - Altura del asiento baja (aproximadamente 700-800 mm): Ideal para conductores de estatura baja (menos de 1.70 m). Proporciona una posición de asiento más baja para facilitar el alcance al suelo.
  - Altura del asiento media (aproximadamente 800-900 mm): Adecuada para una variedad de alturas de conductores (1.70 m a 1.80 m). Ofrece un buen equilibrio entre comodidad y accesibilidad.
  - Altura del asiento alta (más de 900 mm): Recomendada para conductores más altos (más de 1.80 m). Proporciona una posición de conducción más erguida.
- 3) **Ancho del manillar:** El ancho del manillar de las motocicletas ligeras puede variar dependiendo del modelo, sin embargo, suelen tener una medida de extremo a extremo de entre 28 a 32 pulgadas (71 a 81 centímetros).
- 4) **Ángulo de dirección o giro:** El ángulo de giro o la capacidad de giro del manillar también puede variar dependiendo del diseño de la motocicleta y el tipo de suspensión. En general, el ángulo de giro puede oscilar entre 30 a 40 grados en cada dirección.
- 5) **Tamaño de las ruedas:** Las motocicletas ligeras pueden variar en cuanto al tamaño de las ruedas, pero por lo general, suelen tener ruedas más pequeñas en comparación con motocicletas de mayor cilindrada. El tamaño promedio de las ruedas en motocicletas ligeras varía entre:
  - Rueda delantera: Suele estar en el rango de 17 a 19 pulgadas de diámetro.
  - Rueda trasera: También suele estar en el rango de 17 a 19 pulgadas de diámetro.Estos son promedios y pueden variar según el tipo específico de motocicleta. Las motos de enduro pueden tener ruedas más grandes para enfrentar terrenos irregulares, mientras que las motos de calle más pequeñas pueden tener ruedas más pequeñas para mejorar

la agilidad y la maniobrabilidad en entornos urbanos

#### 4.3.2 Tipos de motos

- **Scooters:** Se caracterizan por su diseño compacto y su capacidad para transportar a una o dos personas. Están diseñados principalmente para desplazamientos urbanos y son conocidos por su maniobrabilidad y eficiencia en el consumo de combustible. Suelen tener ruedas pequeñas, lo que les permite ser ágiles y fáciles de maniobrar en el tráfico urbano.
- **Naked:** Las motocicletas naked, también conocidas como "naked bikes" o simplemente "naked," son un tipo de motocicleta que se caracteriza por su diseño minimalista y despojado de carenados o caretas que cubren el motor y otras partes de la moto. El término "naked" proviene del inglés y significa "desnuda," haciendo referencia a la exposición del motor y otras partes mecánicas.
- **Deportivas:** Las motos deportivas son un tipo de motocicletas diseñadas específicamente para ofrecer un alto rendimiento y velocidad en carreteras y circuitos. Estas motos están diseñadas pensando en la velocidad, la agilidad y la capacidad de maniobra. Suelen estar equipadas con carenados completos que cubren gran parte de la moto para mejorar la aerodinámica.
- **Enduro:** Las motos enduro son un tipo específico de motocicleta diseñadas para enfrentar una variedad de terrenos y condiciones de conducción, incluyendo caminos pavimentados, terrenos off-road y terrenos destapados. Estas motos son conocidas por su versatilidad y capacidad para sortear obstáculos en terrenos diversos.
- **Doble propósito:** Las motos de doble propósito, también conocidas como "dual-sport motorcycles" en inglés, son un tipo específico de motocicletas diseñadas para ser versátiles y capaces de adaptarse tanto a la conducción en carretera como a la conducción off-road o todoterreno, lo que las hace ideales para una variedad de actividades y estilos de conducción.

- **Café racer:** Estas motocicletas se caracterizan por tener un diseño aerodinámico y minimalista, con un manillar bajo y asientos planos e individuales. Las ruedas tienen llantas del mismo diámetro y calzan neumáticos lisos para una conducción deportiva y un buen agarre. El escape es recto y generalmente se encuentra por debajo del asiento.
- **Chopper:** Las motos chopper son emblemáticas en países como Estados Unidos, ya que se diseñan con un enfoque en la estética y son apreciadas por coleccionistas. Estas motos se caracterizan por su ángulo de horquilla modificado, que mejora su apariencia y manejo. El diseño de una chopper es meticuloso y minimalista, con el confort del conductor en mente. Los motociclistas suelen montarse en posición erguida, con los pies y las manos hacia adelante, lo que brinda comodidad. Estas motos son conocidas por su énfasis en la estética y estilo, y se consideran representativas del mundo de los motociclistas.
- **Scrambler:** Una moto scrambler es un tipo de motocicleta versátil que combina elementos de motos de motocross y de enduro, diseñada para conquistar terrenos variados. Estas motos se caracterizan por su aspecto robusto y vintage, con neumáticos de tacos, suspensión elevada y un escape alto.
- **Bobber:** Una moto bobber es un tipo de motocicleta que se caracteriza por su estilo despojado y minimalista. Estas motos se destacan por su diseño simplificado, con guardabarros recortados o eliminados, chasis modificado y una estética que enfatiza la funcionalidad sobre la ornamentación. Por lo general, tienen asientos bajos y un enfoque en la ergonomía, lo que brinda una experiencia de conducción cómoda. Las motos bobber a menudo exhiben motores potentes y una estética retro.

Recuperado de (Molina, D. (2023). ¿Cuánto pesa una moto?: Características de las motos ligeras. Galgo). & ((IFEMA MADRID) ¿Cuáles son los principales tipos de motos que existen? (2022, 4 abril)). & Loreto, V. (2023). 9 tipos de motos en el mercado: ¿Cuál te conviene? Galgo. & Sánchez, B. C. (2023, 20 octubre). Tipos de motos. & Vargas, C. (2023, 2 marzo). Guía básica sobre tipos de motos. Aprende Institute.

### **4.3.3 Especificaciones técnicas de las motocicletas**

Para poder dimensionar el artefacto a diseñar debemos tener en cuenta ciertos parámetros técnicos, necesarios para dimensionar adecuadamente el soporte. La claridad y precisión de estas especificaciones son fundamentales para asegurar que el diseño cumpla con los estándares de funcionalidad, y que se ajuste a las necesidades y expectativas de los usuarios. Por tanto, se recopiló dichos datos en una tabla la cual nos permitirá establecer un marco claro para las pruebas y validaciones posteriores, asegurando que el producto final sea seguro, eficiente y confiable. La tabla de especificaciones técnicas será, por tanto, una herramienta importante para guiar nuestro desarrollo de diseño del artefacto.

**Tabla 2*****Máximos y mínimos de las motocicletas***

tipo	moto	Largo máximo(cm)	Ancho Máximo(cm)	Peso (Kg)	Distancia entre ejes(cm)
Adventure	Kove 800x Adventure	224	88	183	151
Doble propósito	Hero Xpulse 200	222	85	153	141
Doble propósito	Yamaha Dt 125	220	79.5	107	141
Cruiser	Bajaj Avenger	220	75	180	147.5
Doble propósito	RE Himalayan 400	219	84	199	146.5
Enduro	Yamaha XTZ 250	215	82	151	138.5
Doble propósito	Honda XRE 300	217	83	157	141.7
Touring	Bajaj Dominar 400	216	84	184	145.3
Scrambler	R.E Scram 411	221	84	200	145.5
Supermoto	Husqvarna 701	219.4	85	158	148.2
Touring	Suzuki V-Strom 250	215	79	188	142.5
Motocross	Yamaha YZ 125	213.5	82.5	94	144.5
Naked	Suzuki GSX-S750	212.5	78.5	213	145.5
Doble propósito	Honda XR150L	209	81	129	136
Deportiva	Yamaha R3	209	73	169	138
Naked	Honda CB500F	208	79	191	141
Naked	Yamaha MT-07	208.5	78	184	140
Deportiva	Ducati Panigale V4	207	81	198	146.9
Naked / Deportiva	Triumph Street Triple RS	205	79	188	140
Naked	Kawasaki Z650	205	77.5	189	141
Deportiva	Honda CBR1000RR	210	74.5	201	145.5
Naked	Bajaj Pulsar NS200	199	80.3	156	136.3
Naked / Urbana	KTM 390 Duke	200	73	165	135.7
Naked / Urbana	BMW G310R	200	84.9	164	137.4
Deportiva / Street	Kawasaki Ninja 400	199	71	168	137
Adventure	Yamaha Ténéré	237	90	204	159
Deportiva	Bajaj Pulsar RS200	199.9	76.5	165	134.5

Fuente: mundomotorcol.com.

#### 4.4 Comparativa de especificaciones técnicas (vehículos utilitarios vs motocicletas)

**Tabla 3**

##### *Ancho de los vehículos vs largo de las motocicletas*

Tipo de vehículo	Vehículo utilitario menos ancho sin contar espejos	Vehículo utilitario menos ancho contando espejos	Motocicleta más larga	Centímetros de diferencia sin contar espejos	Centímetros de diferencia contando espejos
Crossover	Honda HR-V 179 cm	Honda HR-V 202.9 cm	Kove 800x Adventure 224 cm	45 cm	21.1 cm
SUV	Mazda CX-5 184 cm	Nissan Qashqai 207 cm		40 cm	17 cm
Pick Up	Mitsubishi L200 181.5 cm	Toyota Hilux 201.6 cm		42.5 cm	22.4 cm

Como se puede evidenciar en la anterior tabla, la motocicleta más larga en comparativa con el vehículo utilitario menos ancho corresponde a una diferencia de 45 cm, dicha distancia se tiene en cuenta sin contar los espejos del vehículo, ya que, si contamos con la distancia de los espejos esta disminuye a una diferencia de tan solo 22.4 cm, es decir, 11.2 cm que se ven reflejados a cada lado del vehículo (si se distribuye la medida a cada lado del vehículo en partes iguales).

#### 4.5 Normativas y Regulaciones de seguridad relacionados con el transporte de motocicletas en vehículos utilitarios en Colombia.

##### 4.5.1 Código Nacional de Tránsito

La Ley 769 del 2002, conocida como el Código Nacional de Tránsito de Colombia, establece disposiciones específicas relacionadas con el transporte de motos en vehículos en el país.

- I. Sujeción Segura de la Moto: El Código Nacional de Tránsito establece que las motocicletas transportadas en vehículos deben estar aseguradas de manera segura para evitar movimientos, caídas o desprendimientos durante el transporte. Esto es esencial para prevenir accidentes y garantizar la seguridad vial.
- II. Normas de Carga Máxima: El Código Nacional de Tránsito regula el peso máximo

permitido para vehículos, incluyendo aquellos que transportan motos. Esto es importante para evitar sobrecargas que puedan comprometer la estabilidad y la seguridad del vehículo.

- III. Transporte de Carga: La ley también contempla el transporte de carga en motocicletas y establece limitaciones en cuanto a la cantidad y el tipo de carga que puede llevarse en una moto. Esto se aplica tanto a la carga que se transporta en la moto como a la carga que se lleva en vehículos que transportan motos.
- IV. Documentación y Señalización: El Código Nacional de Tránsito puede requerir documentación específica, como facturas de compra o registros de propiedad, para el transporte de motos en vehículos. Además, los vehículos que transportan motos deben llevar señales de advertencia que indiquen la carga transportada.
- V. Inspección y Cumplimiento: Las autoridades de tránsito están facultadas para inspeccionar y verificar que se cumplan estas regulaciones durante controles de tránsito. En caso de incumplimiento, pueden aplicarse sanciones que incluyen multas y medidas disciplinarias.
- VI. Transporte de Motos en Remolques: Además de las regulaciones para el transporte de motos en vehículos, el código puede contener disposiciones específicas para el transporte de motos en remolques, estableciendo normas sobre el acoplamiento, la seguridad y la circulación de estos vehículos.

Recuperado de (Congreso de Colombia. (2002). Ley 769 del Código nacional de tránsito del 2002).

#### **4.5.2 Resolución 1565 de 2014**

La Resolución 1565 de 2014 emitida por el Ministerio de Transporte de Colombia establece las especificaciones técnicas y los requisitos para el transporte de motos en vehículos en el país.

- I. **Definición de Términos:** La Resolución 1565 define varios términos importantes relacionados con el transporte de motos, como "vehículo de transporte," "estructura de sujeción," "puntos de anclaje," entre otros. Esto proporciona una base clara para la comprensión de las regulaciones.
- II. **Requisitos de la Estructura de Sujeción:** La resolución establece que los vehículos destinados al transporte de motos deben tener una estructura de sujeción adecuada. Esta estructura debe ser resistente y diseñada específicamente para asegurar las motos de manera segura.
- III. **Puntos de anclaje:** Se especifica que los vehículos deben contar con puntos de anclaje en número suficiente y ubicados estratégicamente para garantizar la sujeción segura de las motos. Estos puntos deben estar diseñados y ubicados de manera que eviten daños a las motos.
- IV. **Sistemas de Sujeción:** La resolución requiere que se utilicen sistemas de sujeción apropiados, como cintas, correas o elementos similares, que sean resistentes y adecuados para asegurar las motos de manera segura. Además, se establecen requisitos específicos para la sujeción de las ruedas de las motocicletas.
- V. **Requisitos de Seguridad:** La resolución establece que los vehículos de transporte de motos deben contar con elementos de seguridad, como dispositivos de iluminación y señalización, para advertir a otros usuarios de la vía sobre la carga transportada.
- VI. **Sanciones por incumplimiento:** La resolución establece sanciones para los conductores y propietarios de vehículos que no cumplan con las regulaciones de transporte de motos. Estas sanciones pueden incluir multas y medidas disciplinarias.

Recuperado de (Ministerio de Transporte de Colombia. (2014). Resolución 1565 de 2014).

### 4.5.3 Norma Técnica Colombiana NTC 5613

Establece especificaciones técnicas relacionadas con los cinturones, fajas y accesorios para la carga en vehículos automotores. Aunque esta norma no se enfoca específicamente en el transporte de motocicletas en vehículos, puede ser relevante para garantizar la seguridad de la carga, incluyendo las motos.

- I. **Objetivo de la Norma:** La NTC 5613 tiene como objetivo establecer los requisitos técnicos y las especificaciones para los cinturones, fajas y accesorios utilizados en la carga en vehículos automotores. Esto incluye la sujeción de motocicletas en vehículos transportadores.
- II. **Requisitos para Fajas y Accesorios:** La norma detalla los requisitos técnicos que deben cumplir las fajas y accesorios utilizados para asegurar la carga en vehículos. Estos requisitos incluyen resistencia, durabilidad y resistencia a la corrosión, entre otros.
- III. **Especificaciones de Diseño:** La norma establece especificaciones de diseño para las fajas y accesorios utilizados en el transporte de carga, lo que incluye la sujeción de motocicletas. Esto garantiza que estos elementos están diseñados adecuadamente para su propósito.
- IV. **Capacidad de Carga:** La norma puede establecer requisitos de capacidad de carga para las fajas y accesorios, lo que es relevante para asegurar que puedan soportar la carga de una motocicleta de manera segura.
- V. **Seguridad en el Transporte de Carga:** Aunque la norma no se centra específicamente en el transporte de motocicletas, promueve la seguridad en el transporte de carga en vehículos automotores. Esto es aplicable a cualquier carga, incluyendo las motos.
- VI. **Inspección y Mantenimiento:** La norma puede incluir recomendaciones sobre la inspección y el mantenimiento de los cinturones, fajas y accesorios utilizados en el transporte de carga. Esto contribuye a la prevención de accidentes y al mantenimiento de la seguridad de la carga.


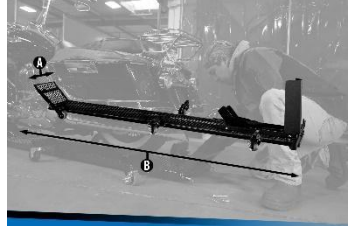

- VII.** Documentación y Marcado: Puede establecerse la necesidad de documentación y marcado adecuados en los cinturones, fajas y accesorios para identificar su capacidad de carga y especificaciones técnicas.

Recuperado de (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (2018). NTC 5613: Cinturones, fajas y accesorios para carga en vehículos automotores).

#### 4.6 Benchmarking

Tabla 4

##### Benchmarking producto 1

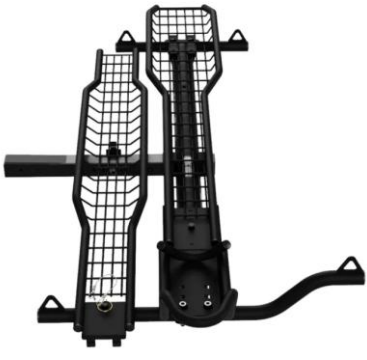

PRODUCTO 01		
<b>Nombre del producto</b>	Kendon Folding Scorpion Motorcycle Dolly with Adjustable Wheel Chock	
<b>Descripción</b>	plataforma rodante para motocicleta con un calzo para ruedas totalmente ajustable y extraíble. Esto significa que no es necesario utilizar el caballete de la motocicleta. La plataforma rodante para motocicleta se puede desmontar, plegar y apilar fácilmente para un almacenamiento cómodo. También puede utilizar el calzo de rueda extraíble para otros fines, como transportar una motocicleta en la parte trasera de una camioneta.	
Imágenes del producto		
		
Análisis formal		
<b>Color</b>	<b>Materiales</b>	<b>Componentes</b>
Negro.	Acero.	No especifica
<b>Dimensiones</b>	<b>Peso</b>	<b>Acabados</b>

Ancho máximo: 28" Longitud total: 99" Altura de la plataforma: 2,25" Altura total: 5"	70 libras.	Acabado con pintura en polvo texturizada para mayor tracción.
Análisis técnico productivo		
Estimación del Costo	Sistema de empaque	Distribución
\$599.00 USD	Vinipel y caja de cartón	Canal indirecto, el producto es distribuido internacionalmente.

Fuente: kendonusa.com.

**Tabla 5**

**Benchmarking producto 2**

PRODUCTO 02		
<b>Nombre del producto</b>	MotoTote Sport Motorcycle Hitch Carrier	
<b>Descripción</b>	Nuestro portador de motocicletas deportivas ensamblado en Texas. Transporta motocicletas de hasta 600 libras, ofrece una eficiencia estructural excepcional con piezas ajustables; un calzo estabilizador para las ruedas delanteras, una huella palmeada para llantas de mayor tamaño, un amplio brazo de amarre delantero con un diseño patentado, una rampa de carga alargada y una conexión estabilizadora de un solo perno a los vehículos.	
Imágenes del producto		
		
Análisis formal		
<b>Color</b>	<b>Materiales</b>	<b>Componentes</b>
Negro.	Acero.	No especifica.
<b>Dimensiones</b>	<b>Peso</b>	<b>Acabados</b>
Longitud: 74"-80" (188 cm-203 cm)	60 libras. (27 kg.)	Mate.
Análisis técnico productivo		
Estimación del Costo	Sistema de empaque	Distribución
\$699.00 USD	Vinipel y caja de cartón	Canal indirecto, el producto es distribuido internacionalmente.

Fuente: mototote.com.

**Tabla 6**

**Benchmarking producto 3**

<b>PRODUCTO 03</b>		
<b>Nombre del producto</b>	Portamoto Defénder	
<b>Descripción</b>	Soporte diseñado para cargar motos de 120 kilos. Este portamoto aplica solo para vehículos con chasis, (No aplica para vehículos Monocasco) con tiros de arrastre que tengan un receptor de 2x2 pulgadas.	
<b>Imágenes del producto</b>		
		
<b>Análisis formal</b>		
<b>Color</b>	<b>Materiales</b>	<b>Componentes</b>
Negro.	Acero.	No especifica.
<b>Dimensiones</b>	<b>Peso</b>	<b>Acabados</b>
No especifica.	68 libras.	Brillante.
<b>Análisis técnico productivo</b>		
<b>Estimación del Costo</b>	<b>Sistema de empaque</b>	<b>Distribución</b>
\$ 259,58 USD	Vinipel y caja de cartón	Canal indirecto, el producto es distribuido internacionalmente.

Fuente: Defender.com.co.

**Tabla 7**

**Benchmarking producto 4**

<b>PRODUCTO 04</b>	
<b>Nombre del producto</b>	Black Widow MCC-600 transportador de uso pesado
<b>Descripción</b>	Lleva tu motocicleta a todas partes con este resistente portamotos de acero de Black Widow,

	viene con un calzo de rueda integrado con siete posiciones ajustables y cuatro puntos de amarre integrados para garantizar que mantendrás tu moto lo más segura posible. La rampa de carga se fija fácilmente al lado derecho del portador para almacenarla de forma compacta cuando no está en uso, por lo que nunca se perderá.	
<b>Imágenes del producto</b>		
		
<b>Análisis formal</b>		
<b>Color</b>	<b>Materiales</b>	<b>Componentes</b>
Negro.	Acero aleado.	No especifica.
<b>Dimensiones</b>	<b>Peso</b>	<b>Acabados</b>
LxWxH: 79 x 7,75 x 10 pulgadas.	98 libras.	Mate.
<b>Análisis técnico productivo</b>		
<b>Estimación del Costo</b>	<b>Sistema de empaque</b>	<b>Distribución</b>
\$ 219,99 USD	Vinipel y caja de cartón	Canal indirecto, el producto es distribuido internacionalmente.

Fuente: Amazon.com.

**Tabla 8.**

**Benchmarking producto 5**

<b>PRODUCTO 05</b>	
<b>Nombre del producto</b>	HECASA-motorcycle Carrier
<b>Descripción</b>	Transporta tu motocicleta a cualquier destino con total confianza gracias al sólido portamotos de acero de HECASA. Este versátil equipo cuenta con un calzo de rueda integrado que ofrece siete posiciones ajustables y cuatro puntos de amarre incorporados, asegurando la máxima seguridad para tu motocicleta. Además, la rampa de carga se monta de manera sencilla en el lado

			derecho del portador y se pliega de forma compacta cuando no la necesitas, garantizando que nunca la pierdas de vista.
<b>Imágenes del producto</b>			
			
			
<b>Análisis formal</b>			
<b>Color</b>	<b>Materiales</b>	<b>Componentes</b>	
Negro.	Acero.	No especifica.	
<b>Dimensiones</b>	<b>Peso</b>	<b>Acabados</b>	
Largo: 79 in Ancho: 31 in	91 libras.	Mate.	
<b>Análisis técnico productivo</b>			
<b>Estimación del Costo</b>	<b>Sistema de empaque</b>	<b>Distribución</b>	
\$ 215,00 USD	Vinipel y caja de cartón	Canal indirecto	

Fuente: Amazon.com.

**Tabla 9**

**Benchmarking producto 6**

<b>PRODUCTO 06</b>	
<b>Nombre del producto</b>	HOUGEET Soporte-remolque para motocicleta
<b>Descripción</b>	Lleva tu motocicleta a cualquier lugar con total confianza, gracias al resistente portamotos de acero. Este versátil soporte incluye un calzo de rueda integrado con siete posiciones ajustables y cuatro puntos de amarre incorporados para garantizar la seguridad óptima de tu motocicleta.
<b>Imágenes del producto</b>	



Análisis formal		
Color	Materiales	Componentes
Negro.	Acero.	No especifica.
Dimensiones	Peso	Acabados
76 pulgadas de largo x 7 pulgadas de ancho	91 libras.	Mate.
Análisis técnico productivo		
Estimación del Costo	Sistema de empaque	Distribución
\$ 198,63 USD	Vinipel y caja de cartón	Canal indirecto, el producto es distribuido internacionalmente.


Fuente: Amazon.com.

A continuación, se realizará una tabla comparativa donde se visualiza los atributos sometidos a comparación de cada producto y sus valores.

**Tabla 10**

*Tabla comparativa de atributos*

Tabla comparativa de atributos				
1	2	3	4	5
Nada	Poco	Parcialmente	Suficiente	Totalmente

Producto	durabilidad	Facilidad de uso	Capacidad de carga	Compatibilidad de vehículos	Seguridad
	4	3	4	4	5

	4	5	5	4	5
	4	3	4	4	4
	4	5	5	4	5
	4	5	5	4	5
	4	5	3	4	4

## 5. Metodología.

### 5.1 Metodología orientada al desarrollo del producto

Se tomó como base referencial las metodologías “Design thinking” y “Design for manufacturing” que se enfocan en el desarrollo y construcción de un modelo funcional para el transporte de motocicletas de hasta 180 kg en vehículos utilitarios de más de 2000 CC.

**Tabla 11**

#### *Metodología detallada por etapas*

Fase	1	2	3	4	5	6
Etapa	Planeación	Desarrollo de concepto	Integración del concepto	validaciones/verificaciones	Diseño de detalle	Análisis de resultado

		S				S
Objetivo	Actividad	Herramienta	Resultado			
<p>Etapa de planeación</p> <p>En esta fase de la metodología se realiza la investigación preliminar, se identifica cuál es el mercado objetivo, restricciones y los involucrados en todo el proyecto. Se establecen objetivos y la propuesta de valor, así como los requerimientos del producto y se define un lenguaje de uso común.</p>	Investigación inicial	Benchmarking	Identificación de productos existentes en el mercado.			
	Estructurar el problema	Árbol de problemas	Problema por solucionar.			
	Establecer objetivos	Árbol de objetivos	Objetivo general y objetivos específicos.			
	Configurar propuesta de valor	CANVAS	Modelo de negocios.			
	Identificar restricciones del producto	DOFA	Fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas.			
	Definir lenguaje de uso común	Glosario	Correcta interpretación de términos.			
	Identificar necesidades del cliente	Mapa de empatía	Listado de necesidades del producto.			
<p>Etapa de desarrollo de conceptos</p> <p>En esta fase de la metodología se lleva a cabo el proceso creativo de generación y selección de conceptos, identificando el usuario y sus necesidades.</p>	Establecer requerimientos	Modelo kano	Lista de requerimientos del producto.			
	Generación de conceptos	Concept board	Conceptos.			
	Selección de concepto	Mood board	Estilo de diseño del artefacto.			
	Establecer alternativas (bocetación)	Matriz morfológica	Alternativas.			
	Selección de alternativa final	Análisis funcional costo-beneficio	Propuesta a fabricar.			
<p>Etapa de integración del concepto</p> <p>Consolidación del diseño final mediante diagramas de procesos, selección de la alternativa final y fabricación de un modelo a escala para refinar el diseño.</p>	Establecer el proceso de funcionamiento	Diagrama de procesos	Identificación de fallas en el modelo.			
	Diseño experimental	Alternativa final	Evolución de alternativa			
	Establecer arquitectura del producto	fabricación de modelo a escala.	modelo de media fidelidad			
<p>Etapa de validaciones y verificaciones</p> <p>En esta fase se da inicio a las respectivas validaciones del diseño a través de un prototipo funcional, siguiendo un protocolo de validación para asegurar que cumple con los requisitos técnicos y de seguridad.</p>	desarrollo de arquitectura del producto	fabricación de prototipo funcional	Prototipo funcional			
	establecer pruebas técnicas	Protocolo de validaciones	Verificaciones y validaciones			
<p>Etapa de diseño de detalle</p> <p>Documentación de resultados, elaboración de</p>	mejoras del prototipo funcional	resultados de validaciones y verificaciones	prototipo final			
	Establecer	Planos técnicos	Cartas de			


planos técnicos, creación de un manual de uso y análisis de costos para asegurar la viabilidad y precisión del diseño final.	especificaciones técnicas		producción.
	manual de imagen corporativa	Manual de uso	Prueba de funcionamiento.
	Descripción técnico-productiva	Diagrama de flujo de producción	Proceso a seguir para fabricar el prototipo.
	Establecer costos	Matriz de costos	costo de producción del artefacto
Etapa de análisis de resultados  Evaluación de las pruebas realizadas, identificación de hallazgos clave y documentación de lecciones aprendidas para futuras mejoras del diseño.	Evaluar resultados	Reporte de test	Descripción detallada de las pruebas realizadas y los hallazgos asociados.
	Conclusiones y mejoras	Documentación	Lecciones aprendidas y posibles cambios o particularidades a mejorar a futuro.

## 5.2 Fase 1, Planeación

### 5.2.1 Usuario arquetipo

El desarrollo del artefacto para cargar y transportar motocicletas en vehículos utilitarios requiere una comprensión profunda de las necesidades y comportamientos de los usuarios finales. Para ello, hemos creado un usuario arquetipo, basado en la recopilación de datos demográficos y conductuales de los "Moters Apasionados". Este arquetipo representa a un individuo típico dentro de nuestro segmento de mercado objetivo, encapsulando sus deseos y expectativas en relación con el transporte seguro y eficiente de su motocicleta. Al enfocarnos en este perfil, podemos diseñar un producto que responda de manera precisa a las necesidades reales de nuestros usuarios, asegurando así su aceptación y éxito en el mercado.

**Figura 2***Usuario Arquetipo*

	<b>NOMBRE:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Oscar Mendoza</li> </ul>
	<b>EDAD:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>30</li> </ul>
	<b>NIVEL EDUCATIVO:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Profesional</li> </ul>
	<b>OCUPACIÓN:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Empleado</li> </ul>
<b>BIOGRAFÍA:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Oscar es una persona de 30 años de edad que vive en la ciudad de Bucaramanga, casado con 1 hijo, es arquitecto y se enamoró de las motos desde que compró la primera cuando era joven. Le gusta viajar y conocer distintos destinos, así como explorar a fondo dichos sitios sobre su motocicleta.</li> </ul>	<b>OBJETIVOS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Explorar sitios turísticos.</li> <li>Viajar con su motocicleta en sus aventuras de fin de semana.</li> <li>Tener la posibilidad de acceder a áreas remotas y lugares fuera de carretera con su motocicleta.</li> <li>Compartir con su familia o amigos en sus viajes de manera cómoda.</li> </ul>
<b>MOTIVACIONES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>La emoción de descubrir nuevos destinos y paisajes.</li> <li>La posibilidad de compartir aventuras y experiencias con amigos o familia.</li> <li>Su pasión por las motocicletas</li> </ul>	<b>FRASE:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>En cada curva de la carretera, encuentro la libertad que me hace sentir vivo</li> </ul>
<b>FRUSTRACIONES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Limitaciones para transportar su motocicleta en su vehículo actual.</li> <li>Dificultad para acceder a sitios turísticos y áreas remotas con su motocicleta.</li> <li>No poder viajar con su familia o amigos de manera cómoda por la falta de opciones que le permitan viajar con su motocicleta.</li> </ul>	

## 5.2.2 Matriz DOFA (identificación de restricciones del artefacto)

Tabla 12

*Matriz DOFA*

<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>
Diseño adaptable a diferentes modelos de motocicletas y tiros de arrastre de vehículos utilitarios.	La complejidad técnica del diseño puede aumentar los costos de producción.
Uso de materiales resistentes y ligeros para garantizar la seguridad y facilidad de uso.	Falta de experiencia previa en la fabricación de artefactos similares puede generar retrasos en el desarrollo.
Innovación en el sistema de anclaje y carga, facilitando el uso por parte de los usuarios.	Posibles limitaciones en la compatibilidad con todos los modelos de motocicletas y vehículos utilitarios disponibles en el mercado.
<b>Oportunidades</b>	<b>Amenazas</b>
Creciente mercado de "Moters Apasionados" interesados en soluciones eficientes para el transporte de motocicletas.	Competencia de productos ya existentes en el mercado que ofrecen soluciones similares.
Avances tecnológicos en materiales y técnicas de fabricación que pueden mejorar el diseño y reducir costos.	Cambios en las regulaciones de transporte y seguridad que podrían afectar el diseño y la implementación del artefacto.
Posibilidad de establecer colaboraciones con fabricantes de motocicletas y vehículos utilitarios para garantizar la compatibilidad y promoción del producto.	Fluctuaciones en los precios de los materiales y componentes necesarios para la fabricación del artefacto, afectando la viabilidad económica del proyecto.
Creciente interés en soluciones de transporte seguras y eficientes debido al aumento del turismo interno y la exploración de áreas remotas por parte de motociclistas.	Reacciones adversas del mercado ante innovaciones que no cumplan con las expectativas de los usuarios o que presenten problemas técnicos en su implementación.

**Conclusión:** Las restricciones para el desarrollo del artefacto incluyen varios factores críticos. En primer lugar, el costo de producción es una preocupación significativa, ya que la complejidad técnica del diseño puede incrementar los gastos, además de la posibilidad de fluctuaciones en los precios de los materiales y componentes. La compatibilidad del artefacto es otro desafío, puesto que debe adaptarse a una amplia gama de modelos de motocicletas y vehículos utilitarios, lo que puede ser limitado por la diversidad del mercado. Las regulaciones y normativas de transporte y seguridad también imponen restricciones, ya que cualquier cambio en estas puede afectar el diseño y la implementación del producto. A pesar de la innovación en el sistema de anclaje y carga, la falta de experiencia previa en la fabricación de artefactos similares puede causar retrasos en el desarrollo. Finalmente, la aceptación del mercado es un factor crucial; la competencia con productos existentes y las expectativas del mercado pueden influir negativamente si el producto no cumple con las expectativas de los usuarios o presenta problemas técnicos en su implementación.

### 5.2.3 Encuesta para identificación de necesidades del usuario.

Se llevó a cabo una encuesta con el propósito de comprender las necesidades y preferencias de los moteros apasionados en relación con el artefacto a diseñar. (Ver Apéndice A, encuesta para identificación de necesidades). La encuesta nos permitió recopilar información relevante que contribuye a identificar las necesidades de los usuarios para posteriormente identificar los requisitos del artefacto, cabe resaltar que también se tuvieron en cuenta las expectativas en términos de funcionalidad, seguridad, facilidad de uso, materiales y aspecto estético de los usuarios. La encuesta sirvió como herramienta clave para orientar el desarrollo del artefacto y garantizar que satisfaga adecuadamente las necesidades y preferencias de los moteros apasionados.

**Figura 3*****Encuesta para identificación de necesidades***


**Encuesta para identificación de necesidades y preferencias de los moteros apasionados**

La encuesta esta dirigida a aquellos moteros apasionados que posean un vehículo utilitario, se realizará con el propósito de entender las necesidades y preferencias de los **moteros apasionados** en relación con el diseño de un artefacto para cargar y transportar motocicletas en vehículos utilitarios.

Este estudio busca recopilar información relevante para identificar los requisitos específicos que los usuarios desean que cumpla el artefacto, así como sus expectativas. Los datos recopilados serán utilizados para la realización de un proyecto de diseño en la Universidad Industrial de Santander.

El término "**vehículos utilitarios**" se refiere específicamente a **camionetas SUV, crossovers y pick-up**, que debido a su sólida capacidad estructural, se consideran vehículos ideales para el transporte seguro y eficiente de motocicletas.

**Conclusión:** Luego de analizar la información recopilada identificamos, en primer lugar, el 54.6% de los usuarios encuestados consideran que la facilidad para cargar y descargar las motocicletas es indispensable, ahora bien, el 72.7% de los usuarios consideran también indispensable el uso de sistemas de seguridad para proteger la motocicleta, así como el vehículo utilitario, algunas propuestas son: luces, cintas reflectivas, sliders o protectores de goma, correas de amarre, entre otros. Por otro lado, debemos tener en cuenta la estabilidad de la motocicleta ya que hace parte de la seguridad durante el transporte. Ya con estas necesidades y preferencias identificadas podemos comenzar a establecer requerimientos de diseño.

**5.3 Fase 2, Desarrollo de conceptos****5.3.1 Requerimientos**

Una vez identificado el usuario, sus necesidades y el contexto de uso del artefacto, se procedió a definir requerimientos para la construcción del artefacto. En la tabla se presenta el

resumen de los requerimientos planteados para la elaboración del artefacto subdivididos en requerimientos de design thinking (DT) y requerimientos for manufacturing (DFM).

**Tabla 13**

***Requerimientos Design Thinking***

<b>Tipo</b>	<b>Descripción de Requerimiento</b>	<b>Variable</b>	<b>Herramienta</b>
Funcionales	Capacidad de carga adecuada para motocicletas de diferentes tamaños y pesos.	Capacidad de carga	Análisis mecánico mediante el método de elementos finitos y simulaciones de resistencia y rendimiento
	Facilidad para cargar y descargar la motocicleta.	Uso	Pruebas con usuarios
	Plegabilidad del artefacto para facilitar su almacenamiento	Facilidad de almacenamiento	Pruebas de usabilidad
	Estabilidad y seguridad durante el transporte.	Estabilidad y seguridad	Pruebas en entorno controlado
De seguridad	Sistema de fijación para la motocicleta	Seguridad de fijación	Pruebas de resistencia
	Protección contra vibraciones y golpes durante el transporte	Protección de la motocicleta	Prueba en entorno controlado
	Elementos de protección para evitar daños al artefacto o elementos externos	Protección del artefacto	Pruebas de impacto
	Uso de reflectivos y porta placa para mejor visualizar el artefacto	Seguridad pasiva	Pruebas con usuarios
	Resistencia estructural del artefacto ante fuerzas externas	Resistencia estructural	Análisis mecánico mediante el método de elementos finitos y simulaciones la resistencia y rendimiento
De uso	Compatibilidad con diferentes tipos de motocicletas	Adaptabilidad	Prototipado
	Facilidad de montaje y desmontaje del artefacto	Facilidad de instalación	Pruebas con usuarios
	Uso de sistemas de sujeción para asegurar la motocicleta al artefacto	Uso	Prueba de funcionalidad
	Versatilidad para su uso en diferentes tipos de vehículos utilitarios	Versatilidad	Prototipado

De material	Resistencia y durabilidad del material utilizado	Resistencia	Especificaciones técnicas
	Resistencia a la corrosión y condiciones ambientales	Durabilidad	Especificaciones técnicas
	Ligereza del material para no añadir peso innecesario al vehículo	Peso del material	Especificaciones técnicas
Apariencia y estética	Acabado superficial de alta calidad	Calidad del acabado	Pruebas con usuarios
	Integración visual con el vehículo utilitario	Integración visual	Prueba de percepción

Tabla 14

### *Requerimiento Design for Manufacturing*

Tipo	Descripción del Requerimiento	Variable	Parámetro	Priorización
De Costo	Costo de material para fabricar el artefacto	Precio	Presupuesto asignado	3
	Costo de fabricación del artefacto	Precio	Presupuesto asignado	3
De Tiempo	Tiempo de fabricación del artefacto	Tiempo	8 - 12 semanas	3
	Tiempo de instalación del artefacto	Tiempo	5 – 20 min	3
	Tiempo de vida útil del artefacto	Durabilidad	Más de 5 años	2
De Calidad	Resistencia estructural del artefacto	Resistencia	Capacidad de carga	3
	Estabilidad del artefacto durante el transporte	Estabilidad	Fijación adecuada	3
	Acabado superficial del artefacto	Calidad estética	Acabado de alta calidad	2

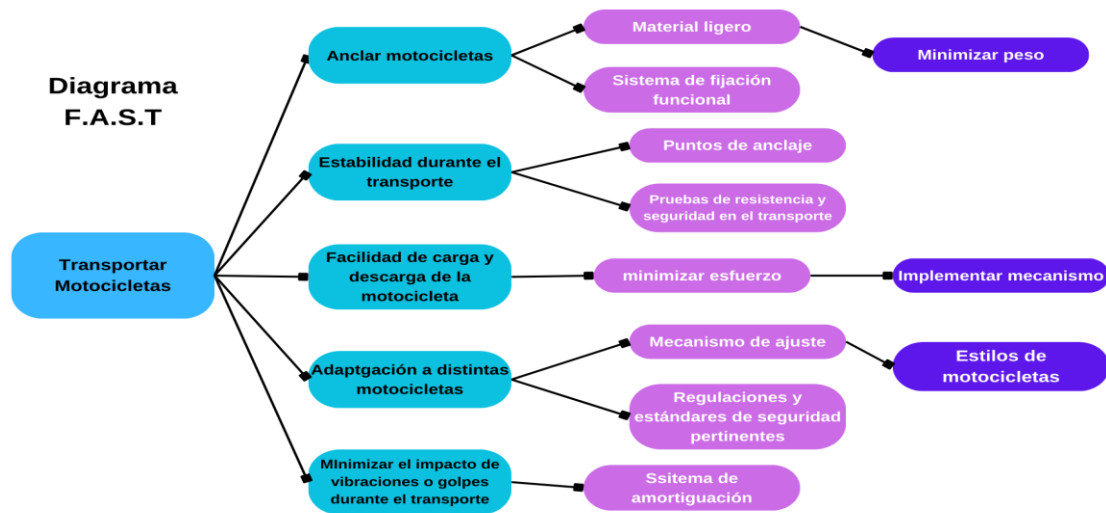
### 5.3.2 Diagrama FAST

El diagrama FAST (Function Analysis System Technique) nos permite desglosar de manera estructurada y jerárquica las funciones necesarias para cumplir con los requerimientos obtenidos en el ítem anterior. En este proyecto el diagrama FAST nos facilita la identificación y organización de las funciones principales, secundarias y subfunciones del artefacto. Asegurando que cada aspecto del diseño cumpla con las expectativas de los usuarios, optimizando la eficiencia, seguridad y facilidad de uso del soporte. La utilización del diagrama FAST no solo nos proporciona una visión clara y detallada de cómo deben integrarse las

distintas funciones, sino que también nos ayuda a identificar áreas potenciales de mejora y a tomar decisiones informadas durante el proceso de diseño y desarrollo.

**Figura 4**

*Diagrama F.A.S.T*



### 5.3.3 Matriz morfológica

Una vez identificados los requerimientos de diseño procedemos a realizar una matriz morfológica, herramienta clave en el proceso de diseño y desarrollo, ya que nos permite explorar y evaluar diferentes combinaciones de soluciones para las diversas funciones que debe cumplir el artefacto. En el caso del soporte para transportar motocicletas en vehículos utilitarios, esta matriz nos ayudará a descomponer el problema en sus componentes esenciales y generar un amplio espectro de soluciones posibles. A través de este enfoque sistemático, podremos identificar y seleccionar las mejores alternativas que cumplan con los requisitos técnicos, funcionales y de uso, optimizando así el diseño final del artefacto. La matriz morfológica no solo facilita la creatividad y la innovación, sino que también asegura que todas las posibles soluciones sean consideradas, evaluadas y combinadas de manera efectiva para abordar las necesidades de los moteros apasionados de manera integral y eficiente.

**Figura 5**

*Matriz Morfológica*

		Soluciones		
Subfunciones		1	2	3
A	Sistema de fijación			Seguro de asiento
B	Sistema de seguridad pasiva			x
C	Carga y descarga			Sistema de inclinación
D	Mecanismo de ajuste			
E	Sistema de protección			

**Alternativas**

**A1/B2/C2/D2/E2**

**A2/B1/C2/D1/E1**

**A1/B2/C1/D1/E1**

**A1/B2/C3/D3/E1**

**A3/B1/C2/D2/E3**

**A1/B1/C1/D3/E2**

**5.3.4 Alternativas de diseño**

Luego de realizar la matriz morfológica se obtuvieron gran cantidad de alternativas de diseño, de las cuales se eligieron 6 alternativas considerando criterios como la viabilidad técnica, el costo, la facilidad de fabricación, y la satisfacción de las necesidades del usuario arquetipo. Al realizar la selección de alternativas de diseño basada en la matriz morfológica, garantizamos que el soporte para transportar motocicletas en vehículos utilitarios no solo cumple con los requisitos técnicos y funcionales, sino que también ofrece una solución innovadora, segura y eficiente para nuestros usuarios.

Figura 6

Alternativa de diseño 1

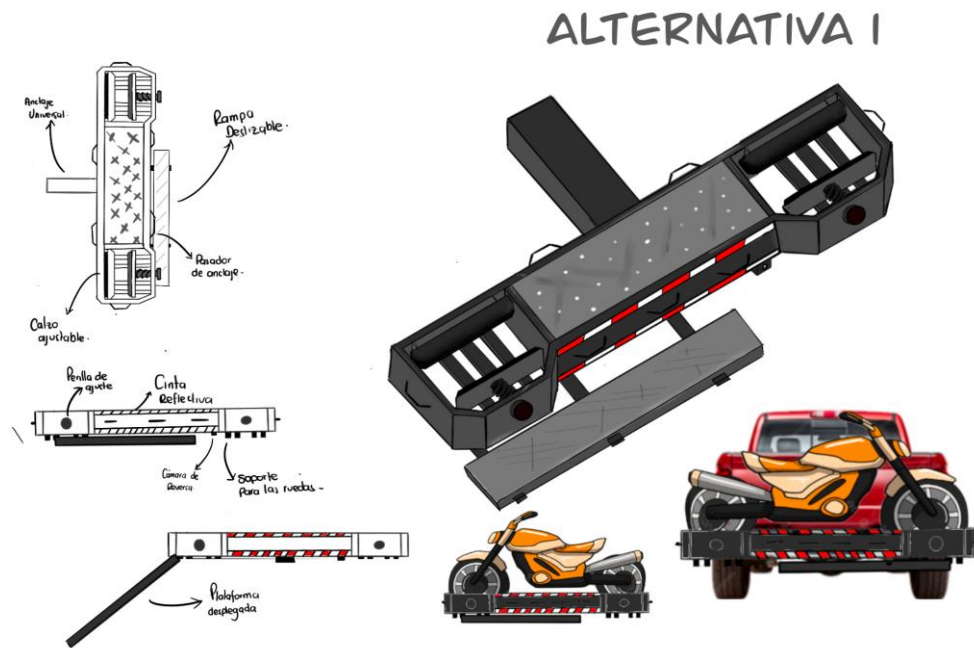


Figura 7

Alternativa de diseño 2

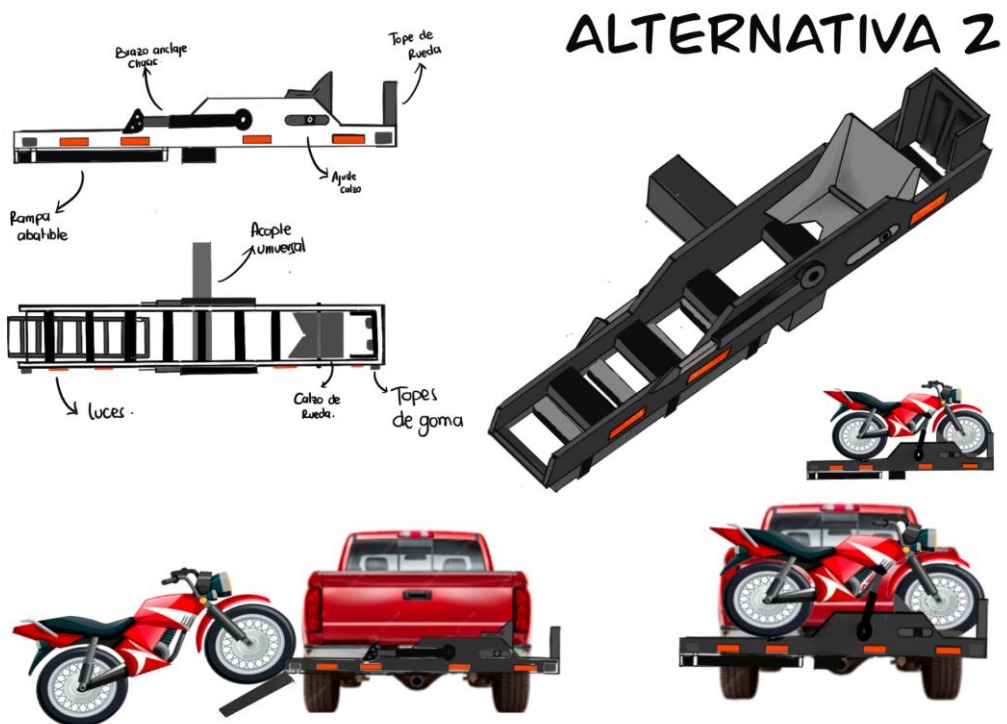


Figura 8

Alternativa de diseño 3

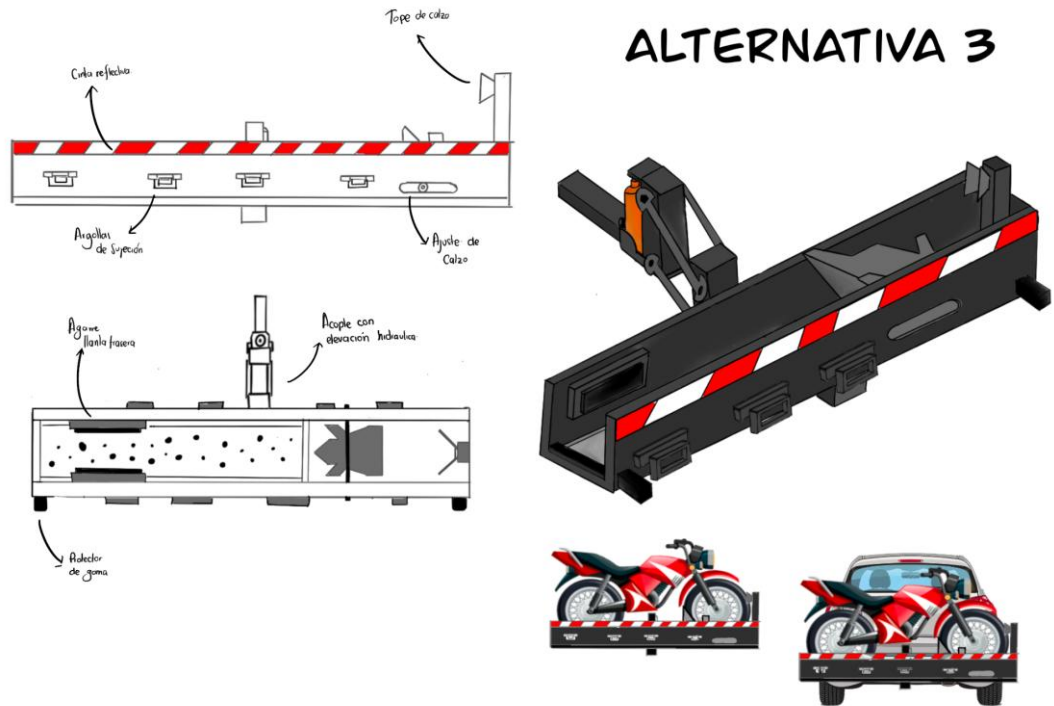
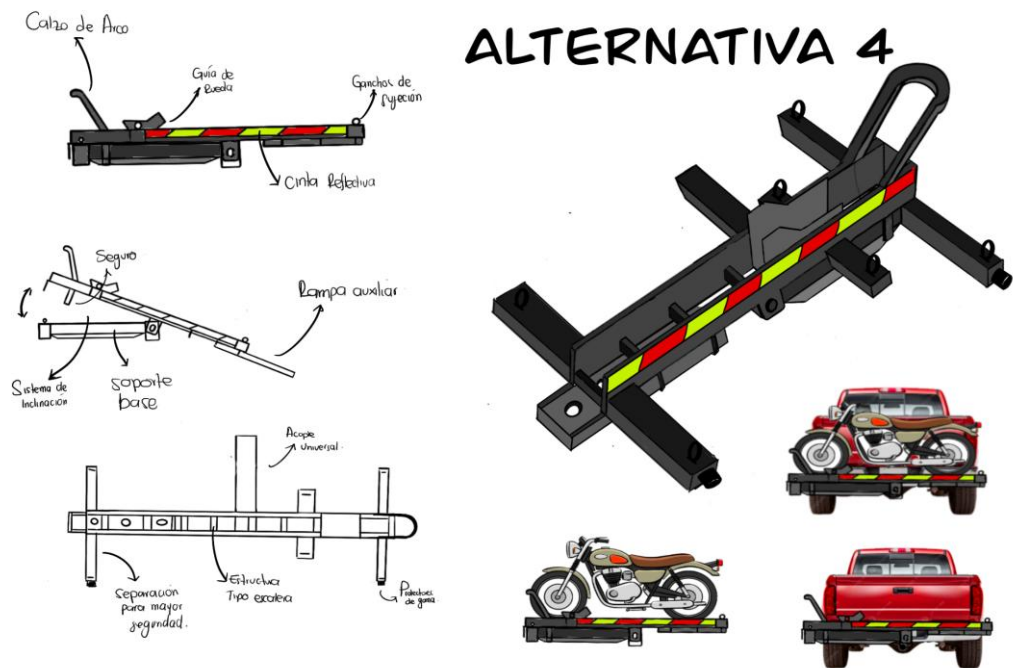


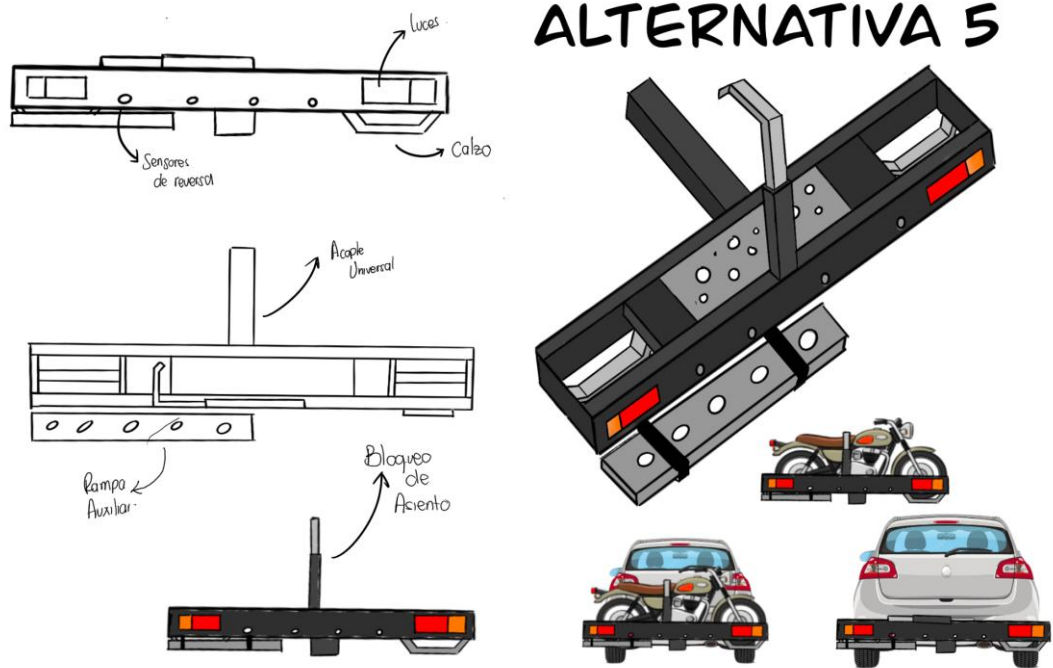
Figura 9

Alternativa de diseño 4



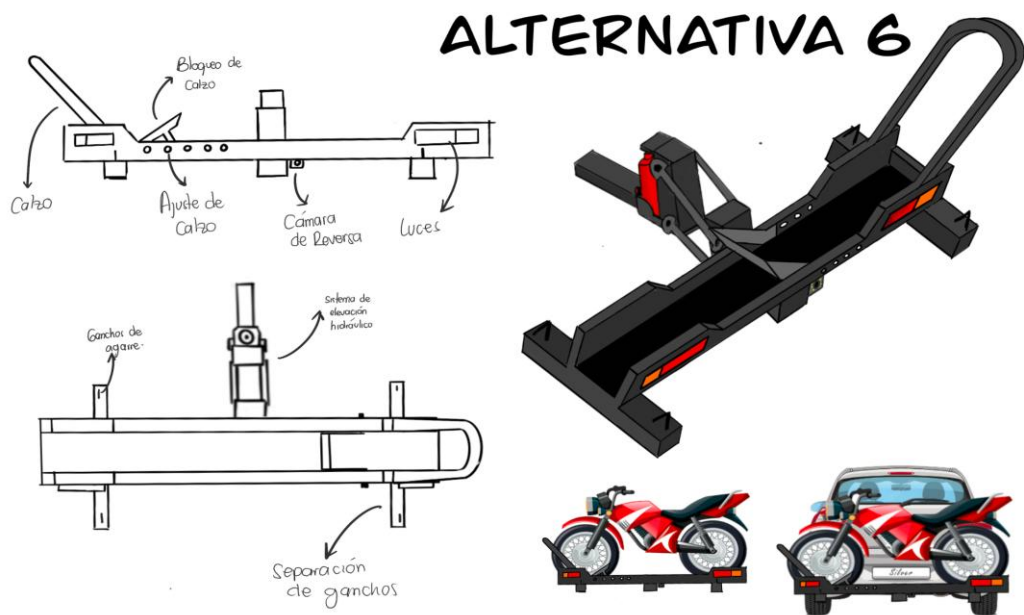
**Figura 10**

*Alternativa de diseño 5*



**Figura 11**

*Alternativa de diseño 6*



### 5.3.5 Matriz de criterios funcionales

El paso a seguir es establecer una matriz de criterios funcionales con el fin de conocer cuál de las alternativas cumple en mayor medida cada una de las especificaciones planteadas. Esta matriz nos permite clasificar y priorizar las diferentes funciones del artefacto, asegurando que cada aspecto clave del diseño sea considerado y evaluado adecuadamente. Al organizar las funciones en categorías como técnicas, de seguridad y de uso, y asignar un nivel de importancia a cada una, podemos enfocar nuestros esfuerzos en las áreas que son más críticas para nuestros usuarios. Este análisis nos ayudará a desarrollar un soporte que no solo cumpla con los requisitos técnicos y normativos, sino que también ofrezca una experiencia de uso óptima, segura y satisfactoria para los moteros apasionados.

**Tabla 15**

#### *Matriz de criterios funcionales, Parte 1*

<i>Categorías</i>					
<b>Técnicas</b>	<b>2</b>	<b>Uso</b>	<b>3</b>	<b>Seguridad</b>	<b>1</b>
<i>Sistema de fijación de la moto al soporte</i>	<b>20%</b>	<i>Carga y descarga de la motocicleta</i>	<b>20%</b>	<i>Sistema de seguridad pasiva del soporte</i>	<b>25%</b>
<i>Mecanismo de ajuste entre la moto y el soporte</i>	<b>15%</b>			<i>Sistema de protección del soporte</i>	<b>20%</b>
	<b>35%</b>		<b>20%</b>		<b>45%</b>

Categorías					
Técnicas	2	Uso	3	Seguridad	1
	Parámetro		Parámetro		Parámetro
Sistema de fijación de la moto al soporte	Fuerza de sujeción (Newtons) Numero de anclajes	Carga y descarga de la motocicleta	Esfuerzo requerido (Newtons)	Sistema de seguridad pasiva del soporte	Resistencia al impacto (Joules)
Mecanismo de ajuste entre la moto y el soporte	Rango de ajuste de ancho Centímetros (cm)			Sistema de protección del soporte	Variable dicotómica (Si o no)
35%		20%		45%	

Tabla 16

## Matriz de criterios funcionales, Parte 2

Categoría	Función	Parámetro	Peso	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3		Alternativa 4		Alternativa 5		Alternativa 6	
				Cump.	R	Cump.	R	Cump.	R	Cump.	R	Cump.	R	Cump.	R
Funcionales	Sistema de fijación de la moto al soporte	-Fuerza de sujeción (Newtons) -Número de anclajes	20%	10	200	7	140	10	200	10	200	3	60	3	60
	Mecanismo de ajuste entre la moto y el soporte	Rango de ajuste de ancho (cm)	15%	7	105	10	150	10	150	10	150	7	105	7	105
Seguridad	Sistema de seguridad pasiva del soporte	Resistencia al impacto (Joules)	25%	10	250	7	175	10	250	10	250	7	175	7	175
	Sistema de protección del soporte	Variable dicotómica (Si o no)	20%	10	200	7	140	10	200	10	200	7	140	7	140
Uso	Carga y descarga de la motocicleta	Esfuerzo requerido (Newtons)	20%	3	60	3	60	7	140	10	200	7	140	3	60
					815		665		940		1000		620		540

Una vez finalizada la matriz de criterios funcionales, siguiendo el paso a paso y según los parámetros establecidos, se identifica que la alternativa 4 es aquella que cumple en mayor medida cada una de las especificaciones planteadas. La matriz de criterios funcionales muestra que las categorías de seguridad es la más importante para los "Moters Apasionados", seguida de la categoría técnica y finalmente la categoría de uso. Esto refleja la prioridad de garantizar

un transporte seguro y estable de las motocicletas, mientras se mantiene la versatilidad y facilidad de uso del soporte.

## **5.4 Fase 3, Integración del concepto**

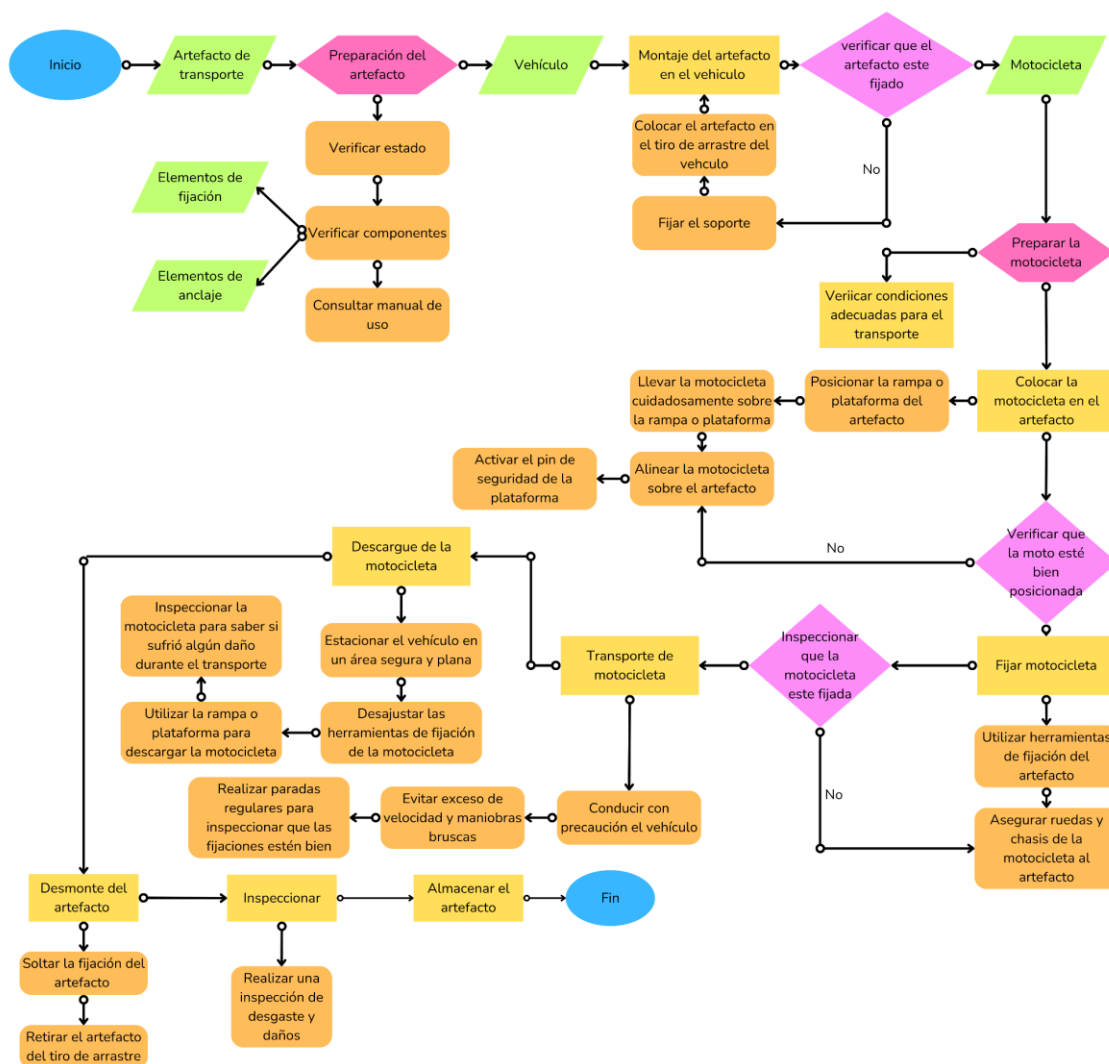
### **5.4.1 Diagrama de procesos**

En esta fase, mediante el diagrama de procesos logramos identificar y entender de manera clara y estructurada cada una de las etapas necesarias para utilizar el soporte de transporte de motocicletas en vehículos utilitarios. Esto incluye desde la preparación inicial hasta la finalización del transporte, lo que nos permite determinar el orden lógico y las interacciones entre las diferentes actividades involucradas en el uso del soporte. Así como, identificar cualquier área donde el proceso pueda ser optimizado para mejorar la eficiencia y la seguridad del uso del artefacto.

La finalidad de integrar esta herramienta en el proyecto de diseño es garantizar que cada paso en el proceso de uso del artefacto sea intuitivo y accesible para los usuarios, reduciendo la posibilidad de errores o dificultades en la operación (manipulación) del soporte.

Figura 12

Diagrama de procesos



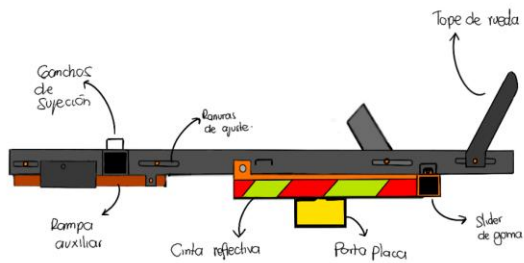
Nota: Diagrama de procesos de uso del artefacto.

### 5.4.2 Alternativa final

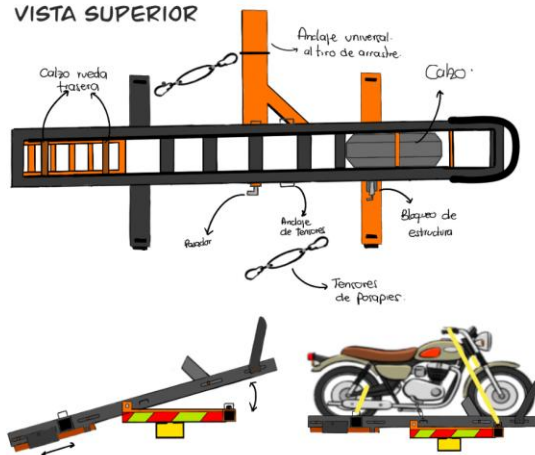
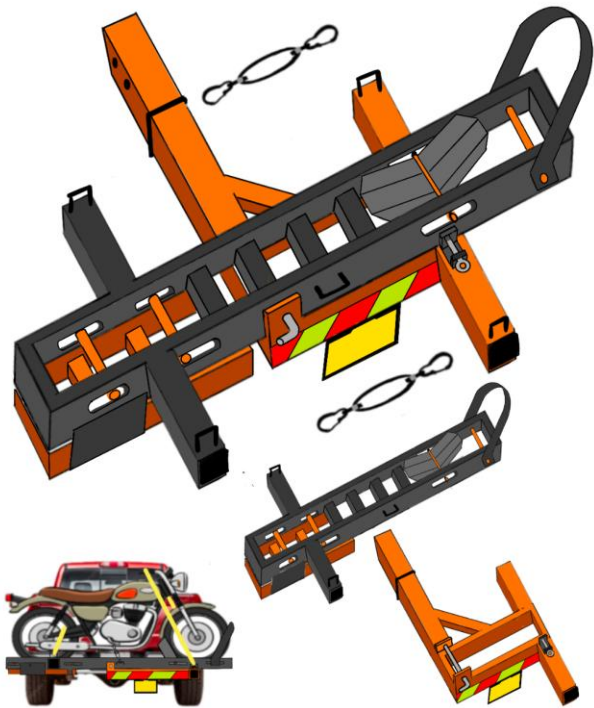
Según el diagrama de procesos realizado observamos que la alternativa seleccionada cumplía con todas las funciones requeridas de manera adecuada, esto al mapear cada paso del proceso de uso, sin embargo, surgieron detalles que no habían sido completamente considerados en la etapa inicial de selección, es decir, detalles a corregir en la alternativa seleccionada.

**Figura 13***Alternativa de diseño final.*

VISTA LATERAL



VISTA SUPERIOR

**ALTERNATIVA FINAL**

Esto nos llevó a realizar ajustes y optimizaciones en la alternativa, asegurándonos de que esta fuese la más adecuada en términos de operatividad lo cual confirmamos no solo en teoría, sino también de manera práctica garantizando que los usuarios puedan llevar a cabo cada paso de manera fluida y segura.

### 5.4.3 Modelo de media fidelidad

Luego de tener la alternativa final del soporte de motocicletas seleccionada y claramente ilustrada, se procedió a realizar una representación tangible con cierto nivel de detalle de dicha alternativa final. Este modelo es un prototipo físico a escala que refleja las principales características y funcionalidades del diseño propuesto. (Ver Apéndice B, imágenes del modelo de media fidelidad). A través de este modelo, se podrá evaluar la ergonomía, la facilidad de uso, la estabilidad y otros aspectos críticos antes de proceder con la fabricación del

prototipo funcional. El objetivo es identificar posibles mejoras o ajustes necesarios en una etapa temprana, reduciendo riesgos y asegurando que el diseño final cumpla con los requisitos esperados.

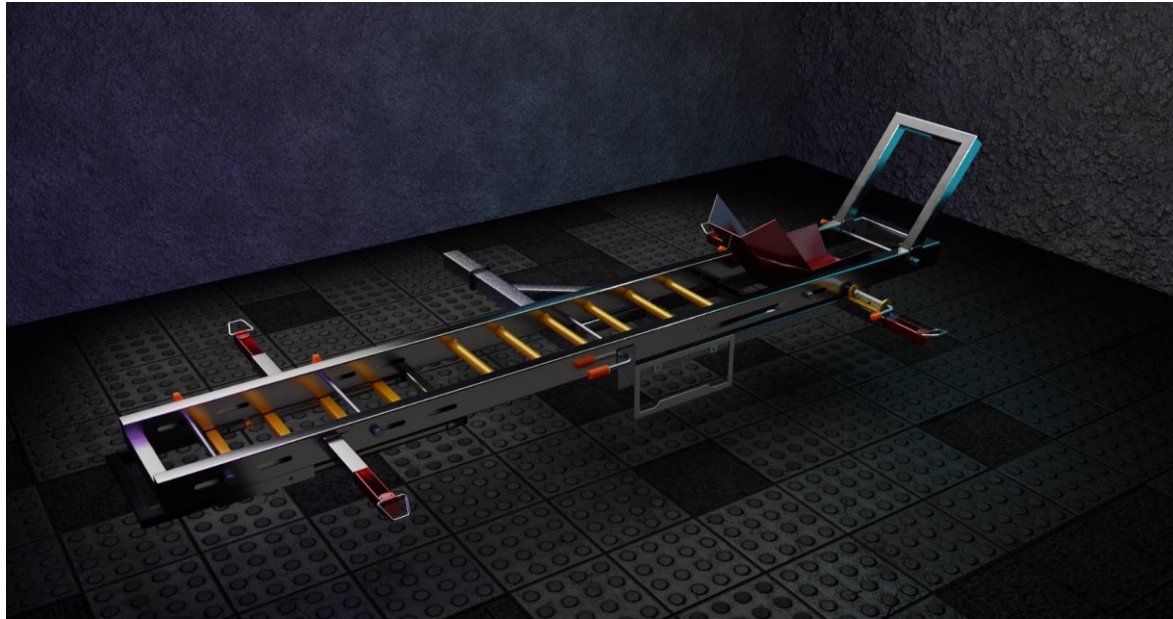
#### **Figura 14**

##### *Modelo de media fidelidad*



*Nota: Modelo a escala del artefacto elaborado en madera.*

Dicho modelo se realizó en madera a escala  $\frac{1}{3}$ , es decir todas las medidas eran 3 veces más pequeñas para fabricar dicho modelo. Luego de presentar dicho modelo al docente, se analizaron las piezas que componen el modelo e identificamos posibles fallas tanto en las piezas como en los accesorios que incorpora el modelo. De esta manera se determinó modificar algunas piezas realizando mejoras pertinentes para optimizar el modelo en términos de operatividad, funcionalidad y seguridad. Dichos ajustes se realizaron en un modelo CAD, el cual observaremos a continuación.

**Figura 15***Ajustes en Modelo CAD***5.5 Fase 4, Validaciones, comprobaciones y verificaciones****5.5.1 Prototipo funcional**

Se procedió a realizar la fabricación del artefacto para transportar motocicletas con el material especificado en el modelo CAD. Dicho artefacto se fabricó a escala real, lo que permitirá evaluar todas las características operativas, funcionales y de seguridad en condiciones de uso reales. A través de pruebas específicas que planteamos más adelante, verificaremos si el diseño cumple con los requisitos establecidos y si es capaz de operar de manera eficiente y segura en situaciones prácticas, entre otras verificaciones, lo que nos permitirá analizar su desempeño y fiabilidad en entornos reales. Cabe resaltar que este prototipo es el que se usará en las pruebas de validación, verificación y comprobaciones. (Ver Apéndice C, construcción del prototipo funcional).

**Figura 16*****Prototipo funcional*****5.5.2 Protocolos de validación, comprobaciones y verificaciones**

Durante el proceso de diseño se llega a una etapa donde se deben detallar los procedimientos y criterios que se seguirán para validar, comprobar y verificar el desempeño del prototipo funcional. Esto incluirá pruebas específicas, métricas a evaluar, y los estándares que el prototipo deberá cumplir para ser considerado viable. Este protocolo asegura que las pruebas sean sistemáticas y que los resultados obtenidos sean confiables y aplicables a futuras iteraciones del diseño.

A continuación, se presentan una serie de protocolos, criterios y requerimientos que tienen como finalidad un proceso investigativo para el diseño de un artefacto que permita cargar y transportar motocicletas que tengan un peso máximo de hasta 200 kg en vehículos utilitarios de más de 1800 cc para un proyecto de grado de la carrera de diseño industrial en la Universidad Industrial de Santander.

## 5.5.2.1 Comprobaciones y verificaciones

Tabla 17

*Requerimientos vs protocolo de verificaciones y comprobaciones*

Especificaciones de producto	Requerimiento	Parámetro	Test
<i>distanciar</i>	Distancia mínima al suelo para evitar que el artefacto golpee el suelo.	distancia mayor a 17 cm variable dicotómica (si o no)	<b>Verificación:</b> medir la distancia vertical entre el artefacto y el suelo en el vehículo más bajo (Hyundai Tucson).
<i>Fijar</i>	Sistema de fijación para la motocicleta.	Capacidad de sujeción de las cinchas mayor a 100 kg. (si se usan 4 para fijar la motocicleta al artefacto)	<b>Verificación:</b> seleccionar unas cinchas con capacidad de carga mayor a 100 kg.
<i>Proteger</i>	Elementos de protección para evitar daños al artefacto o elementos externos.	Tiene elementos que protegen el artefacto de golpes. variable dicotómica (si o no)	<b>Comprobación:</b> Los elementos de protección protegen si o no el artefacto de golpes.
<i>Visualizar</i>	Uso de reflectivos y accesorios para mejor visualización del artefacto.	Cinta reflectiva que cumpla con la norma ASTM D4956	<b>Verificación:</b> Seleccionar una cinta reflectiva que cumpla con la norma ASTM D4956.
<i>Resistir</i>	Resistencia estructural del artefacto ante fuerzas externas.	Resistencia mínima estructural $\geq 13 \text{ kg-pul}^2$ .  Peso soportado de 300 - 400 kg.	<b>Verificación:</b> Seleccionar material cuya resistencia estructural sea mayor a 13 kg-pul <sup>2</sup> .  <b>Comprobación:</b> Análisis mecánico y pruebas de carga estática para evaluar la resistencia estructural.
<i>Compatibilidad</i>	Compatibilidad con diferentes tipos de llantas.	Acople del calzo delantero con llantas de distintos anchos.	<b>Comprobación:</b> Comprobar que el calzo ajuste diversos anchos de llantas.
<i>Versatilidad</i>	Versatilidad para su uso en diferentes tipos de tiro de arrastre de vehículos utilitarios.	Medida estándar del receptor de enganche 2 pulg x 2 pulg variable dicotómica (si o no)	<b>Verificación:</b> Seleccionar un tubo para el receptor de enganche que mida 2 x 2 pulg.
<i>Material</i>	Resistencia a la corrosión y condiciones	pintura electrostática resistente a condiciones	<b>Verificación:</b> Seleccionar una pintura

	ambientales.	ambientales que cumpla la norma ISO 12944	que cumpla la norma ISO 12944.
<i>Aligerar</i>	Ligereza del material para no añadir peso innecesario al vehículo.	peso del artefacto inferior a 50 kg.	<b>Comprobación:</b> Pesar el artefacto y que su peso sea inferior a 50 kg.

### 5.5.2.2 Procedimiento de comprobaciones

#### 5.5.2.2.1 Comprobación de protección.

**Objetivo:** Protege sí o no el artefacto de golpes.

**Tipo de prototipo:** Modelo funcional escala 1:1

**Variable para medir:** variable dicotómica (protege sí o no)

**Herramienta:** Auto reporte.

**Procedimiento:**

1. Elaborar un modelo SKETCH para evaluar la viabilidad del sistema.
2. Conseguir los materiales que serán usados en la construcción del modelo.
3. Fabricar las piezas del modelo.
4. comprobar si los elementos de protección evitan golpes directos al artefacto.
5. Registrar los datos.

#### 5.5.2.2.2 Comprobación de resistencia.

**Objetivo:** Realizar un análisis mecánico y pruebas de carga estática para evaluar la resistencia estructural.

**Tipo de prototipo:** Modelo CAD.

**Variable para medir:** Resistencia mínima estructural  $\geq 13 \text{ kg-pul}^2$ .

**Herramienta:** SolidWorks.

**Procedimiento:**

1. Elaborar un modelo CAD para evaluar la viabilidad del sistema.
2. Establecer el material, cargas y sujeciones.
3. Realizar la simulación de cargas.
5. comprobar si la estructura tiene una resistencia mayor a 13 kg-pul.
6. Registrar la evidencia.

### 5.5.2.2.3 Comprobación de compatibilidad

**Objetivo:** Comprobar que el calzo ajuste distintas llantas.

**Tipo de prototipo:** Modelo funcional escala 1:1

**Variable para medir:** Acople del calzo delantero con llantas de distintos anchos.

**Herramienta:** Auto reporte.

**Procedimiento:**

1. Elaborar un modelo SKETCH para evaluar la viabilidad del sistema.
2. Conseguir los materiales que serán usados en la construcción del modelo.
3. Fabricar las piezas del modelo.
4. Posicionar la moto en el artefacto.
4. Disponer varias motos para comprobar que el calzo ajuste las llantas.
5. Comprobar si el calzo acopla la llanta delantera de cada moto.
6. Registrar los datos.

### 5.5.2.2.4 Comprobación de peso.

**Objetivo:** Pesar el artefacto y que su peso sea inferior a 50 kg.

**Tipo de prototipo:** Modelo funcional escala 1:1

**Variable para medir:** peso inferior a 50 kg.

**Herramienta:** Auto reporte.

**Procedimiento:**

1. Elaborar un modelo SKETCH para evaluar la viabilidad del sistema.
2. Conseguir los materiales que serán usados en la construcción del modelo.
3. Fabricar las piezas del modelo.
4. Ensamblar el artefacto.
5. Comprobar si el artefacto pesa menos de 50 kg.
6. Registrar los datos.

### 5.5.2.3 Protocolo de Validaciones

Se busca que el artefacto diseñado para transportar motocicletas en vehículos utilitarios brinde seguridad durante el transporte y minimice el esfuerzo necesario para cargar y descargar la motocicleta. Por tanto, en este protocolo de validaciones se evaluará la seguridad de la motocicleta al ser transportada en los vehículos utilitarios bajo condiciones normales de uso,

así como la eficiencia en términos de esfuerzo físico requerido al momento de colocar y retirar la motocicleta del artefacto.

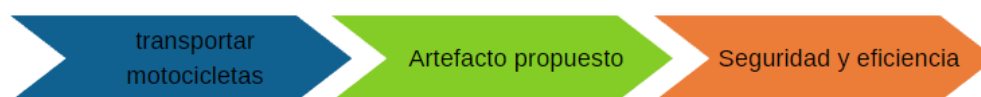
### 5.5.2.3.1 Hipótesis de funcionamiento

**Hipótesis:** El transporte de motocicletas empleando el artefacto propuesto, permitirá transportar las motocicletas de manera segura y eficiente.

### 5.5.2.3.2 Esquema experimental

**Tabla 18**

#### *Esquema experimental*



Hipótesis	variable independiente	Unidad experimental	variable dependiente
El transporte de motocicletas empleando el artefacto propuesto, permitirá transportar las motocicletas de manera segura y eficiente.	Uso del artefacto (ATM-2)	Usuario	Percepción de esfuerzo
			Estabilidad de la moto

### 5.5.2.3.3 Descripción muestra de participantes

Se definirá un muestreo no probabilístico por conveniencia de participantes, participaron en total 33 personas sin conocimiento en el uso del artefacto, 8 participantes con experiencia previa, es decir, personas que han utilizado artefactos similares para transportar motocicletas o métodos alternativos y 25 participantes sin experiencia previa, personas que han tenido la necesidad de transportar motocicletas en vehículos utilitarios, pero no han utilizado previamente artefactos para ello. La muestra estuvo conformada por 29 hombres y 4 mujeres con edad promedio de 29,2 años.

**Tabla 19***Frecuencia y edad de los participantes.*

		<b>Frecuencia absoluta</b>	<b>Promedio en años</b>
<b>Sexo</b>	<b>Masculino</b>	29	28.72
	<b>Femenino</b>	04	29.75
<b>Total:</b>		33	29,2

**5.5.2.3.4 Criterios de inclusión**

Estos criterios son requerimientos que debe tener la persona para ejecutar la prueba, deben cumplirse para que la persona pueda hacer la prueba con el fin de que la muestra de población sea homogénea.

**Tabla 20***Criterios de inclusión*

<b>Edad</b>	Participantes entre 20 y 60 años, para garantizar que se encuentren en un rango de edad donde puedan manejar las pruebas físicas y cognitivas involucradas.
<b>Condiciones de salud</b>	Estar en condiciones físicas adecuadas para realizar las pruebas correspondientes sin restricciones médicas que puedan afectar los resultados.
<b>Experiencia con motocicletas</b>	Los participantes deben tener experiencia previa en transporte de motocicletas mediante artefactos similares o haber tenido la necesidad de transportarlas, aunque no hayan usado artefactos similares anteriormente teniendo en cuenta un conocimiento básico respecto a una motocicleta.

**5.5.2.3.5 Criterios de exclusión**

Estos criterios corresponden a factores que afecten el correcto desarrollo de las pruebas, nos aseguran que los participantes seleccionados puedan proporcionar una evaluación

consistente y válida del artefacto, mientras se minimizan los factores que podrían afectar la validez de los resultados.

**Tabla 21**

*Crterios de exclusión*

<b>Problemas de salud</b>	Participantes con problemas de movilidad, lesiones recientes o condiciones de salud que puedan afectar su capacidad para realizar las pruebas o manipulación del artefacto.
<b>Edad fuera de rango</b>	Participantes fuera del rango de edad especificado (menores de 20 años o mayores de 60 años), para evitar resultados que puedan ser influenciados por factores relacionados con la edad.
<b>Familiaridad con motocicletas</b>	Participantes que no tengan ninguna familiaridad con motocicletas, ya que pueden no proporcionar una evaluación representativa de la facilidad de uso y efectividad del artefacto.

**5.5.2.3.6 Equipos y herramientas**

Cabe resaltar que, en las pruebas a realizar se implementa el prototipo funcional con el objetivo de evaluarlo por tanto no se toma como un equipo o herramienta.

**Tabla 22**

*Equipos y herramientas para validar*

<b>Registro de datos</b>	Encuesta de percepción de esfuerzo
<b>Equipo de medición</b>	Herramientas para medir el movimiento de la motocicleta durante las pruebas de sujeción y anclaje (cinta métrica, sensores de desplazamiento, cámara de video).
<b>Vehículos y motocicletas</b>	Vehículo utilitario con más de 1800 cc y motocicletas con un peso inferior a 200 kg (al menos 2 motocicletas).

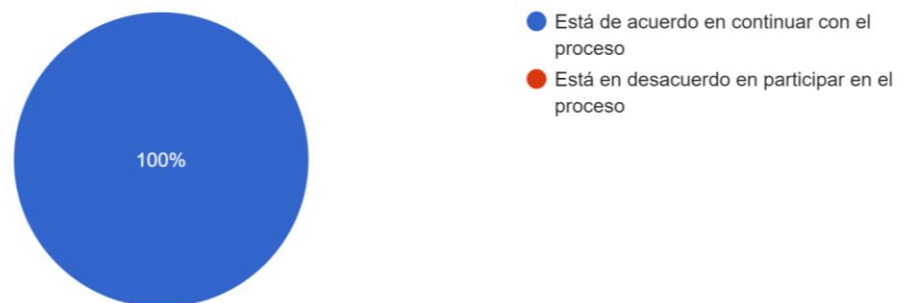
### 5.5.2.3.7 Consentimiento informado

Los participantes leyeron y firmaron el consentimiento informado, (Ver Apéndice D, consentimiento informado). Para la firma del consentimiento informado se cambió el formato de firmas por una encuesta rápida en donde el participante estaba de acuerdo o no en participar del proceso de validación. La actividad se clasificó como: sin riesgo, y en el tratamiento de datos toda la información fue archivada para garantizar el manejo confidencial de los datos según la normativa de la Universidad Industrial de Santander.

### Figura 17

#### *Respuestas del consentimiento informado*

He leído y entendido el documento "consentimiento informado" o el mismo se me ha leído o explicado. Todas mis preguntas han sido contesta...he renunciado a ninguno de mis derechos legales.  
33 respuestas



### 5.5.2.3.8 Procedimiento de la prueba

Para el desarrollo de las pruebas de validación, en primer lugar, se hace uso de una prueba de percepción de esfuerzo mediante la escala de Borg, en esta el usuario debe asignar un valor de 1 a 10 para representar su sensación de la cantidad de trabajo realizado y la valoración irá desde un esfuerzo muy suave, suave, moderado, un poco duro, duro, muy duro hasta el esfuerzo máximo. Esta prueba se aplica luego de que el usuario realice la actividad de subir y bajar la motocicleta del artefacto (ATM-2). En segundo lugar, se establece una prueba de estabilidad de la motocicleta durante el transporte bajo diferentes condiciones de manejo (rectas, curvas, frenadas, terreno irregular). Dicha prueba garantizará el correcto funcionamiento de los anclajes y amarres presentes en el artefacto.

#### **Procedimiento:**

1. Colocar el artefacto en el vehículo utilitario (verificar que esté bien colocado).

2. Disponer tres motocicletas de diferentes tamaños y pesos, todas dentro del límite de carga del artefacto (máximo 200 kg).
3. Presentar el consentimiento informado a los participantes.
4. **Iniciar la prueba 1:** Percepción de esfuerzo al subir y bajar la motocicleta del artefacto (ATM-2).
5. Explicar brevemente el objetivo de la prueba y cómo se utilizará el artefacto.
6. Pedir a los participantes que suban y bajen cada una de las motocicletas del artefacto (aclarar que deben utilizar el artefacto sin ayuda externa).
7. Registrar los tiempos de carga y descarga para identificar mejoras en la ergonomía y eficiencia del artefacto.
8. Una vez realizada la tarea, solicitar a los participantes que evalúen el esfuerzo físico percibido al cargar y descargar la motocicleta, en una escala de 1 a 10 (1: “muy fácil”; 10: “muy difícil”).
9. Registrar las observaciones de los participantes sobre cualquier dificultad o incomodidad que hayan experimentado durante la operación.
10. **Iniciar la prueba 2:** Estabilidad de la motocicleta durante el transporte.
11. Explicar brevemente el objetivo de la prueba y cómo se utilizará el artefacto.
12. Cargar las motocicletas en el artefacto (una por una), utilizando los sistemas de sujeción del artefacto.
13. Verificar que la motocicleta esté correctamente posicionada y fijada antes de iniciar el transporte.
14. Realizar un recorrido en distintas condiciones (recta, curva, frenado, terreno irregular).
15. Utilizar cámaras para registrar el movimiento de la motocicleta durante el recorrido para posteriormente hacer un análisis de movimiento mediante un software.
16. Al finalizar el recorrido, inspeccionar visualmente tanto la motocicleta como el artefacto para detectar posibles daños, desgastes o fallos estructurales en los anclajes.
17. Registrar las observaciones luego de la inspección.
18. Se agradece la participación y se despide al participante.

#### **5.5.2.3.9 Evidencia fotográfica de las validaciones y comprobaciones.**

Durante el proceso de validación, comprobación y verificación se hizo registro fotográfico de las pruebas realizadas, lo cual respalda dicho proceso. Estas imágenes documentan las pruebas de esfuerzo, estabilidad, seguridad, y funcionalidad del artefacto. (Ver

Apéndice E, evidencia del proceso de validación). Esta evidencia visual permite evidenciar el comportamiento del artefacto en situaciones reales y simuladas, garantizando que cumple con los requisitos establecidos y que su desempeño es conforme a los estándares de seguridad y eficiencia. (Ver Apéndice F, evidencia del proceso de comprobaciones).

## 5.6 Fase 5, Diseño en detalle

### 5.6.1 Prototipo final

En este punto del proceso de diseño el prototipo final del artefacto para transportar motocicletas para de su versión (ATM-2) a la versión (ATM-3) lo cual representa una evolución directa del prototipo anterior. En primer lugar, realizamos los ajustes al modelo CAD y luego se procedió a Fabricar el ATM-3 con el material especificado y a escala real, este artefacto ha sido optimizado para mejorar su desempeño, seguridad y facilidad de uso, esto gracias a las validaciones realizadas donde se pudieron evidenciar mejoras y adecuaciones, es decir, se integraron mejoras clave para garantizar que el ATM-3 cumple con todos los requisitos operativos, de seguridad y eficiencia establecidos.

## Figura 18

### *Render ATM3*



**Figura 19**

*Prototipo final ATM3*

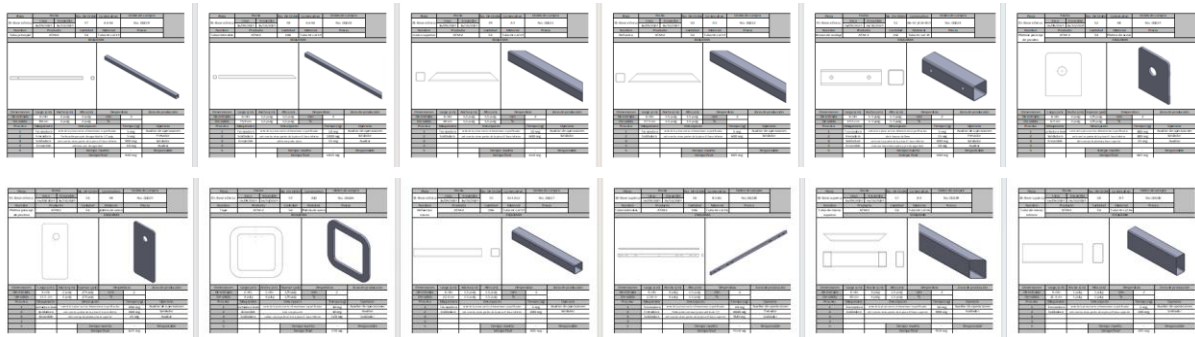


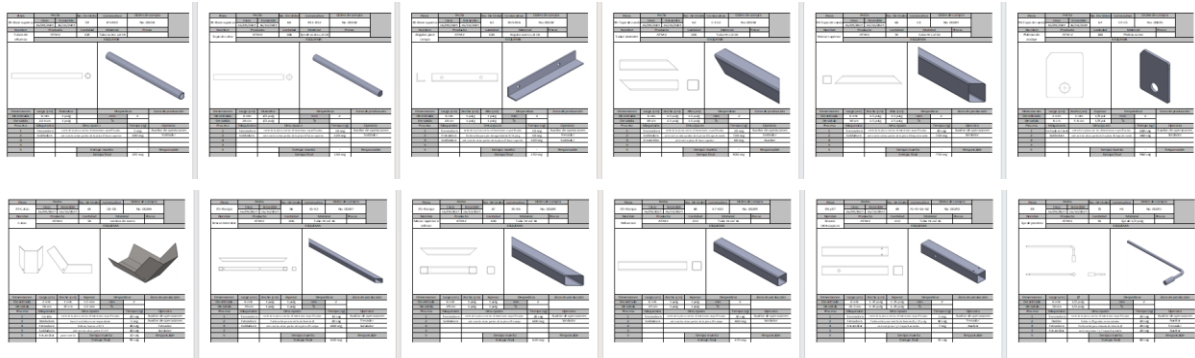
**5.6.2 Planos técnicos**

En esta fase del proceso de diseño, se presentan las cartas de producción del artefacto diseñado para el transporte de motocicletas en vehículos utilitarios. Dichas cartas de producción detallan las dimensiones, componentes y materiales de cada pieza del artefacto, así como las especificaciones necesarias para su fabricación y ensamblaje. Cada carta de producción ha sido elaborada a detalle para asegurar que todas las partes del artefacto funcionen correctamente. (Ver Apéndice G, cartas de producción).

**Figura 20**

*Cartas de producción*



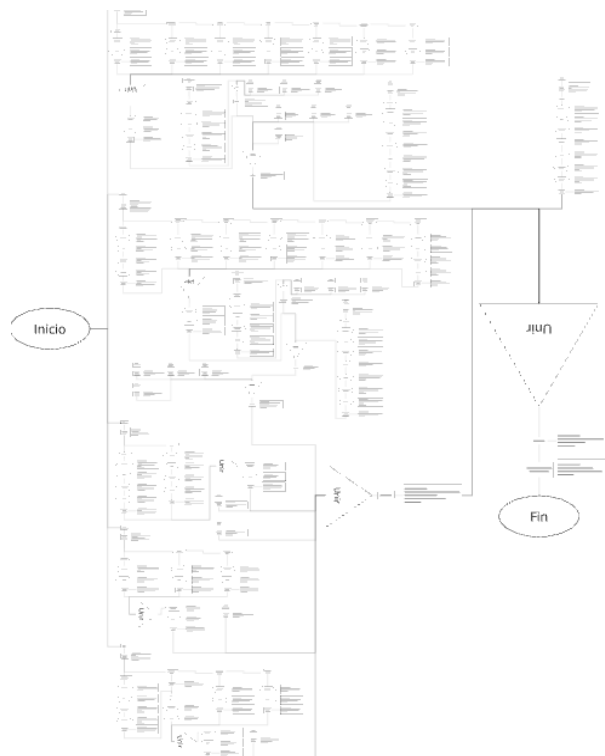


**5.6.3 Diagrama de procesos de fabricación**

Este diagrama detalla de manera secuencial cada etapa involucrada en la producción del ATM-3 (artefacto para transportar motocicletas). Permite visualizar de forma clara y estructurada las fases desde la adquisición de materiales, los cortes y ensamblajes, hasta los acabados finales. A través de esta herramienta, se busca optimizar los tiempos de producción, asegurar la calidad de cada componente y garantizar la eficiencia en la fabricación del artefacto, manteniendo los estándares establecidos en el diseño inicial. (Ver Apéndice H, diagrama de procesos).

**Figura 21**

*Diagrama de procesos de fabricación*



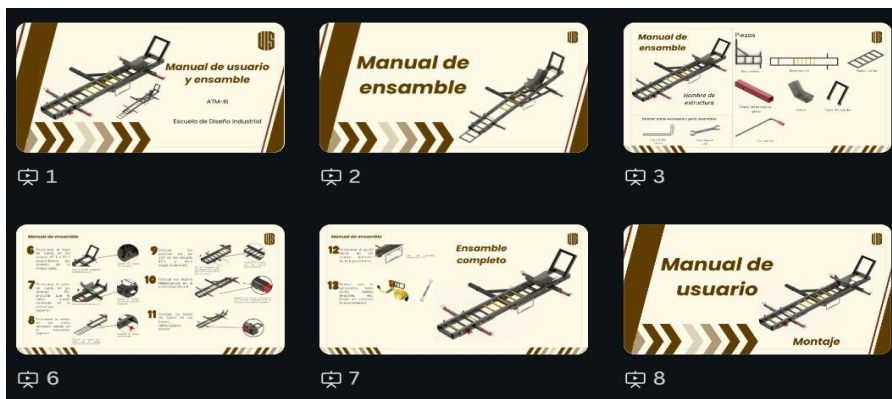
*Nota: Diagrama de procesos de fabricación del artefacto ATM3*

#### 5.6.4 Manual de uso

El manual de uso del artefacto para transportar motocicletas (ATM-3) ha sido desarrollado con el objetivo de proporcionar instrucciones claras y detalladas sobre su correcto manejo y mantenimiento. Este documento guiará al usuario en cada etapa del proceso, desde la instalación y fijación del artefacto en el vehículo utilitario, hasta los procedimientos para cargar y descargar la motocicleta de manera segura. Además, incluye recomendaciones de seguridad, instrucciones de almacenamiento, y cuidados necesarios para prolongar la vida útil del artefacto, así como garantizar su funcionamiento óptimo en todo momento. (Ver Apéndice I, manual de ensamble y de uso).

**Figura 22**

*Manual de ensamble y uso*



#### 5.6.5 Matriz de costos

La Matriz de Costos presenta un desglose detallado de los gastos asociados a la fabricación del artefacto ATM-3. En ella se incluyen los costos de materiales, mano de obra, procesos de producción, y cualquier otro recurso necesario para la manufactura del prototipo. Esta herramienta es fundamental para evaluar la viabilidad económica del proyecto, permitiendo identificar los elementos más costosos y posibles áreas de optimización, con el fin de asegurar que el artefacto sea rentable y competitivo en el mercado. (Ver Apéndice J, matriz de costos).

**Figura 23****Resumen Matriz de costos de fabricación**

Unidades producidas al mes	Mano obra por producto	Costo de piezas producidas para 1 producto	Costo materia prima	Total Costo un producto
53	\$ 319.709,74	\$ 16.025,65	\$ 369.770	\$ 705.505,39

**5.7 Fase 6, análisis de resultados****5.7.1 Resultados de comprobaciones****5.7.1.1 Resultados: Comprobación de protección**

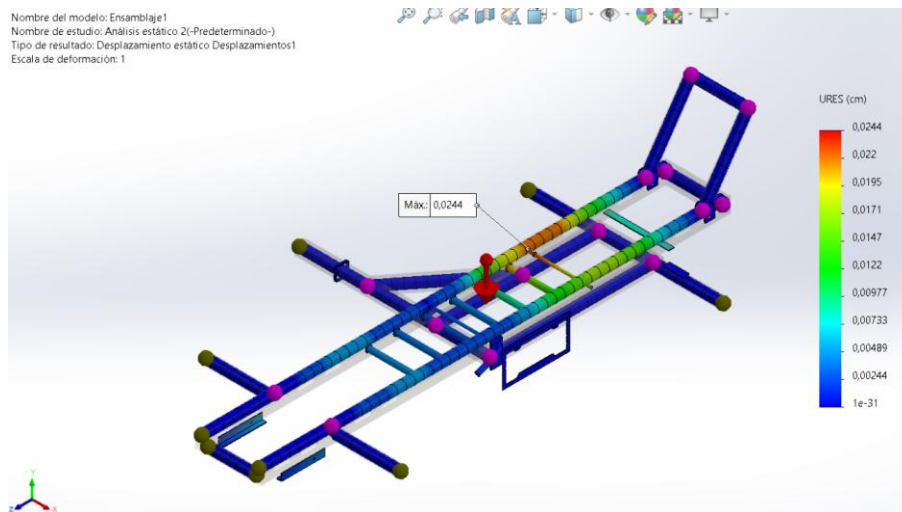
Al probar la resistencia al impacto de los topes colocados para evitar golpes directos en el artefacto (ATM-3) evidenciamos una capacidad efectiva para resistir dichos golpes sin sufrir daños considerables o funcionales. Los elementos de protección cumplen con su función, evitando daños tanto al artefacto como a los componentes críticos, como anclajes o estructuras de soporte. De esta manera se valida y garantiza la capacidad para soportar impactos durante el uso del artefacto (ATM-3) en condiciones reales sin necesidad de modificaciones adicionales. (Ver Apéndice F, evidencia del proceso de comprobaciones).

**5.7.1.2 Resultados: Comprobación de resistencia**

El análisis mecánico mediante el método de elementos finitos y simulaciones de resistencia y rendimiento del artefacto realizadas mediante el software SolidWorks confirma que la estructura del artefacto tiene una resistencia superior a 13 kg-pul. Las simulaciones de cargas han demostrado que el artefacto soporta cargas aplicadas entre 300 y 400 kg sin deformaciones significativas ni fallos estructurales en uniones o soldadura. Por tanto, el artefacto (ATM-3) cumple con los requisitos de resistencia estructural establecidos, validando que el artefacto es adecuado para su uso en condiciones reales y que su diseño es robusto frente a las cargas previstas. La evidencia de la simulación y los resultados registrados respaldan la viabilidad estructural del artefacto. (Ver Apéndice F, evidencia del proceso de comprobaciones).

## Figura 24

### *Evidencia análisis mecánico en SolidWorks*



#### 5.7.1.3 Resultados: Comprobación de compatibilidad

El calzo delantero del artefacto ha sido probado con llantas de distintos tamaños, la motocicleta con la llanta delantera más ancha que se probó tenía 14 cm de ancho, por tanto, confirmamos que el calzo ajusta adecuadamente llantas de hasta 14 cm de ancho, pero también se evidenció que dicho calzo funcionaría de igual manera para llantas más anchas. El proceso de posicionamiento de la moto en el artefacto demostró que el calzo proporciona una fijación adecuada, permitiendo una integración efectiva entre la llanta delantera de una motocicleta y el calzo. La evidencia fotográfica de los ensayos confirma que el artefacto (ATM-3) es compatible con cualquier llanta de motocicleta, validando su versatilidad y adaptabilidad para diferentes tamaños de llantas. (Ver Apéndice F, evidencia del proceso de comprobaciones).

#### 5.7.1.4 Resultados: Comprobación de peso

El artefacto ensamblado fue pesado comprobando que su peso total es inferior a 50 kg, dicho resultado arrojó un peso de 28.4 kg lo cual está dentro del límite permitido. La evidencia fotográfica de la medición muestra que el artefacto cumple con el requisito de ligereza, reduciendo en lo posible el impacto sobre el vehículo utilitario. Los datos registrados durante la prueba de peso confirman que el artefacto cumple lo establecido y por tanto se valida el diseño en términos de peso.

**Figura 25***Comprobación de peso del artefacto***5.7.2 Resultados de verificaciones****Tabla 23***Resultados de verificaciones*

<b>Especificación</b>	<b>Variable</b>	<b>Elemento seleccionado</b>
Distanciar el artefacto del suelo	distancia mayor a 17 cm	Vehículo más bajo: Hyundai Tucson. si es mayor la distancia del artefacto al suelo.
Fijar la motocicleta al artefacto	Capacidad de sujeción de las cinchas mayor a 100 kg.	Cincha marca truper con ratchet y capacidad de 400 kg.
Visualización del artefacto	Cinta reflectiva que cumpla con la norma ASTM D4956 / NTC 5807.	Cinta reflectiva de acrílico con microprismas marca KTC.
Resistencia estructural del artefacto	Resistencia mínima estructural $\geq$ 13 kg-pul.	Tubería cuadrada de 1.5 pulgadas Hr calibre 14.
Acople en el receptor de enganche	Medida estándar del acople para receptor de enganche 2 pulg x 2 pulg.	Tubo cuadrado de 2 pulgadas Hr calibre 16.
Resistencia a la corrosión y condiciones ambientales	Pintura que cumpla la norma ISO 12944 / NTC 4576.	Pintura en polvo electrostática horneable de alta resistencia marca

		Pintuco, Sika o Ternium.
--	--	--------------------------

### 5.7.3 Resultados de validaciones

- **Resultados prueba de validación 1:** Percepción de esfuerzo al subir y bajar las motocicletas del artefacto (ATM-2).

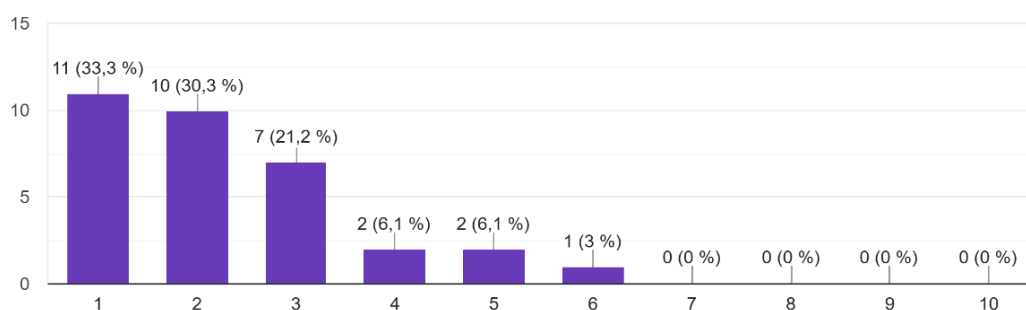
Esta prueba se realizó en dos fases:

- **Fase 1:** subir y bajar del artefacto una motocicleta pequeña (115cc). Luego de realizada la prueba con los 33 participantes se evidenció que al momento de subir una motocicleta pequeña el 69.7 % de los participantes no percibieron mayor esfuerzo u indicaron un esfuerzo moderado a la hora de realizar dicha tarea. Ahora bien, al momento de bajar del artefacto una motocicleta pequeña el 90.7 % de los participantes percibieron un esfuerzo muy bajo (percepción inferior a un esfuerzo moderado). (Ver Apéndice K, resultados encuesta de validación).

### Figura 26

#### *Esfuerzo percibido bajando la motocicleta pequeña.*

Según su percepción que tanto esfuerzo físico realizó bajando la motocicleta de la estructura por favor valore en una escala de 1-10  
33 respuestas



- **Fase 2:** subir y bajar del artefacto una motocicleta más robusta (125 - 250 cc). Luego de realizada la prueba con los 33 participantes se evidenció que al momento de subir una motocicleta algo robusta el 93.9 % de los participantes no percibieron mayor

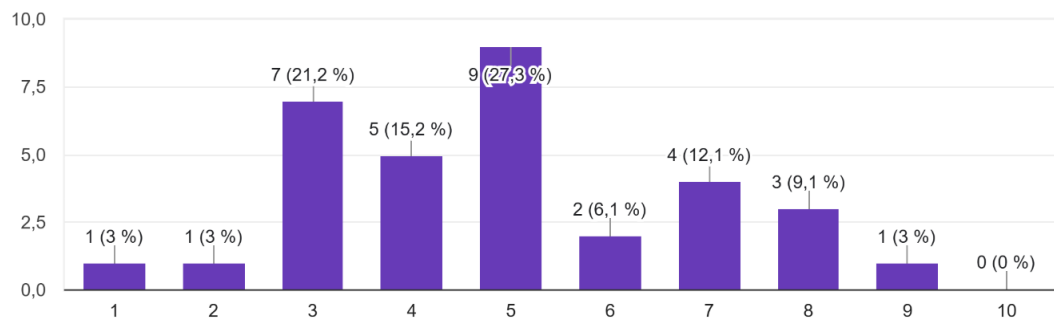
esfuerzo u indicaron un esfuerzo moderado a la hora de realizar dicha tarea. Ahora bien, al momento de bajar del artefacto una motocicleta con las características mencionadas el 97 % de los participantes percibieron un esfuerzo muy bajo (percepción inferior a un esfuerzo moderado). (Ver Apéndice K, resultados encuesta de validación).

**Figura 27**

***Esfuerzo percibido subiendo la motocicleta robusta.***

Según su percepción que tanto esfuerzo físico realizó subiendo la motocicleta a la estructura por favor valore en una escala de 1-10

33 respuestas



- **Resultados prueba de validación 2:** Estabilidad de la motocicleta durante el transporte.

Para evaluar la estabilidad de las motocicletas transportadas en el artefacto (ATM-2), se empleó el software de análisis de movimiento Kinovea. Se analizaron videos de recorridos que incluyen diversas condiciones de manejo: rectas, curvas, frenadas y terrenos irregulares. Los resultados mostraron que el movimiento entre el artefacto y la motocicleta pequeña fue inferior a 8 grados (no se utilizaron los sensores de fijación entre la estructura y a motocicleta), lo cual indica un excelente funcionamiento por parte de los sistemas de sujeción, como correas y topes, demostrando cumplir perfectamente su función. (Ver Apéndice L, evidencia de pruebas de ruta y análisis kinovea).

**Figura 28**

*Análisis del movimiento de la motocicleta pequeña.*



Antes

Después

En cuanto al movimiento entre el artefacto y la motocicleta más robusta fue de 0,4 grados, disminuyó en gran medida el movimiento ya que en esta ocasión se emplearon los tensores de fijación entre la estructura y la motocicleta, lo cual indica que su uso al igual que el uso de los demás sistemas de sujeción y anclaje es vital para la correcta sujeción entre el artefacto y la motocicleta, en otras palabras, los sistemas de sujeción cumplen su función logrando que el movimiento de la moto en el artefacto este dentro del límite de tolerancia establecido. Este resultado confirma que no hay riesgo de inestabilidad ni peligro durante el transporte, incluso en condiciones de manejo exigentes como se evidencio en los vídeos analizados. (Ver Apéndice L, evidencia de pruebas de ruta y análisis kinovea).

**Figura 29**

*Análisis del movimiento de la motocicleta más robusta.*



Antes

Después

#### 5.7.4 Conclusiones de validaciones

- **Conclusión de validación 1: Percepción de esfuerzo al subir y bajar las motocicletas del artefacto (ATM-2).**

El artefacto (ATM-2) facilita significativamente la carga y descarga de motocicletas, reduciendo la percepción de esfuerzo físico tanto para motocicletas pequeñas como robustas. La mayoría de los participantes reportaron un esfuerzo bajo o muy bajo en ambas tareas, validando la eficiencia, ergonomía y funcionalidad del diseño. Se presentaron por parte de los usuarios comentarios referentes al ajuste del calzo delantero en cuanto a dimensiones para cumplir de mejor manera su función.

- **Conclusión de validación 2: Estabilidad de la motocicleta durante el transporte.**

La prueba de validación confirma que el artefacto (ATM-2) garantiza una sujeción segura y estable de la motocicleta durante el transporte, cumpliendo con los requisitos de seguridad y funcionalidad. Tanto los sistemas de sujeción de la motocicleta como los del artefacto al vehículo utilitario operan eficientemente, asegurando la estabilidad en diversas condiciones de manejo. Esto valida el diseño y reafirma su fiabilidad en aplicaciones prácticas.

#### 5.7.5 Conclusiones finales

Se establecieron y cumplieron las especificaciones técnicas y de diseño requeridas para el artefacto, lo que permitió desarrollar un dispositivo eficiente y funcional para el transporte de motocicletas en vehículos utilitarios (SUV, crossover o pick-up). El diseño final ha sido optimizado para ofrecer una solución práctica y adaptable a diversas configuraciones de motocicletas.

Las pruebas de validación demostraron que el artefacto cumple con la normativa de seguridad vial y protege adecuadamente la motocicleta durante el proceso de carga, transporte y descarga. La estabilidad y robustez del sistema garantizan un transporte seguro, minimizando el riesgo de daños tanto a la motocicleta como al vehículo.

La evaluación del rango de resistencia de los anclajes confirmó que el sistema de sujeción del artefacto es seguro y efectivo. Los resultados evidenciaron que los anclajes mantienen la integridad entre el artefacto y la motocicleta. Además, la estabilidad de la motocicleta se mantiene incluso bajo condiciones de manejo exigentes.

El análisis mecánico, realizado mediante el método de elementos finitos y las respectivas simulaciones demostraron que el artefacto posee la robustez y resistencia necesaria para soportar las cargas y fuerzas externas previstas. Esto valida su rendimiento y seguridad en diversas condiciones de uso, confirmando la viabilidad del diseño.

El proyecto evidenció que, a través de un enfoque multidisciplinario y la integración de mejoras en cada fase de desarrollo del artefacto, fue posible crear un artefacto robusto y seguro que mejora significativamente la experiencia del usuario final. La validación mediante pruebas de percepción de esfuerzo, estabilidad, resistencia estructural y compatibilidad demuestra que el diseño no solo cumple con los requisitos técnicos y normativos, sino que además ofrece una solución rentable y adaptable a diversas condiciones de uso. Esta integración de tecnologías y metodologías de diseño sienta las bases para futuras innovaciones en el transporte de motocicletas, abriendo la posibilidad de escalabilidad y adaptación en otros proyectos de grado similares en el campo del diseño industrial.

#### **5.7.5.1 Limitaciones del proyecto**

Las pruebas se realizaron con un número limitado de modelos de vehículos utilitarios, lo que puede limitar la generalización de los resultados a otras configuraciones o marcas. El presupuesto disponible limitó la incorporación de materiales o tecnologías avanzadas (incorporación de luces en el artefacto para su visualización) lo cual afectó el potencial de optimización del diseño.

Las pruebas de validación se realizaron en entornos controlados, lo que podría no reflejar por completo las condiciones reales de uso en situaciones extremas o variables climáticas.

El periodo asignado para las pruebas de validación fue limitado, lo que impidió evaluar el rendimiento del artefacto a lo largo de un uso prolongado o en condiciones de desgaste a largo plazo.

El uso de herramientas de auto reporte y métodos de medición manual puede introducir errores o sesgos a la hora de recolectar los datos obtenidos, afectando la precisión de los resultados obtenidos.

#### **5.7.5.2 Conclusiones para trabajos futuros**

El presente proyecto ha demostrado la viabilidad y eficiencia del artefacto diseñado para el transporte seguro de motocicletas en vehículos utilitarios, cumpliendo con los objetivos establecidos y superando las pruebas de seguridad, resistencia y funcionalidad. En el futuro, se recomienda ampliar la base de trabajo para el proceso de validación, es decir, ampliar la

diversidad de modelos de motocicletas y vehículos evaluados, incorporar tecnologías de monitoreo en tiempo real (sensores de vibración y ajustes automáticos) que permitan detectar y corregir desajustes o deterioros durante el transporte, optimizando aún más la seguridad y eficiencia del sistema. Realizar pruebas en condiciones de uso prolongado y extremo para afinar aún más el diseño y explorar la modularidad del diseño para facilitar su personalización y adaptación a diferentes mercados y necesidades específicas de los usuarios. Además, la metodología y las herramientas empleadas en este proyecto pueden servir de referencia para futuros proyectos de grado, facilitando el desarrollo de soluciones innovadoras que contribuyan a mejorar la movilidad y la seguridad en el transporte de motocicletas.

### **5.7.6 Recomendaciones de mejora:**

#### **1. Diseño inclusivo:**

Se propone rediseñar el artefacto para que permita su uso cómodo y eficiente por parte de usuarios con diferentes lateralidades. Esto incluiría la adaptación de los puntos de apoyo del artefacto para garantizar que cualquier usuario pueda subir o bajar la motocicleta con facilidad.

#### **2. Sustitución de las dimensiones de los parales laterales:**

Se sugiere reemplazar los parales laterales presentes en la base superior por tubería estructural de menor dimensión, pero con igual resistencia. Este cambio reducirá significativamente el peso total del artefacto sin comprometer su desempeño estructural.

#### **3. Sustitución de ranuras por agujeros en el calzo:**

Se recomienda reemplazar las ranuras actuales por agujeros que permitan fijar de manera más segura el calzo. Esta modificación eliminará el riesgo de deslizamientos o fallos en los ajustes de dicha pieza durante el montaje o desmontaje de la motocicleta.

#### **4. Reducción del ancho del tope delantero:**

Se propone reducir el ancho del tope delantero para garantizar un mejor acoplamiento con las llantas delanteras, lo que incrementará la estabilidad de la motocicleta en el artefacto.

**5. Ajuste en el tamaño del calzo:**

Reducir el largo del calzo en 5 cm evitará posibles golpes al guarda barro delantero de algunas motocicletas con diseños de guarda barro largos, aumentando la compatibilidad del artefacto. Además, reducir el ancho en 4 cm para que se acoplen mejor las llantas de medidas angostas.

**6. Incorporación de tensores entre el tiro de arrastre y el artefacto:**

Añadir tensores permitirá minimizar las vibraciones entre el artefacto y el vehículo utilitario, lo que reducirá el desgaste y mejorará la experiencia de transporte.

**7. Recubrimientos de goma en los puntos de contacto:**

Implementar recubrimientos de goma en los puntos de contacto entre las llantas de la motocicleta y el artefacto protegerá ambos elementos contra rayaduras y desgaste, además de mejorar la estabilidad a la hora de usar el artefacto.

**8. Adición de luces LED:**

Incluir un sistema de luces LED alimentadas por batería mejorará significativamente la visibilidad nocturna del artefacto, incrementando la seguridad vial durante su uso.

### Referencias bibliográficas

- Alam, M. M., Basri, H., & Ariffin, A. K. (2013). A Mechanism Design of Motorbike Center and Side Stand. *Journal of Applied Sciences*, 13(9), 1431-1439.
- Amazon.com: Black Widow MCC-600 transportador de uso pesado hecho de acero para motocicleta : Automotriz. (s. f.). <https://www.amazon.com/-/es/Black-MCC-600-transportador-pesado-motocicleta/dp/B00WFIJ362>
- Amazon.com: HECASA 600LB Motorcycle Carrier with Loading Ramp Heavy Duty Steel Hauler Rack Dirt Bike Rack Hitch Mount - You Will Get Multiple Packages : Automotive. (s. f.). <https://www.amazon.com/HECASA-Motorcycle-Carrier-Hauler-Loading/dp/B0B2DKBG5D>
- Amazon.com: HOUGEET Soporte de enganche de remolque de motocicleta de 500 libras, transportador de motocicleta con rampa de carga, soporte de motocicleta de acero resistente para enganche : Automotriz. (s. f.). <https://www.amazon.com/-/es/enganche-remolque-motocicleta-transportador-resistente/dp/B0BXSTTH6D>
- Baratono, A., & Hutchinson, J. (2007). Secure the Load: Straps and Tensioners. *Occupational Health & Safety*, 76(2), 122-126.
- Barker, D., & Tormey, S. (2008). "The Politics of Motorcycle Clubs: Identity, Inequality and Social Change." "Making Trouble: Cultural Constructions of Crime, Deviance, and Control" (pp. 93-109). Willan Publishing.
- Camioneta Nissan Qashqai 2025 | Nissan Colombia. (s. f.). Nissan. <https://www.nissan.com.co/vehiculos/nuevos/camioneta-qashqai.html>
- Captiva | Camionetas | Chevrolet. (s. f.). <https://www.chevrolet.com.co/camionetas/captiva-camionetas-familiares>

- Ciencia, C. Y. (2024). Diferencias entre SUV y crossover: ¿Cuál elegir? Caos y Ciencia. <https://www.caosciencia.com/diferencias-entre-suv-y-crossover/#uso-y-versatilidad>
- Colaboradores de Wikipedia. (2023). Pickup. Wikipedia, la enciclopedia libre. <https://es.wikipedia.org/wiki/Pickup>
- Colorado | 4x4 | Chevrolet. (s. f.). <https://www.chevrolet.com.co/pickups/colorado-4x4>
- Congreso de Colombia. (2002). Ley 769 de 2002: Código Nacional de Tránsito Terrestre. Diario Oficial No. 44.893.
- ¿Cuáles son los principales tipos de motos que existen? (2022, 4 abril). <https://www.ifema.es/noticias/motor/tipos-de-motos#:~:text=Son%20motos%20ligeras%2C%20dise%C3%B1adas%20para,potencia%20para%20hacer%20recorridos%20urbanos>
- Defénder. (2022, 21 febrero). Porta moto - Defénder. <https://defender.com.co/producto/porta-moto/>
- Dulaney, W. M. (2001). "Riders for God: The Story of a Christian Motorcycle Gang." Oxford University Press.
- Ecuador, D. (s. f.). ¿Qué son los vehículos utilitarios y cuáles son sus beneficios? <https://blog.dongfeng.ec/que-son-los-vehiculos-utilitarios-y-cuales-son-sus-beneficios>
- Gad, M. M., & Noureldin, A. B. (2014). Analysis and Design of a Self-Retracting Motorcycle Center Stand. Journal of Applied Sciences Research, 10(4), 2325-2331.
- García, G. (2017). Es necesario hablarlo: ¿Cómo se clasifican los SUV según su tamaño? Motorpasión México. <https://www.motorpasion.com.mx/utilitarios/es-necesario-hablarlo-como-se-clasifican-los-suv-segun-su-tamano>
- Honda. (s.f.). HR-V - Autos Honda Colombia. Honda Colombia. <https://autos.honda.com.co/autos-nuevos/suv/hr-v>

- Honda. (s.f.). Nueva CR-V - Autos Honda Colombia. Honda Colombia.  
<https://autos.honda.com.co/autos-nuevos/suv/nueva-cr-v>
- Hyundai. (s.f.). Tucson - Hyundai Colombia. Hyundai Colombia.  
<https://www.hyundaicolombia.co/tucson/>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (2018). NTC 5613: Cinturones, fajas y accesorios para carga en vehículos automotores.
- Kendon Folding Scorpion Motorcycle Dolly with Adjustable Wheel Chock. (s. f.). Kendon Industries, LLC. <https://www.kendonusa.com/products/kendon-folding-scorpion-motorcycle-dolly-with-adjustable-wheel-chock>
- Lee, J., & Lee, H. (2008). Development of an adjustable vibration isolation system for transporting motorcycles. Journal of Sound and Vibration, 317(3-5), 714-729.
- León, A. (2023, 8 septiembre). ¿Qué es un coche crossover? diferencias con los SUV. Carnovo. <https://carnovo.com/es/guias/que-es-un-crossover/>
- Lima, D. B. (2019, 5 agosto). Cuáles son las pick-ups con mayor capacidad de carga. Parabrisas. <https://parabrisas.perfil.com/noticias/mercado/cuales-son-las-pick-ups-con-mayor-capacidad-de-carga-camioneta-caja-espacio-off-road-espacio.phtml>
- Loreto, V. (2023). 9 tipos de motos en el mercado: ¿Cuál te conviene? Galgo. <https://www.galgo.com/blog/motos/tipos-de-motos-en-el-mercado>
- Lyng, S. (2005). "Edgework and the Risk-taking Biker." "The Culture of Motorcycle Clubs" (pp. 159-174). Palgrave Macmillan.
- Mazda CX-30 2025 | Híbrida | Mazda COL. (s. f.). Mazda Colombia.  
<https://www.mazda.com.co/vehiculos/mazda-cx-30/>
- Mazda CX-5 2025 | SUV | Mazda COL. (s. f.). Mazda Colombia.  
<https://www.mazda.com.co/vehiculos/mazda-cx-5/>

- Medina, M. (2023, 1 febrero). En Colombia hay más de 18 millones de vehículos registrados, la mayoría son motocicletas. Infobae. <https://www.infobae.com/colombia/2023/02/01/en-colombia-hay-mas-de-18-millones-de-vehiculos-registrados-la-mayoria-son-motocicletas/#:~:text=En%20cifras%20concretas%3A%20Colombia%20cerr%C3%B3,son%20maquinaria%2C%20remolques%20y%20semirremolques>
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia. (2022). Estadísticas turísticas. Recuperado de <https://www.mincit.gov.co/>.
- Ministerio de Transporte de Colombia. (2014). Resolución 1565 de 2014: Guía metodológica para la elaboración del Plan Estratégico de Seguridad Vial. Diario Oficial No. 49.150.
- Ministerio de Transporte de Colombia. (2022). Parque automotor por tipo de vehículo a nivel nacional. Recuperado de <https://www.mintransporte.gov.co/>
- Mitsubishi L200 | Mitsubishi Colombia. (s. f.). Mitsubishi. <https://mitsubishi-motors.com.co/modelo/l200>
- Molina, D. (2023). ¿Cuánto pesa una moto?: Características de las motos ligeras. Galgo. <https://www.galgo.com/blog/motos/cuanto-pesa-una-moto-caracteristicas-de-las-motos-ligeras/#:~:text=Se%20consideran%20motos%20ligeras%20a,cilindrada%20menor%20a%20500%20cc>
- MotoTote. (s. f.). MotoTote Sport - Single Steel Motorcycle Hitch Carrier (600 lbs. Capacity). <https://mototote.com/collections/motorcycle-hitch-carriers/products/sport-motorcycle-hitch-carrier>
- MundoMotorColombia | Comparador. (s. f.). <https://mundomotorcol.com/View/Motos/comparador>

- Nissan Frontier Diesel 4x4 | Nissan Colombia. (s. f.). Nissan. <https://www.nissan.com.co/vehiculos/nuevos/frontier-diesel.html>
- Nueva Kona Híbrida, la vibra que te mueve. (s. f.). <https://www.hyundaicolombia.co/kona-hibrida/>
- Nuevo Nissan Juke – SUV Crossover | Nissan. (s. f.). Nissan. <https://www.nissan.es/vehiculos/nuevos-vehiculos/juke.html>
- Pascual, J. D. (2020, 12 octubre). ¿Qué es un crossover y en qué se diferencia de un SUV? Motor.es. <https://www.motor.es/que-es/crossover>
- Q, O. (2023b). Vehículos utilitarios: ¿Qué son y cuáles son sus ventajas? Ubícalo®. <https://www.ubicalo.com.mx/blog/vehiculos-utilitarios/>
- ¿Qué es una SUV? todo lo que tienes que saber | Noticias | Kia Perú. (s. f.). Kia Perú. <https://www.kia.com/pe/util/news/-que-es-una-suv--todo-lo-que-tienes-que-saber.html>.
- Ranger nueva generación. (s. f.). Ford Colombia. <https://www.ford.com.co/pick-ups/ranger-nueva-generacion/>
- Sánchez, B. C. (2023, 20 octubre). Tipos de motos. <https://www.mundodeportivo.com/uncomo/motor/articulo/tipos-de-motos-53969.html>
- Thompson, H. S. (2013). "The Sociology of Biker Gangs." En "The Sociology of Subcultures, Cultures and Subcultures" (pp. 79-98). Emerald Group Publishing Limited.
- TOYOTA. (2025, 3 febrero). HILUX - Automotores Toyota Colombia. Automotores Toyota Colombia. <https://www.toyota.com.co/vehiculo/hilux-3/>
- TOYOTA. (s.f.). RAV4 - Automotores Toyota Colombia. Automotores Toyota Colombia. <https://www.toyota.com.co/vehiculo/rav4/>

- Trivedi, D., Joshi, A., Kher, R., Shah, D., & Devarakonda, S. (2017). Motorcycle Wheel Locking System. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 4(9), 2130-2132.
- Valadés, B. (2023). Tipos de motos y principales características. Blog de motos y noticias del sector. <https://noticias.amv.es/consejos-amv/tipos-de-motos-caracteristicas/>
- Vargas, C. (2023, 2 marzo). Guía básica sobre tipos de motos. Aprende Institute. <https://aprende.com/blog/oficios/motocicletas/tipos-de-motocicletas/>
- Yaiza. (2021, 2 junio). ¿Qué es un vehículo pick up? | Renting Finders. Renting Finders. <https://rentingfinders.com/glosario/pick-up/>
- Yoo, K., Kim, J., Hong, T., Lee, H., & Park, C. (2017). A study on securing technique for motorcycle transportation in vehicles. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, 18(5), 609-616.

## Apéndices

### Apéndice A. Encuesta para identificación de necesidades.

# Encuesta para identificación de necesidades y preferencias de los moteros apasionados

La encuesta esta dirigida a aquellos moteros apasionados que posean un vehículo utilitario, se realizará con el propósito de entender las necesidades y preferencias de los moteros apasionados en relación con el diseño de un artefacto para cargar y transportar motocicletas en vehículos utilitarios.

Este estudio busca recopilar información relevante para identificarlos requisitos específicos que los usuarios desean que cumpla el artefacto, así como sus expectativas. Los datos recopilados serán utilizados para la realización de un proyecto de diseño en la Universidad Industrial de Santander.

El término "vehículos utilitarios" se refiere específicamente a camionetas SUV, crossovers y pick-up, que debido a su sólida capacidad estructural, se consideran vehículos ideales para el transporte seguro y eficiente de motocicletas.



1. ¿Qué tipo de vehículo utilitario posee para transportar su motocicleta? \*

*Marca solo un óvalo.*

- Crossover
- SUV (Camioneta)
- Pick-up (Camioneta de Platón)
- No tengo vehículo utilitario
- Otro: \_\_\_\_\_

2. ¿Qué tipo de motocicleta posee? \*

*Marca solo un óvalo.*

- Scrambler
- Touring
- Naked
- Sport
- Scooter
- Doble propósito
- Enduro
- Otro: \_\_\_\_\_

3. Cuando viaja o va de paseo con su familia en su vehículo utilitario, ¿Con qué frecuencia siente la necesidad de llevar su motocicleta? \*

*Marca solo un óvalo.*

- Siempre
- A veces
- Nunca

4. ¿Ha experimentado daños en su motocicleta o vehículo utilitario durante el transporte a la hora de viajar?

5. ¿Cuáles son las principales dificultades que encuentra al transportar su motocicleta en un vehículo utilitario? (Seleccionar al menos 2) \*

6. ¿Ha utilizado previamente algún artefacto similar para transportar su motocicleta? \*

*Marca solo un óvalo.*

Si

No

7. Si la respuesta a la pregunta anterior es **SI**, por favor especificar que artefacto fue y su experiencia.

---



---



---



---

8. ¿Qué características considera más importantes al buscar un artefacto para cargar y transportar su motocicleta? (Escoger al menos 2) \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

Seguridad

Facilidad de uso

Durabilidad y resistencia

Peso y dimensiones

Facilidad de anclaje y desmontaje del vehículo utilitario

9. ¿En una escala del 1 al 5 qué tan importante es para usted que el artefacto sea compatible o que se pueda ajustar a varios modelos de motocicletas? \*

*Marca solo un óvalo.*

1    2    3    4    5

No €  |  |  |  |  Indispensable

10. ¿En una escala del 1 al 5 qué tan importante es para usted la facilidad de carga y

< descarga de la motocicleta del artefacto de transporte?

*Marca solo un óvalo.*

1 2 3 4 5

No €  |  |    Indispensable

11. ¿En una escala del 1 al 5 qué tan importante es para usted la seguridad al transportar su motocicleta en un vehículo utilitario? (Identificación de Prioridades de Seguridad) \*

*Marca solo un óvalo.*

1 2 3 4 5

No €  |  |    Indispensable

12. ¿En una escala del 1 al 5 qué tan importante es para usted la facilidad de uso del artefacto para transportar motocicletas? \*

*Marca solo un óvalo.*

1 2 3 4 5

No €  |  |    Indispensable

13. ¿En una escala del 1 al 5 qué tan importante es para usted la facilidad de limpieza y mantenimiento del artefacto para transportar motocicletas? \*

*Marca solo un óvalo.*

1 2 3 4 5

No €  |  |    Indispensable

14. ¿En una escala del 1 al 5 qué tan importante es para usted la necesidad de un artefacto para cargar y transportar motocicletas en vehículos utilitarios?

*Marca solo un óvalo.*

1   2   3   4   5

No €  |  |    Indispensable

15. ¿En una escala del 1 al 5 qué tan importante es para usted que el artefacto sea fácil de instalar y desinstalar en su vehículo utilitario? \*

*Marca solo un óvalo.*

1   2   3   4   5

No €  |  |    Indispensable

16. ¿Prefiere un artefacto desmontable o fijo en su vehículo utilitario? \*

*Marca solo un óvalo.*

Desamontable

Fijo

Me es indiferente

17. ¿Cuál es su presupuesto aproximado para un artefacto de este tipo? \*

*Marca solo un óvalo.*

Menos de 500.000 pesos colombianos

Entre 500.000 - 1.000.000 pesos colombianos

Más de 1.000.000 pesos colombianos

18. ¿Qué funcionalidades adicionales le gustaría que tuviera el artefacto? \*

---

---

---

---

---

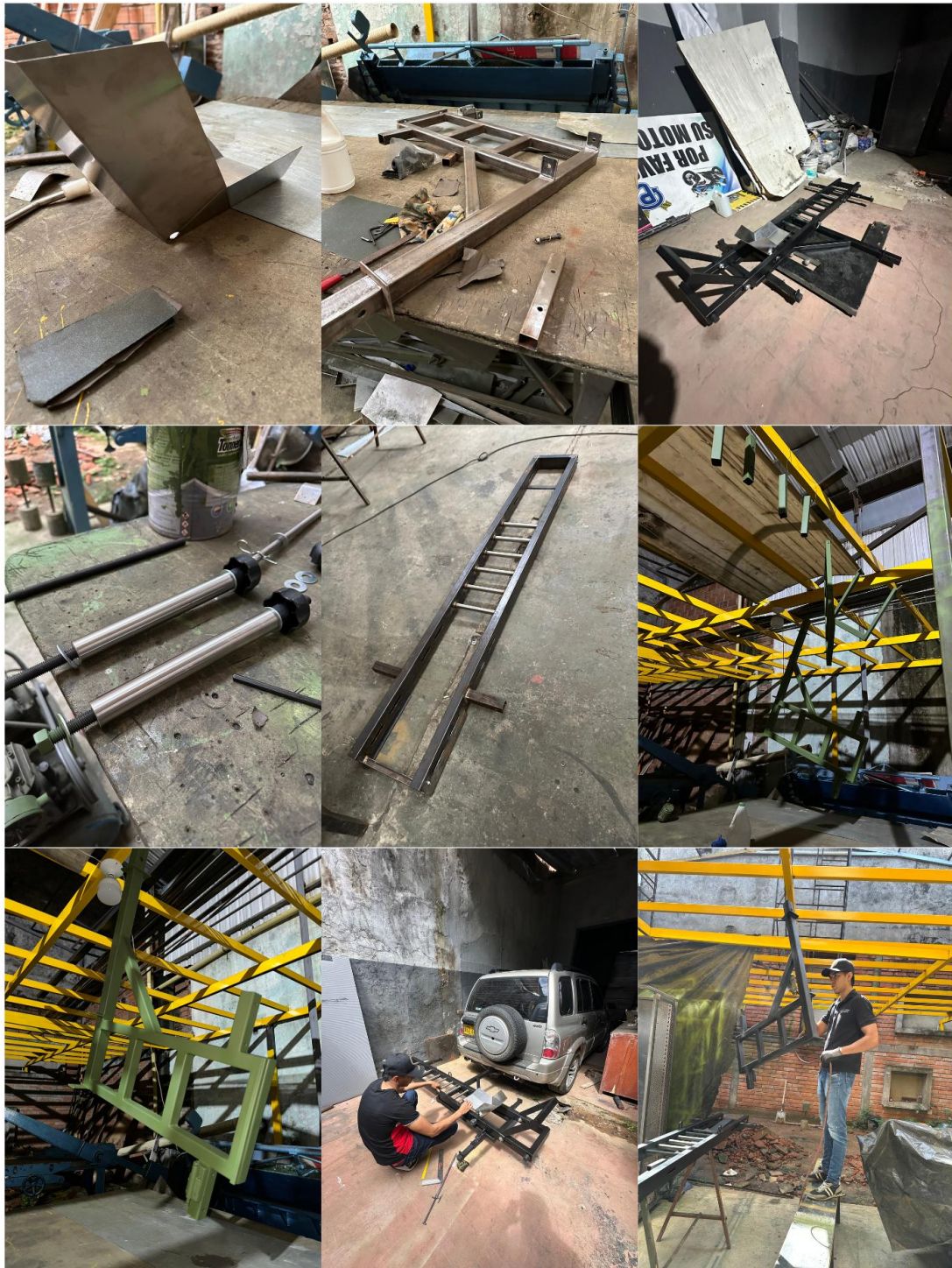
**Apéndice B. Modelo de media fidelidad**

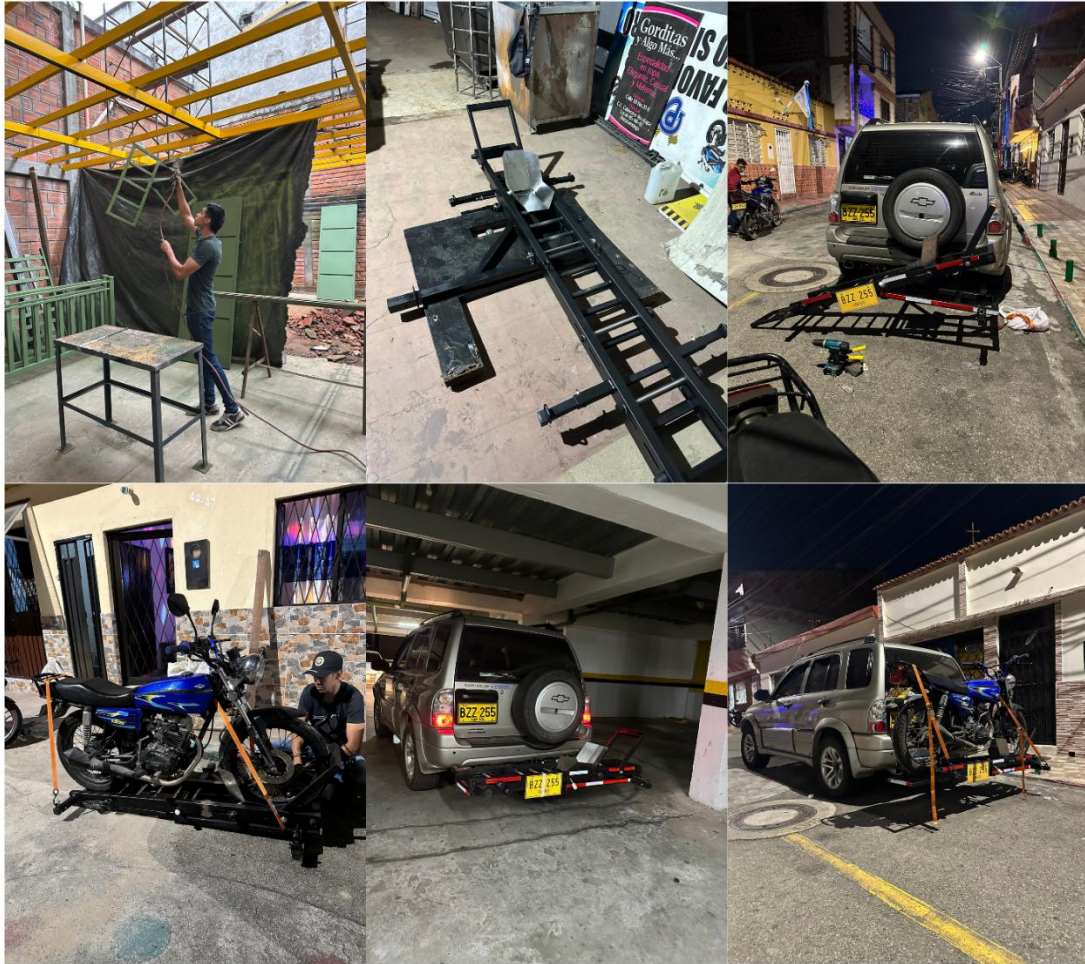
Evidencia fotográfica del modelo de media fidelidad realizado a escala 1:3 en madera.



**Apéndice C. Construcción prototipo funcional**

Evidencia fotográfica de la elaboración del prototipo funcional con materiales reales.





## Apéndice D. Consentimiento informado

### *Validación del artefacto ATM-2 para proyecto de grado.*

La intención principal de la prueba es identificar la percepción de esfuerzo por parte del participante al momento de subir y bajar la motocicleta del artefacto (ATM-2), así como evaluar si la motocicleta se mueve durante el transporte o si el anclaje garantiza la estabilidad de la moto. Además, se busca encontrar errores, riesgos y posibilidades de mejora dentro del diseño propuesto para validar el proyecto de grado para la carrera de diseño industrial.

Antes de iniciar la prueba se le informará al participante la actividad a realizar. Durante la prueba, se medirá el tiempo que tarda el usuario en realizar la actividad, así como se tomará registro de otros datos importantes para la validación del artefacto (ATM-2). Después de terminar la prueba el participante debe diligenciar una encuesta enfocada a la percepción de esfuerzo por parte del usuario al momento de subir y bajar la motocicleta del artefacto (ATM-2).

El tiempo aproximado de la prueba es de 5 a 15 min, durante este tiempo usted es libre de decidir no participar en la prueba, es decir, revocar el consentimiento informado en cualquier momento, sin necesidad de dar una razón especial, lo anterior no implica ningún tipo de consecuencia al participante, a su vez el investigador puede tomar la decisión de retirar al participante de la prueba si este no cumple con las orientaciones proporcionadas y acordadas.

Cabe resaltar que usted no correrá ningún riesgo a la hora de participar en la prueba, también se resalta el hecho de que no obtendrá ningún beneficio directo por su participación en la prueba. Se garantiza la privacidad y confidencialidad de sus datos personales por medio de las políticas establecidas por la universidad Industrial de Santander en cuanto a tratamiento de datos, su participación en la prueba no tendrá ningún costo y en caso de alguna duda por favor consulte con los entrevistadores.

He leído y entendido este documento de consentimiento informado o el mismo se me ha leído o explicado. Todas mis preguntas han sido contestadas claramente y he tenido el tiempo suficiente para pensar acerca de mi decisión. No tengo ninguna duda sobre mi participación, por lo que estoy de acuerdo en hacer parte de esta prueba. Autorizo el uso y la divulgación de mi información a las entidades mencionadas en este consentimiento informado para los propósitos descritos anteriormente. Acepto voluntariamente participar y sé que tengo el derecho de terminar mi participación en cualquier momento. Al firmar esta hoja de consentimiento informado no he renunciado a ninguno de mis derechos legales.

Nombre del participante: \_\_\_\_\_.

Firma: \_\_\_\_\_.

**Apéndice E. Evidencia fotográfica validaciones**

Evidencia fotográfica de las pruebas de validación realizadas con usuarios.



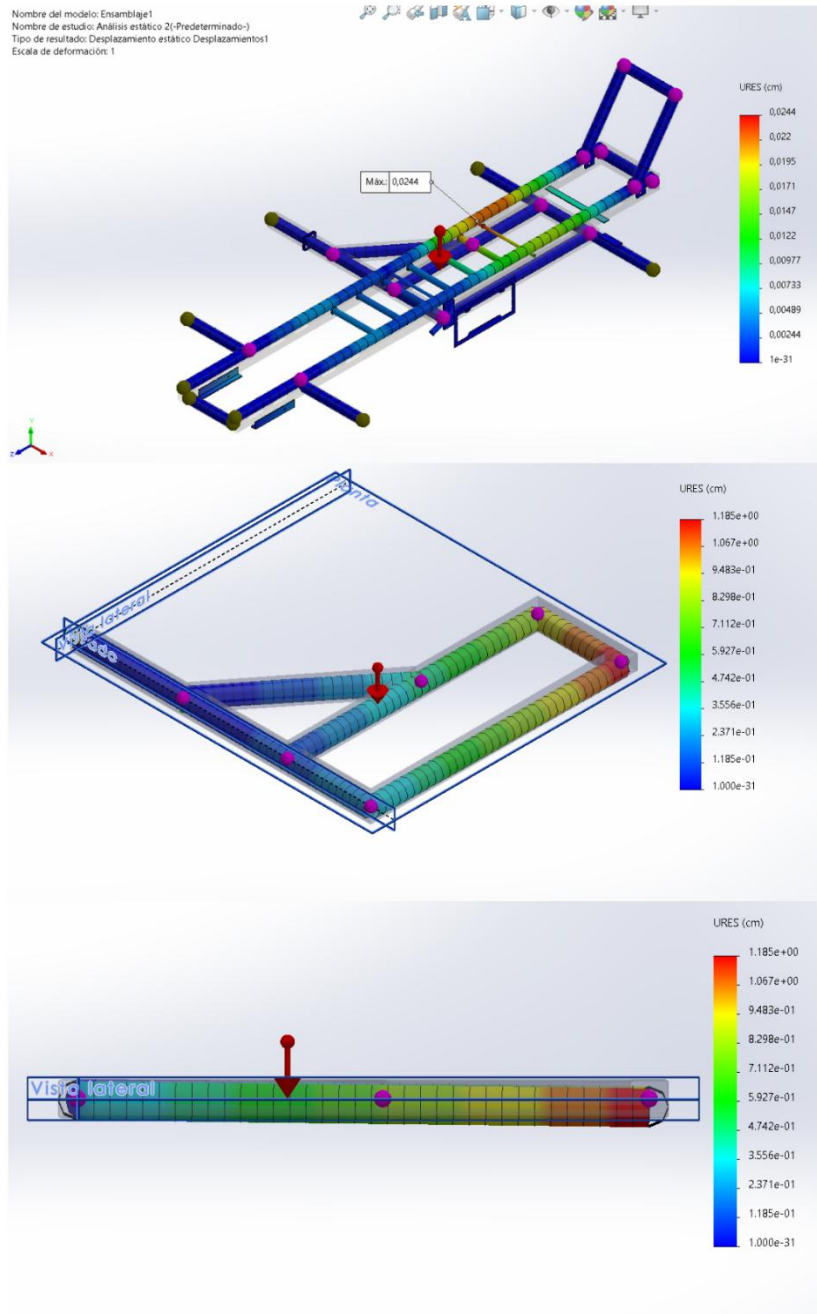




**Apéndice F. Evidencia fotográfica comprobaciones**

Evidencia fotográfica de las comprobaciones realizadas al artefacto, entre las cuales se encuentra la compatibilidad con varias ruedas de motocicleta, resistencia al peso, peso del artefacto, comprobación de protección, etc.




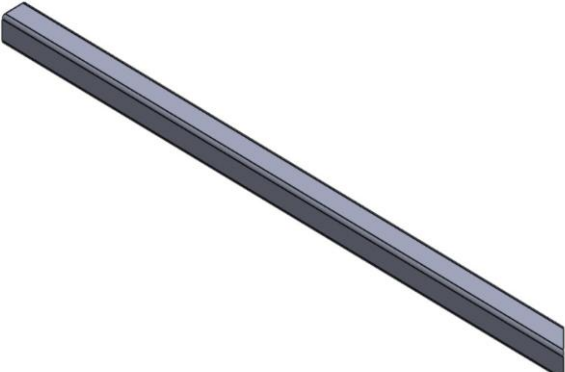



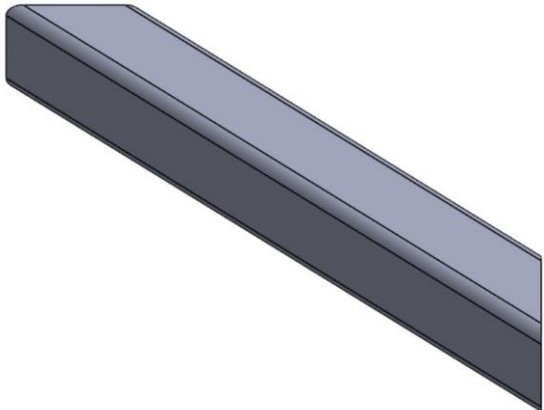



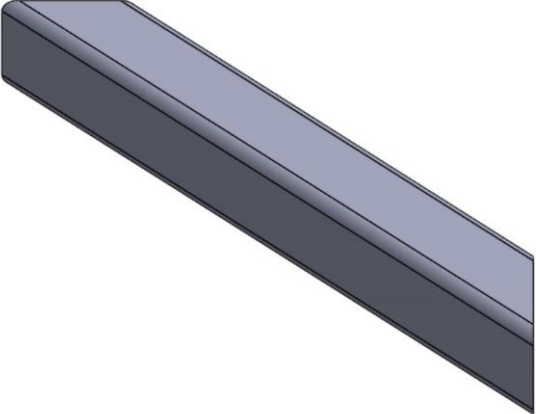


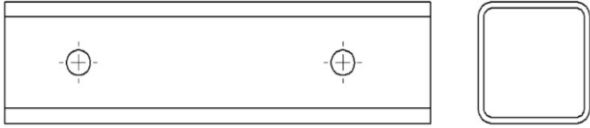
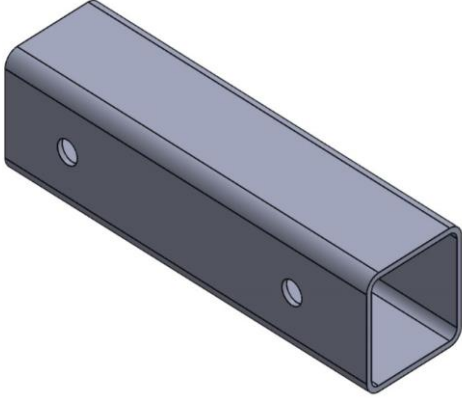
**Apéndice G. Planos técnicos**

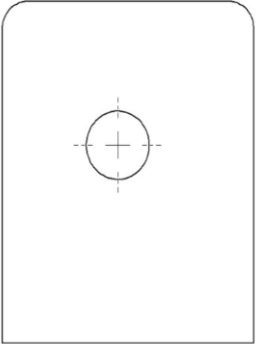
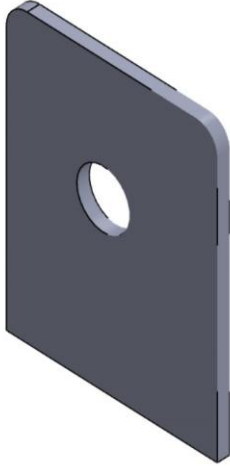
Pieza	Fecha		No. De Orden	Consecutivo	Orden de compra	
#1-Base inferior	Inico	Ensamble	47	A2-A3	No. 00219	
	16/09/2024	16/10/2024				
Nombre	Producto		Cantidad	Material	Precio	
Tubo principal	ATM-2		53	Tubo Hr cal 14		
ESQUEMA						
						
Dimensiones	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Desperdicio		Zona de producción
De entrada	6 mts	2 pulg	2 pulg	mm	2	
De salida	90 cm	2 pulg	2 pulg	%		
Proceso	Maquinaria	Descripción		Tiempo (sg)	Operario	
1	Tronzadora	corte de la pieza con las dimensiones especificadas		5 seg	Auxiliar de operaciones	
2	Fresadora	Perforación para pin de seguridad de 1/2 pulg		5 seg	Fresador	
3	Soldadura	unir con las otras partes de la pieza #1-base inferior		900 seg	Soldador	
4	Ensamble	adicionar pin de seguridad		10 seg	Auxiliar	
5			tiempo muerto	-	Responsable	
			tiempo final	920 seg		

Pieza	Fecha		No. De Orden	Consecutivo	Orden de compra	
#1-Base inferior	Inico	Ensamble	48	A2-A3	No. 00220	
	16/09/2024	16/10/2024				
Nombre	Producto		Cantidad	Material	Precio	
Tubos laterales	ATM-2		106	Tubo Hr cal 14		
ESQUEMA						
						
Dimensiones	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Desperdicio		Zona de producción
De entrada	6 mts	1,5 pulg	1,5 pulg	mm	2	
De salida	74,9 cm	1,5 pulg	1,5 pulg	%		
Proceso	Maquinaria	Descripción		Tiempo (sg)	Operario	
1	Tronzadora	corte de la pieza con las dimensiones especificadas		10 seg	Auxiliar de operaciones	
2	Soldadura	unir con las otras partes de la pieza #1-base inferior		1800 seg	Soldador	
3	Ensamble	adicionar porta placa		15 seg	Auxiliar	
4						
5		tiempo muerto		-	Responsable	
		tiempo final		1825 seg		

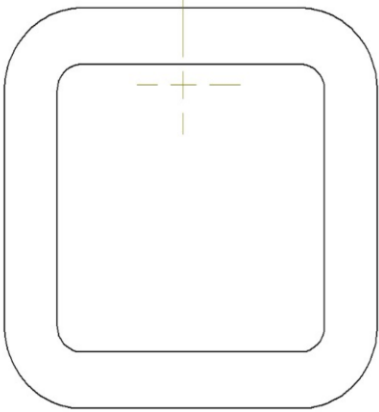
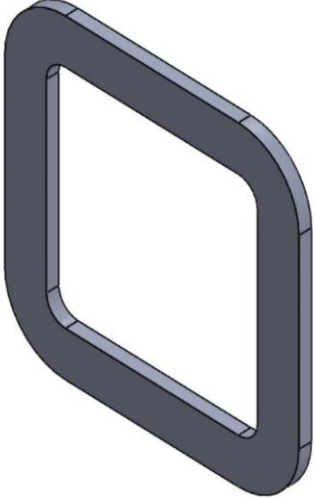
Pieza	Fecha		No. De Orden	Consecutivo	Orden de compra	
#1-Base inferior	Inico	Ensamble	49	A4	No. 00221	
	16/09/2024	16/10/2024				
Nombre	Producto		Cantidad	Material	Precio	
marco superior	ATM-2		53	Tubo Hr cal 14		
ESQUEMA						
						
Dimensiones	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Desperdicio		Zona de producción
De entrada	6 mts	1,5 pulg	1,5 pulg	mm	2	
De salida	30 cm	1,5 pulg	1,5 pulg	%		
Proceso	Maquinaria	Descripción		Tiempo (sg)	Operario	
1	Tronzadora	corte de la pieza con las dimensiones especificadas		10 seg	Auxiliar de operaciones	
2	Soldadura	unir con las otras partes de la pieza #1-base inferior		600 seg	Soldador	
3						
4						
5		tiempo muerto		-	Responsable	
		tiempo final		610 seg		


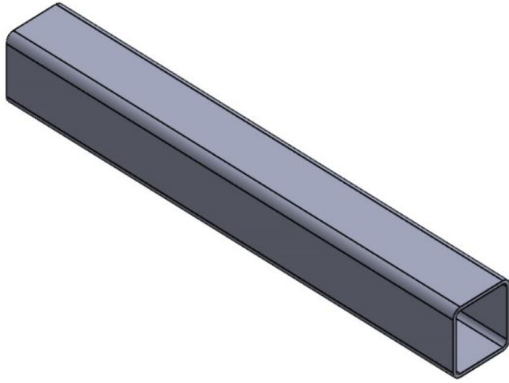
Pieza	Fecha		No. De Orden	Consecutivo	Orden de compra	
#1-Base inferior	Inico	Ensamble	50	A5	No. 00222	
	16/09/2024	16/10/2024				
Nombre	Producto		Cantidad	Material	Precio	
Refuerzo	ATM-2		53	Tubo Hr cal 14		
ESQUEMA						
						
Dimensiones	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Desperdicio		Zona de producción
De entrada	6 mts	1.5 pulg	1.5 pulg	mm	2	
De salida	47.4 cm	1.5 pulg	1.5 pulg	%		
Proceso	Maquinaria	Descripción		Tiempo (sg)	Operario	
1	Tronzadora	corte de la pieza con las dimenciones especificadas		5 seg	Auxiliar de operaciones	
2	Soldadura	unir con las otras partes de la pieza #1-base inferior		600 seg	Soldador	
3						
4						
5		tiempo muerto		-	Responsable	
		tiempo final		605 seg		



Pieza	Fecha		No. De Orden	Consecutivo	Orden de compra	
#1-Base inferior	Inico	Ensamble	51	A6-A7_B13-B14	No. 00223	
	16/09/2024	16/10/2024				
Nombre	Producto		Cantidad	Material	Precio	
Brazos de anclaje	ATM-2		212	Tubo Hr cal 14		
ESQUEMA						
						
Dimensiones	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Desperdicio		Zona de producción
De entrada	6 mts	1.5 pulg	1.5 pulg	mm	2	
De salida	14.5 cm	1.5 pulg	1.5 pulg	%		
Proceso	Maquinaria	Descripción			Tiempo (sg)	Operario
1	Tronzadora	corte de la pieza con las dimensiones especificadas			5 seg	Auxiliar de operaciones
2	Fresadora	abrir huecos de 8mm			15 seg	Fresador
3	Soldadura	unir con las partes de la pieza #1-base inferior			300 seg	Soldador
4	Ensamble	Unir con brazo telescopico y pin de seguridad			10 seg	Auxiliar
5				tiempo muerto	-	Responsable
				tiempo final	330 seg	

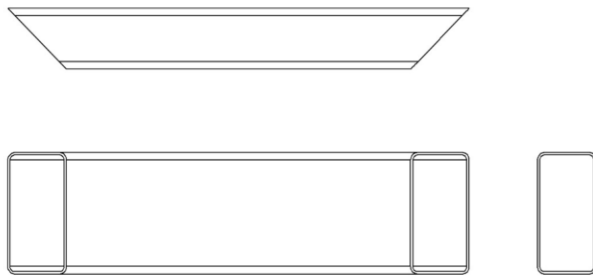
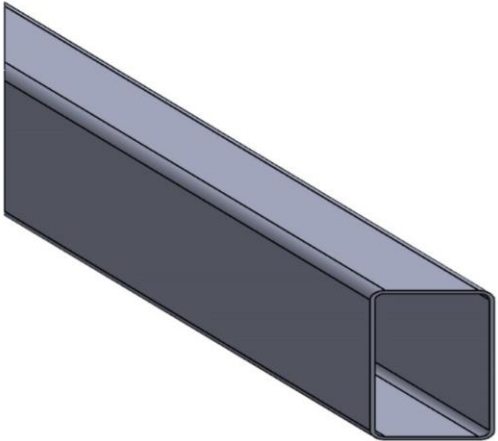
Pieza	Fecha		No. De Orden	Consecutivo	Orden de compra	
#1-Base inferior	Inico	Ensamble	52	A8	No. 00224	
	16/09/2024	16/10/2024				
Nombre	Producto		Cantidad	Material	Precio	
Platinas para eje de pivoteo	ATM-2		53	Platina de acero		
	ESQUEMA					
						
Dimensiones	Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor (pul)	Desperdicio		Zona de producción
De entrada	6 mts	2 pulg	1/8 pulg	mm	2	
De salida	6.4 cm	2 pulg	1/8 pulg	%		
Proceso	Maquinaria	Descripción			Tiempo (sg)	Operario
1	Cortadora laser	corte de la pieza con las dimensiones especificadas			300 seg	Auxiliar de operaciones
2	Soldadura	unir con las partes de la pieza #1-base inferior			300 seg	Soldador
3	Ensamble	Unir con eje de pivoteo y base superior			25 seg	Auxiliar
4						
5		tiempo muerto			-	Responsable
		tiempo final			625 seg	

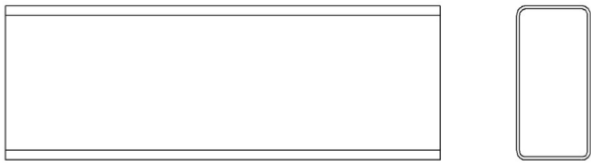
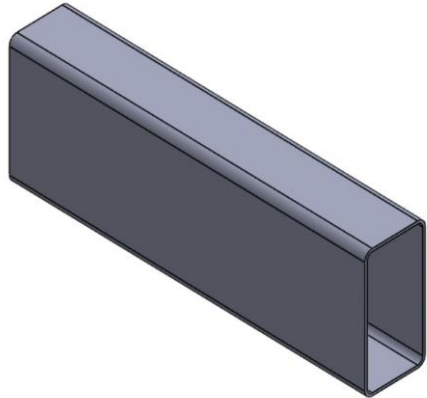
Pieza	Fecha		No. De Orden	Consecutivo	Orden de compra	
#1-Base inferior	Inico	Ensamble	53	A9	No. 00225	
	16/09/2024	16/10/2024				
Nombre	Producto		Cantidad	Material	Precio	
Platina para eje de pivoteo	ATM-2		53	platina de acero		
	ESQUEMA					
						
Dimensiones	Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor (pul)	Desperdicio		Zona de producción
De entrada	6 mts	2 pulg	1/8 pulg	mm	2	
De salida	11.5 cm	2 pulg	1/8 pulg	%		
Proceso	Maquinaria	Descripción			Tiempo (sg)	Operario
1	Cortadora lase	corte de la pieza con las dimensiones especificadas			300 seg	Auxiliar de operaciones
2	Soldadura	unir con las partes de la pieza #1-base inferior			300 seg	Soldador
3	Ensamble	Unir con eje de pivoteo y base superior			25 seg	Auxiliar
4						
5		tiempo muerto			-	Responsable
		tiempo final			625 seg	


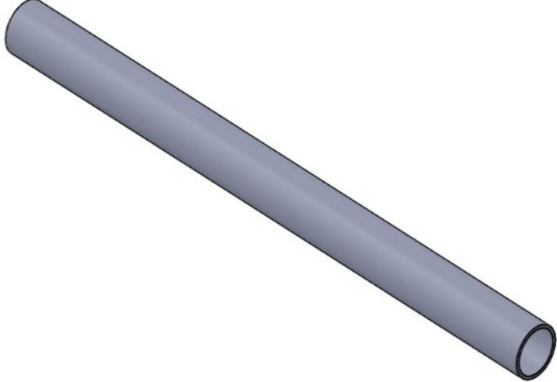
Pieza	Fecha		No. De Orden	Consecutivo	Orden de compra	
#1-Base inferior	Inico	Ensamble	54	A10	No. 00226	
	16/09/2024	16/10/2024				
Nombre	Producto		Cantidad	Material	Precio	
Tope	ATM-2		53	Platina de acero		
ESQUEMA						
						
Dimensiones	Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor (pul)	Desperdicio		Zona de producción
De entrada	2 mts	1 mts	1/8 pulg	mm	2	
De salida	3 pulg	3 pulg	1/8 pulg	%		
Proceso	Maquinaria	Descripción		Tiempo (sg)	Operario	
1	Cortadora laser	corte de la pieza con las dimenciones especificadas		10 seg	Auxiliar de operaciones	
2	Ensamble	Unir con pieza A1		10 seg	Auxiliar	
3	Soldadura	soldar con la parte A1 de la pieza #1-base inferior		120 seg	Soldador	
4						
5						
		tiempo muerto		-	Responsable	
		tiempo final		140 seg		


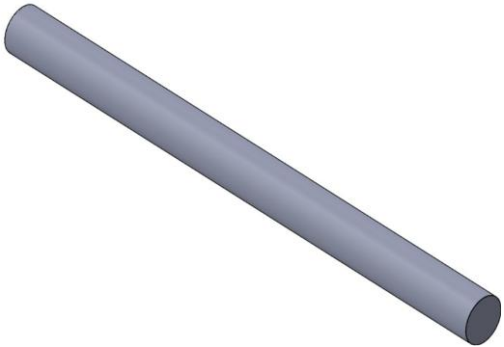
Pieza	Fecha		No. De Orden	Consecutivo	Orden de compra	
#1-Base inferior	Inico	Ensamble	55	A11-A12	No. 00227	
	16/09/2024	16/10/2024				
Nombre	Producto		Cantidad	Material	Precio	
Refuerzos marco	ATM-2		106	Tubo Hr cal 14		
ESQUEMA						
						
Dimensiones	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Desperdicio		Zona de producción
De entrada	6 mts	1.5 pulg	1.5 pulg	mm	2	
De salida	22.3 cm	1.5 pulg	1.5 pulg	%		
Proceso	Maquinaria	Descripción		Tiempo (sg)	Operario	
1	Tronzadora	corte de la pieza con las dimensiones especificadas		5 seg	Auxiliar de operaciones	
2	Soldadura	unir con las otras partes de la pieza #1-base inferior		300 seg	Soldador	
3						
4						
5		tiempo muerto		-	Responsable	
		tiempo final		305 seg		


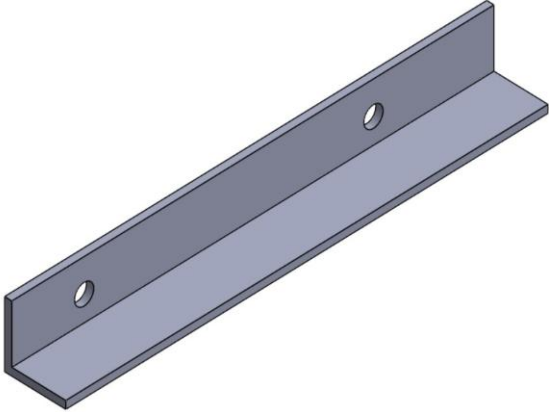
Pieza	Fecha		No. De Orden	Consecutivo	Orden de compra	
#2-Base superior	Inico	Ensamble	56	B1-B2	No. 00228	
	16/09/2024	16/10/2024				
Nombre	Producto		Cantidad	Material	Precio	
Tubos laterales	ATM-2		106	Tubo Hr cal 16		
ESQUEMA						
						
Dimensiones	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Desperdicio		Zona de producción
De entrada	6 mts	3 pulg	1.5 pulg	mm	2	
De salida	2.16 m	3 pulg	1.5 pulg	%		
Proceso	Maquinaria	Descripción			Tiempo (sg)	Operario
1	Tronzadora	corte de la pieza con las dimensiones especificadas			10 seg	Auxiliar de operaciones
2	Fresadora	Perforación (ranuras) para tornillo de 1/2			3600 seg	fresador
3	Soldadura	unir con las otras partes de la pieza #2-base superior			900 seg	Soldador
4						
5		tiempo muerto			-	Responsable
		tiempo final			4510 seg	

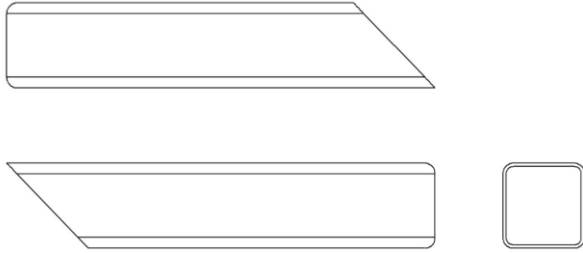
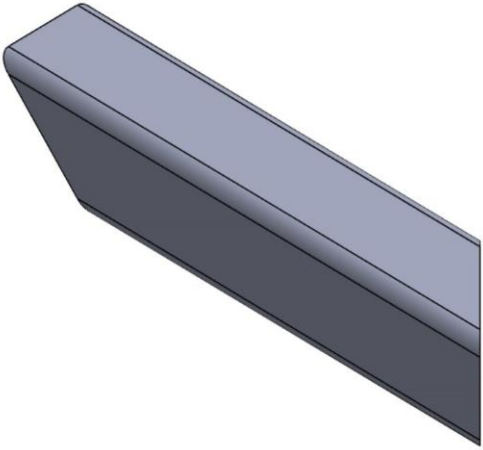
Pieza	Fecha		No. De Orden	Consecutivo	Orden de compra	
#2-Base superior	Inico	Ensamble	57	B3	No. 00229	
	16/09/2024	16/10/2024				
Nombre	Producto		Cantidad	Material	Precio	
Tubo de marco superior	ATM-2		53	Tubo Hr cal 16		
	ESQUEMA					
						
Dimensiones	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Desperdicio		Zona de producción
De entrada	6 mts	3 pulg	1.5 pulg	mm	2	
De salida	30 cm	3 pulg	1.5 pulg	%		
Proceso	Maquinaria	Descripción		Tiempo (sg)	Operario	
1	Tronzadora	corte de la pieza con las dimensiones especificadas		10 seg	Auxiliar de operaciones	
2	Soldadura	unir con las otras partes de la pieza #2-base superior		900 seg	Soldador	
3						
4						
5						
		tiempo muerto		-	Responsable	
		tiempo final		910 seg		


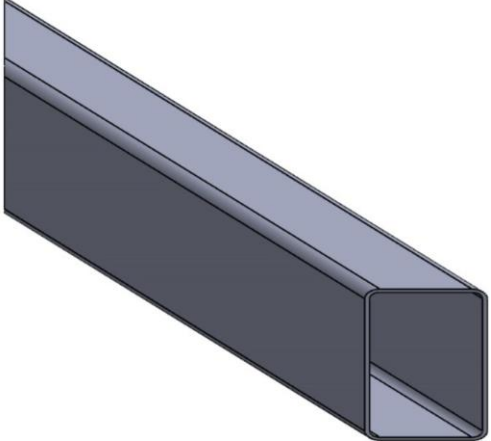
Pieza	Fecha		No. De Orden	Consecutivo	Orden de compra	
#2-Base superior	Inico	Ensamble	58	B4	No. 00230	
	16/09/2024	16/10/2024				
Nombre	Producto		Cantidad	Material	Precio	
Tubo de marco inferior	ATM-2		53	Tubo Hr cal 16		
	ESQUEMA					
						
Dimensiones	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Desperdicio		Zona de producción
De entrada	6 mts	1 pulg	1 pulg	mm	2	
De salida	22.3 cm	1 pulg	1 pulg	%		
Proceso	Maquinaria	Descripción		Tiempo (sg)	Operario	
1	Tronzadora	corte de la pieza con las dimensiones especificadas		5 seg	Auxiliar de operaciones	
2	Soldadura	unir con las otras partes de la pieza #2-base superior		180 seg	Soldador	
3						
4						
5		tiempo muerto		-	Responsable	
		tiempo final		185 seg		

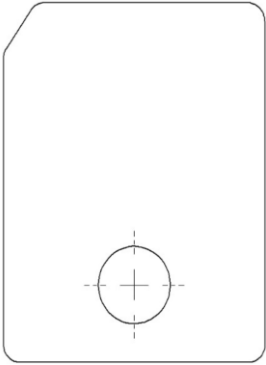
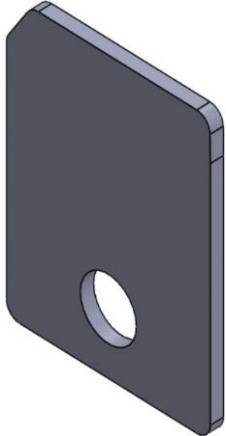
Pieza	Fecha		No. De Orden	Consecutivo	Orden de compra
#2-Base superior	Inico	Ensamble	59	B5-B10	No. 00231
	16/09/2024	16/10/2024			
Nombre	Producto		Cantidad	Material	Precio
Tubos de refuerzo	ATM-2		318	Tubo acero cal 16	
ESQUEMA					
					
Dimensiones	Largo (cm)	Diametro	Desperdicio		Zona de producción
De entrada	6 mts	1 pulg	mm	2	
De salida	22.3 cm	1 pulg	%		
Proceso	Maquinaria	Descripción		Tiempo (sg)	Operario
1	Tronzadora	corte de la pieza con las dimensiones especificadas		5 seg	Auxiliar de operaciones
2	Soldadura	unir con las otras partes de la pieza #2-base superior		180 seg	Soldador
3					
4					
5		tiempo muerto		-	Responsable
		tiempo final		185 seg	

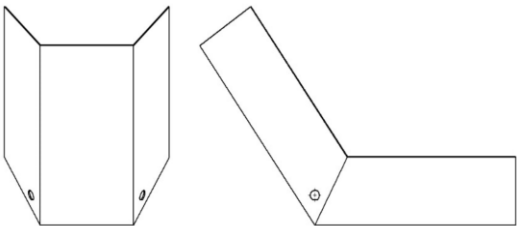
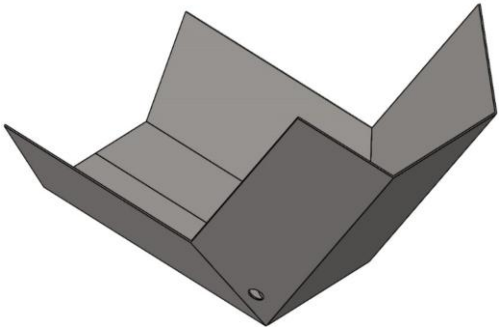
Pieza	Fecha		No. De Orden	Consecutivo	Orden de compra
#2-Base superior	Inico	Ensamble	60	B11-B12	No. 00232
	16/09/2024	16/10/2024			
Nombre	Producto		Cantidad	Material	Precio
Tope de calso	ATM-2		106	Eje de acero cal 16	
ESQUEMA					
					
Dimensiones	Largo (cm)	Diametro	Desperdicio		Zona de producción
De entrada	6 mts	1/2 pulg	mm	2	
De salida	26 cm	1/2 pulg	%		
Proceso	Maquinaria	Descripción		Tiempo (sg)	Operario
1	Tronzadora	corte de la pieza con las dimensiones especificadas		10 seg	Auxiliar de operaciones
2	Soldadura	unir con las otras partes de la pieza #2-base superior		120 seg	Soldador
3					
4					
5		tiempo muerto		-	Responsable
		tiempo final		130 seg	

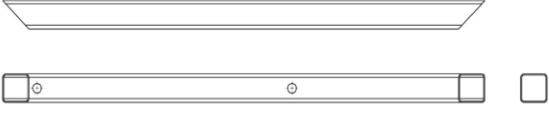
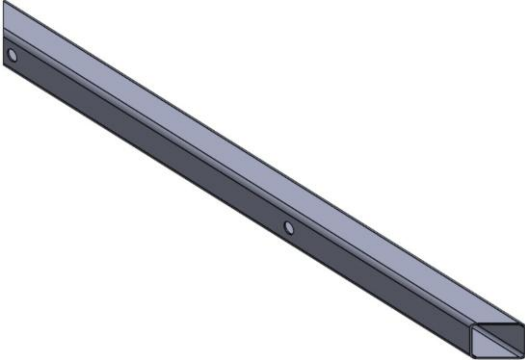
Pieza	Fecha		No. De Orden	Consecutivo	Orden de compra	
#2-Base superior	Inico	Ensamble	61	B15-B16	No. 00232	
	16/09/2024	16/10/2024				
Nombre	Producto		Cantidad	Material		Precio
Angulos para rampa	ATM-2		106	Angulo acero cal 16		
ESQUEMA						
						
Dimensiones	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Desperdicio		Zona de producción
De entrada	6 mts	1 pulg	1 pulg	mm	2	
De salida	20 cm	1 pulg	1 pulg	%		
Proceso	Maquinaria	Descripción			Tiempo (sg)	Operario
1	Tronzadora	corte de la pieza con las dimensiones especificadas			10 seg	Auxiliar de operaciones
2	Fresadora	Perforación para pin de seguridad de 5/16 pulg			10 seg	Fresador
3	Soldadura	unir con las otras partes de la pieza #2-base superior			120 seg	Soldador
4						
5		tiempo muerto			-	Responsable
		tiempo final			140 seg	

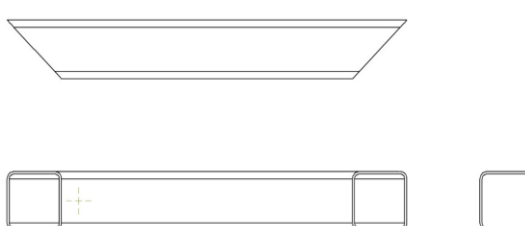
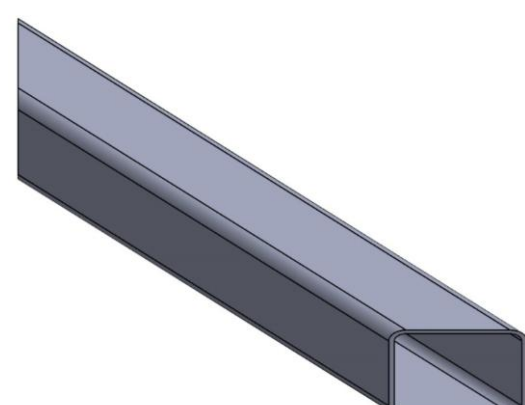
Pieza	Fecha		No. De Orden	Consecutivo	Orden de compra	
#3-Tope de rueda	Inico	Ensamble	62	C1-C2	No. 00233	
	16/09/2024	16/10/2024				
Nombre	Producto		Cantidad	Material		Precio
Tubos laterales	ATM-2		106	Tubo Hr cal 16		
ESQUEMA						
						
Dimensiones	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Desperdicio		Zona de producción
De entrada	6 mts	1.5 pulg	1.5 pulg	mm	2	
De salida	38 cm	1.5 pulg	1.5 pulg	%		
Proceso	Maquinaria	Descripción		Tiempo (sg)	Operario	
1	Tronzadora	corte de la pieza con las dimensiones especificadas		20 seg	Auxiliar de operaciones	
2	Soldadura	unir con las otras partes de la pieza #3-tope de rueda		720 seg	Soldador	
3	Ensamblar	unir con la pieza #2-base superior		60 seg	Auxiliar	
4						
5		tiempo muerto		-	Responsable	
		tiempo final		800 seg		


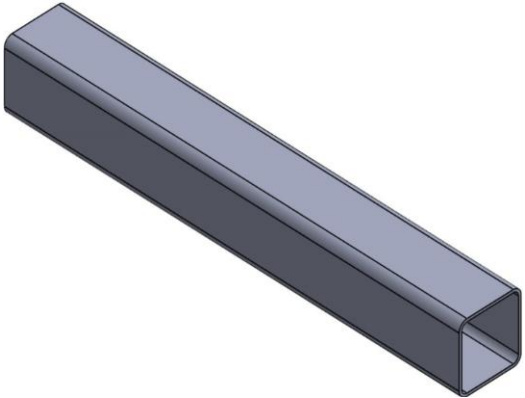
Pieza	Fecha		No. De Orden	Consecutivo	Orden de compra	
#3-Tope de rueda	Inico	Ensamble	63	C3	No. 00234	
	16/09/2024	16/10/2024				
Nombre	Producto		Cantidad	Material		Precio
Marco superior	ATM-2		53	tubo Hr cal 16		
ESQUEMA						
						
Dimensiones	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Desperdicio		Zona de producción
De entrada	6 mts	1.5 pulg	1.5 pulg	mm	2	
De salida	30 cm	1.5 pulg	1.5 pulg	%		
Proceso	Maquinaria	Descripción		Tiempo (sg)	Operario	
1	Tronzadora	corte de la pieza con las dimenciones especificadas		20 seg	Auxiliar de operaciones	
2	Soldadura	unir con las otras partes de la pieza #3-tope de rueda		720 seg	Soldador	
3						
4						
5		tiempo muerto		-	Responsable	
		tiempo final		740 seg		

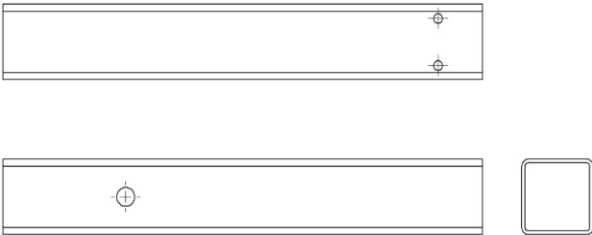
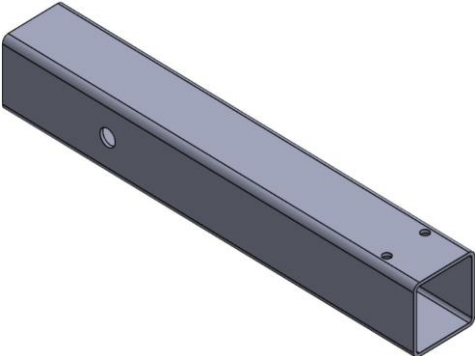
Pieza	Fecha		No. De Orden	Consecutivo	Orden de compra	
#3-Tope de rueda	Inico	Ensamble	64	C4-C5	No. 00235	
	16/09/2024	16/10/2024				
Nombre	Producto		Cantidad	Material		Precio
Platinas de anclaje	ATM-2		106	Platina acero		
	ESQUEMA					
						
Dimensiones	Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor	Desperdicio		Zona de producción
De entrada	2 mts	1 mts	1/8 pul	mm	2	
De salida	6 cm	4.6 cm	1/8 pul	%		
Proceso	Maquinaria	Descripción		Tiempo (sg)	Operario	
1	Cortadora laser	corte de la pieza con las dimensiones especificadas		600 seg	Auxiliar de operaciones	
2	Soldadura	unir con las otras partes de la pieza #3-tope de rueda		360 seg	Soldador	
3						
4						
5		tiempo muerto		-	Responsable	
		tiempo final		960 seg		

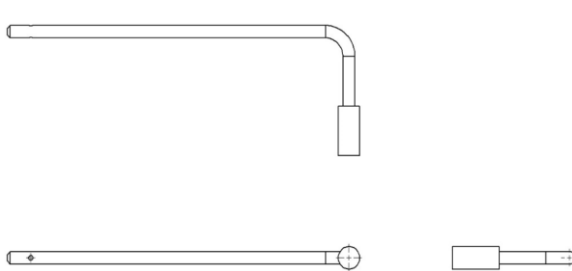

Pieza	Fecha		No. De Orden	Consecutivo	Orden de compra	
#4-Calzo	Inico	Ensamble	65	D1-D2	No. 00236	
	16/09/2024	16/10/2024				
Nombre	Producto		Cantidad	Material		Precio
Calzo	ATM-2		53	Lamina de acero		
<b>ESQUEMA</b>						
						
Dimensiones	Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor	Desperdicio		Zona de producción
De entrada	2 mts	1 mts	1.5 mm	mm	2	
De salida	56 cm	37 cm	1.5 mm	%		
Proceso	Maquinaria	Descripción			Tiempo (sg)	Operario
1	Cizalla	corte de la pieza con las dimensiones especificadas			20 seg	Auxiliar de operaciones
2	Dobladora	hacer los dobleces correspondiente			5 seg	Auxiliar de operaciones
3	Fresadora	Perforar huecos a 5/16			30 seg	Fresador
4	Soldadura	unir con las otras partes D1-D2			30 seg	Soldador
5	Ensamblar	poner tornillo	tiempo muerto		10 seg	Responsable
			tiempo final		95 seg	

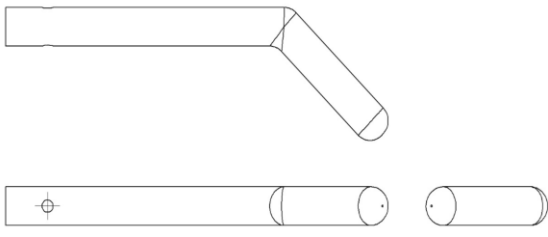

Pieza	Fecha		No. De Orden	Consecutivo	Orden de compra	
#5-Rampa	Inico	Ensamble	66	E1-E2	No. 00237	
	16/09/2024	16/10/2024				
Nombre	Producto		Cantidad	Material		Precio
Brazos laterales	ATM-2		106	Tubo Hr cal 16		
ESQUEMA						
						
Dimensiones	Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor	Desperdicio		Zona de producción
De entrada	6 mts	1 pulg	1 pulg	mm	2	
De salida	70 cm	1 pulg	1 pulg	%		
Proceso	Maquinaria	Descripción		Tiempo (sg)	Operario	
1	Tronzadora	corte de la pieza con las dimensiones especificadas		10 seg	Auxiliar de operaciones	
2	Fresadora	Perforación para tornillo de 8mm de $\varnothing$		20 seg	fresador	
3	Soldadura	unir con las otras partes de la pieza #5-rampa		600 seg	Soldador	
4						
5						
		tiempo muerto				
		tiempo final		630 seg		

Pieza	Fecha		No. De Orden	Consecutivo	Orden de compra	
#5-Rampa	Inico	Ensamble	67	E5-E6	No. 00238	
	16/09/2024	16/10/2024				
Nombre	Producto		Cantidad	Material		Precio
Marco superior e inferior	ATM-2		106	Tubo Hr cal 16		
	ESQUEMA					
						
Dimensiones	Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor	Desperdicio		Zona de producción
De entrada	6 mts	1 pulg	1 pulg	mm	2	
De salida	29 cm	1 pulg	1 pulg	%		
Proceso	Maquinaria	Descripción			Tiempo (sg)	Operario
1	Tronzadora	corte de la pieza con las dimensiones especificadas			20 seg	Auxiliar de operaciones
2	Soldadura	unir con las otras partes de la pieza #5-rampa			600 seg	Soldador
3						
4						
5		tiempo muerto				Responsable
		tiempo final			620 seg	

Pieza	Fecha		No. De Orden	Consecutivo	Orden de compra	
#5-Rampa	Inico	Ensamble	68	E7-E10	No. 00239	
	16/09/2024	16/10/2024				
Nombre	Producto		Cantidad	Material		Precio
Refuerzos	ATM-2		212	Tubo Hr cal 16		
	ESQUEMA					
						
Dimensiones	Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor	Desperdicio		Zona de producción
De entrada	6 mts	1 pulg	1 pulg	mm	2	
De salida	24 cm	1 pulg	1 pulg	%		
Proceso	Maquinaria	Descripción			Tiempo (sg)	Operario
1	Tronzadora	corte de la pieza con las dimensiones especificadas			10 seg	Auxiliar de operaciones
2	Soldadura	unir con las otras partes de la pieza #5-rampa			360 seg	Soldador
3						
4						
5		tiempo muerto				Responsable
		tiempo final			370 seg	

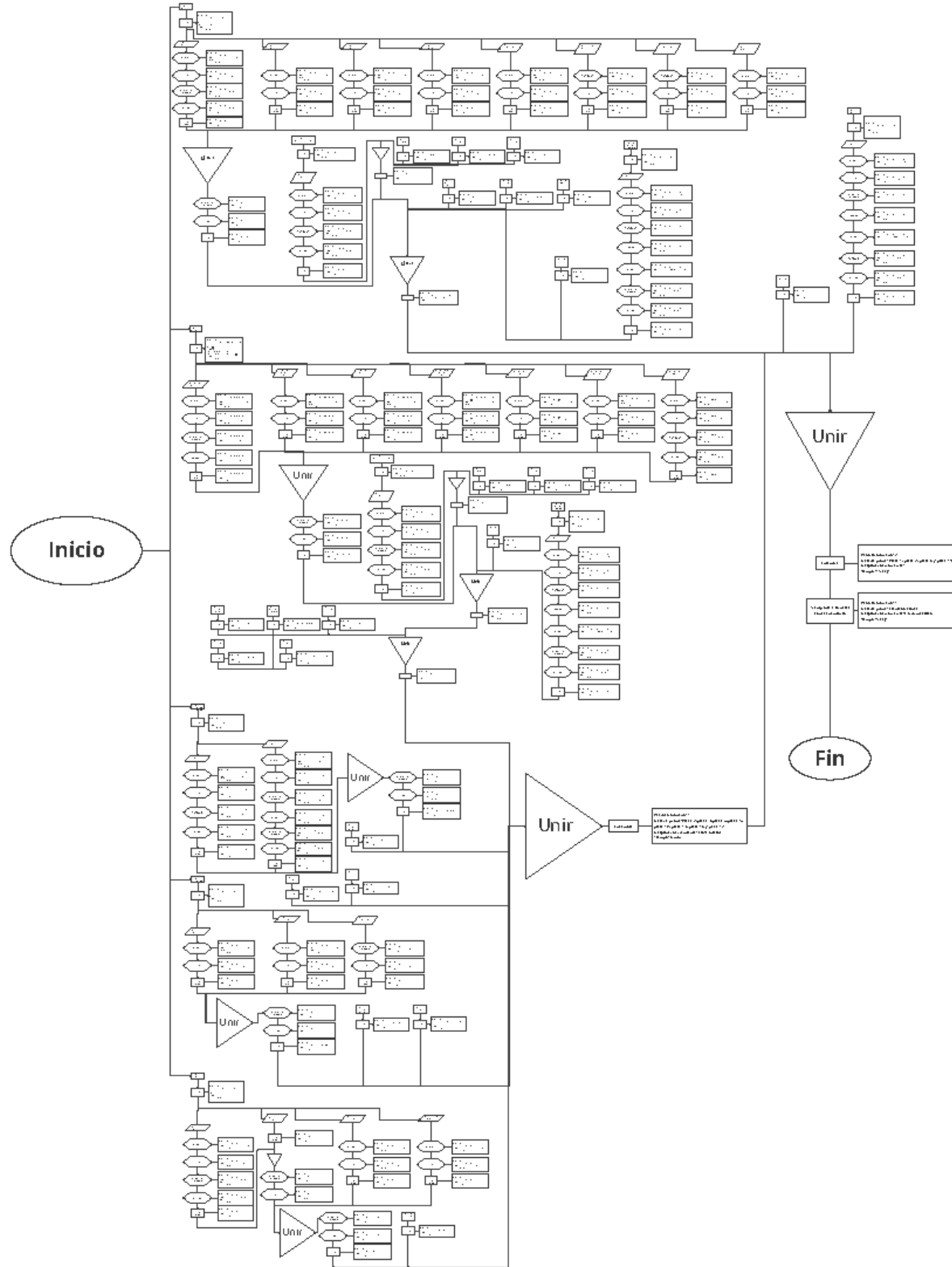
Pieza	Fecha		No. De Orden	Consecutivo	Orden de compra	
#6 y #7	Inico	Ensamble	69	F1-F2-G1-G2	No. 00240	
	16/09/2024	16/10/2024				
Nombre	Producto		Cantidad	Material		Precio
Brazos telescopicos	ATM-2		212	Tubo Hr cal 16		
ESQUEMA						
						
Dimensiones	Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor	Desperdicio		Zona de producción
De entrada	6 mts	1.25 pulg	1.25 pulg	mm	2	
De salida	21.5 cm	1.25 pulg	1.25 pulg	%		
Proceso	Maquinaria	Descripción		Tiempo (sg)	Operario	
1	Tronzadora	corte de la pieza con las dimensiones especificadas		5 seg	Auxiliar de operaciones	
2	Fresadora	Perforación para tornillo de 8mm de Ø y 1/2 pulg		30 seg	fresador	
3	Ensamblar	unir con pieza 1 y 2 respectivamente		7 seg	Auxiliar	
4						
5		tiempo muerto			Responsable	
		tiempo final		42 seg		

Pieza	Fecha		No. De Orden	Consecutivo	Orden de compra	
#8	Inico	Ensamble	70	H1	No. 00241	
	16/09/2024	16/10/2024				
Nombre	Producto		Cantidad	Material		Precio
Eje de pivoteo	ATM-2		53	Eje de 1/2 pulg		
ESQUEMA						
						
Dimensiones	Largo (cm)	∅	Desperdicio		Zona de producción	
De entrada	6 mts	1/2 pulg	mm	2		
De salida	50 cm	1/2 pulg	%			
Proceso	Maquinaria	Descripción		Tiempo (sg)	Operario	
1	Tronzadora	corte de la pieza con las dimensiones especificadas		20 seg	Auxiliar de operaciones	
2	Doblar	Doblar a 90 grados en un extremo		20 seg	Auxiliar	
3	Fresadora	Perforación para chaveta de 4mm de ∅		20 seg	fresador	
4	Ensamblar	unir con piezas 1 y 2 respectivamente		20 seg	Auxiliar	
5		tiempo muerto			Responsable	
		tiempo final		80 seg		

Pieza	Fecha		No. De Orden	Consecutivo	Orden de compra	
#9	Inico	Ensamble	71	11-14	No. 00242	
	16/09/2024	16/10/2024				
Nombre	Producto		Cantidad	Material		Precio
Pines de seguridad	ATM-2		212	Eje de 5/16 pulg		
<b>ESQUEMA</b>						
						
Dimensiones	Largo (cm)	∅	Desperdicio		Zona de producción	
De entrada	6 mts	5/16 pulg		mm	2	
De salida	15 cm	5/16 pulg		%		
Proceso	Maquinaria	Descripción		Tiempo (sg)	Operario	
1	Tronzadora	corte de la pieza con las dimensiones especificadas		20 seg	Auxiliar de operaciones	
2	Doblar	Doblar a 65 grados en un extremo		15 seg	Auxiliar	
3	Fresadora	Perforación para chaveta de 3mm de ∅		10 seg	fresador	
4	Ensamblar	unir con partes F1-F2-G1-G2		60 seg	Auxiliar	
5		tiempo muerto			Responsable	
		tiempo final		105 seg		

**Apéndice H. Diagrama de procesos**

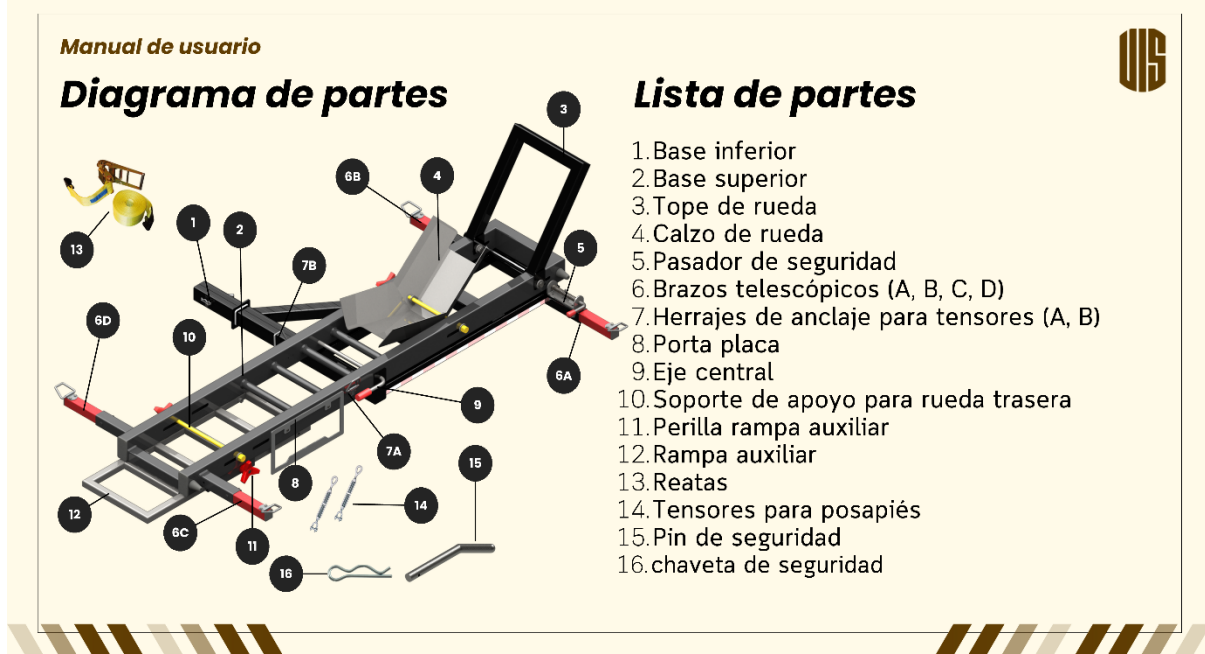
Diagrama de procesos de fabricación del artefacto.



*Nota: Puede encontrar este apéndice más detallado en la carpeta de apéndices del repositorio institucional.*

## Apéndice I. Manual de uso

Manual de usuario del artefacto, donde se encuentran detallados los pasos para el ensamble y uso del artefacto ATM3,



*Nota: Puede encontrar este apéndice más detallado en la carpeta de apéndices del repositorio institucional.*



## **Apéndice K. Encuesta prueba de esfuerzo**

### **Apéndice k.1 Encuesta:**

Encuesta realizada durante las pruebas de validación a los usuarios con el fin de conocer el nivel de esfuerzo físico realizado a la hora de cargar y descargar la motocicleta del artefacto ATM3.

## **Prueba de validación esfuerzo físico**

### **Tarea a realizar**

Subir y bajar 2 motocicletas de diferentes pesos (Menos de 200 kg) del artefacto de transporte (ATM-2). Cada motocicleta debe ser manipulada de manera segura siguiendo las instrucciones proporcionadas.

### **Instrucciones para la prueba**

Realice cada tarea con el máximo cuidado, utilizando las herramientas y técnicas recomendadas

Después de completar cada etapa (Subir o bajar la motocicleta), califique su percepción de esfuerzo de una escala de 1 al 10.

Considere su sensación general de la cantidad de trabajo realizado, teniendo en cuenta su respiración, cansancio muscular y percepción global.

### **Escala de Esfuerzo Percibido (1-10)**

1. Muy suave (Sin esfuerzo perceptible)
2. Suave
3. Moderadamente suave
4. Algo moderado
5. Moderado
6. Un poco duro
7. Duro
8. Muy duro
9. Extremadamente duro
10. Esfuerzo máximo (el más alto que pueda realizar)

*Nota: Puede encontrar este apéndice más detallado en la carpeta de apéndices del repositorio institucional.*

**Apéndice K.2 Resultados:**

Resultados de la encuesta realizada durante las pruebas de validación.

Por favor escriba su nombre	Por favor escriba su edad (solo número)	Por favor escriba el peso de la motocicleta (solo número) en kilogramos.	Según su percepción, ¿qué tanto esfuerzo físico realizó durante la prueba de 30 minutos por favor califique en una escala de 1-11	Según su percepción, ¿qué tanto esfuerzo físico realizó para la prueba de validación de 1 hora por favor califique en una escala de 1-11	Según su percepción, ¿qué tanto esfuerzo físico realizó durante la prueba de 1 hora por favor califique en una escala de 1-11	Según su percepción, ¿qué tanto esfuerzo físico realizó durante la prueba de 1 hora por favor califique en una escala de 1-11	Por favor escriba si tiene alguna observación
Nicolás Andrés Jiménez Muñoz	24	166	7	4	5	2	
François	21	145	4	7	5	1	
José	37	152	5	7	7	1	
Andrés Felipe Díaz Amica	25	154	5	3	5	2	Ninguna
Diego	32	124	7	3	5	2	Que el piloto se más cómodo cuando se queda en el guarda barro
Diego Daniel Restrepo	23	123	3	2	1	1	
José Manuel	24	127	3	4	1	1	Todo está bien
Rodrigo Cristóbal Sánchez Hernández	27	122	5	1	7	1	
David Alejandro Torres Torres	22	152	6	4	5	2	
Santiago Osorio	25	142	3	4	2	2	Muy cómodo
Cristian Iván	31	166	5	5	6	6	Que la moto es una pesada pero se maneja bien
Cristian Danilo Rodríguez Ovallo	24	166	3	7	3	7	
Camilo Quevedo	24	159	3	1	7	7	Que sea liviana para nosotros como para el piloto
Caro Abate	41	159	3	3	3	3	
Luis Felipe González	22	123	7	3	6	3	Muy bien
Eustacio Calderón	22	123	4	3	3	3	
Juan	15	113	7	7	1	1	
Cristian	20	113	3	3	3	1	
Lucas	22	157	5	4	4	3	
José Mauricio	22	152	3	2	2	2	
Kaallian Lattin	20	157	2	1	1	1	
Vladimir	41	123	5	5	5	5	
Sethuilar	32	118	3	1	3	2	
Luis Martínez	29	166	7	5	3	4	
Esteban Novoa	36	166	3	5	3	3	
Federico Quiroz	27	157	3	3	3	2	Que las motos que nosotros la hacen deber ser de la misma manera si se pueden mejorar para que la puedan controlar mejor
Enzo	40	159	3	1	7	1	
Victor Hugo Zamora	20	166	6	3	3	1	
Vicente Hugo Jiménez	56	166	4	2	2	1	
Diego Vargas	25	166	6	3	4	2	Un proyecto excelente y práctico
Diego Zapata	42	166	8	6	5	4	
Cristian Peuser	27	166	3	7	4	7	
Johan Novoa	24	152	4	4	3	3	
Juan Maldonado	20	171	4	2	2	1	

*Nota: Puede encontrar este apéndice más detallado en la carpeta de apéndices del repositorio institucional.*

**Apéndice L. Análisis y videos Kinovea**

Evidencia videográfica de las pruebas de ruta realizadas con el artefacto, también se encuentran adjuntos los análisis con el programa de medición Kinovea.







Antes



Después



Antes



Después

#### Apéndice L.1 Prueba de ruta motocicleta 1:

Evidencia videográfica de las pruebas de ruta realizadas con la motocicleta liviana  
[https://drive.google.com/drive/folders/1YF0feczZBxVR7SQ2WLTU0cP5mrDxGJRR?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1YF0feczZBxVR7SQ2WLTU0cP5mrDxGJRR?usp=drive_link)

#### Apéndice L.2 Prueba de ruta motocicleta 2:

Evidencia videográfica de las pruebas de ruta realizadas con la motocicleta robusta  
[https://drive.google.com/drive/folders/1Ji1xHPXe0nYcJziq0HAsvwdxNvYS-ve?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1Ji1xHPXe0nYcJziq0HAsvwdxNvYS-ve?usp=drive_link)