

Diseño de una bicicleta eléctrica con un módulo de transporte de carga que fomente la movilidad urbana sostenible en el Área Metropolitana de Bucaramanga

María Alejandra Mogollón Martínez, Camilo Andrés González Rueda

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Mecánico

Director

Jorge Luis Chacón Velasco

Doctor en Ingeniería Mecánica

Codirector

Ricardo Alfonso Jaimes Rolón

MSc. en Ingeniería Mecánica

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas

Escuela de Ingeniería Mecánica

Bucaramanga

2023

### **Dedicatoria**

Doy gracias a Dios por acompañarme en este proceso y bendecirme.

A mis padres Elsa Martínez y Pablo Mogollón por hacerme la persona que soy, guiarme, acompañarme y motivarme seguir adelante en los momentos de dicha y adversidad,

A mi pareja Camilo Andrés González por realizar este proceso junto a mí, brindarme su apoyo incondicional y creer en mí.

A mi nona Elsa María Porras que me acompañó con sus consejos y sus oraciones.

- María Alejandra Mogollón Martínez

### **Dedicatoria**

A mis padres Gustavo González y Mary Rueda que a pesar de su distancia siempre estuvieron unidos para darme el ánimo y apoyo necesario para lograr mis metas.

A mi hermano Gustavo que a pesar de no poder continuar en el camino con nosotros sé que estaría feliz por verme culminar mis estudios, lo extraño.

A mi pareja María Alejandra que estuvo conmigo durante todo este proceso universitario y en diversos momentos importantes de mi vida.

- Camilo Andrés González Rueda

**Tabla de Contenido**

	<b>Pág.</b>
Introducción.....	14
1. Planteamiento del Problema.....	15
2. Justificación del Problema.....	17
3. Objetivos.....	19
3.1. Objetivo General.....	19
3.2. Objetivos Específicos.....	19
4. Marco Teórico.....	21
4.1. Antecedentes.....	21
4.1.1. Antecedentes Internacionales.....	21
4.1.2. Antecedentes Nacionales.....	22
4.1.3. Antecedentes Locales.....	23
4.2. Referentes Teóricos.....	24
4.2.1. Antropometría y Ergonomía.....	24
4.2.2. Tipos de Bicicletas Eléctricas.....	26
4.2.2.1. ¿Qué son? y ¿Para qué sirven las bicicletas eléctricas?.....	26
4.2.2.2. Tipos de Bicicletas Eléctricas.....	27
4.2.2.2.1. Bicicletas Eléctricas Urbanas o de Ciudad (E-City).....	27
4.2.2.2.2. Bicicletas Eléctricas Plegables (E-Folding).....	28
4.2.2.2.3. Bicicletas Eléctricas de Carretera (E-Road).....	29
4.2.2.2.4. Bicicletas Eléctricas de Montaña (E-MTB).....	29
4.2.2.2.5. Bicicletas Eléctricas de Carga o Cargo Bikes (E-Cargo).....	30
4.2.3. Sistemas de la Bicicleta Eléctrica.....	31
4.2.3.1. Sistema Estructural.....	31
4.2.3.1.1. Cuadro.....	32
4.2.3.1.2. Tija del Asiento.....	32
4.2.3.2. Sistema de Dirección.....	33
4.2.3.2.1. Horquilla.....	33
4.2.3.2.2. Potencia.....	34

4.2.3.2.3. Manillar.....	35
4.2.3.3. Sistema de Transmisión.....	35
4.2.3.3.1. Transmisión Tradicional.....	35
4.2.3.3.2. Transmisión de Cambio Interno o de Buje.....	36
4.2.3.3.3. Transmisión por Eje.....	37
4.2.3.4. Sistema de Frenado.....	37
4.2.3.4.1. Frenos de Llanta.....	37
4.2.3.4.2. Frenos de Buje.....	38
4.2.3.5. Sistema de Potencia Eléctrica.....	39
4.2.3.5.1. Motor Eléctrico.....	39
4.2.3.5.2. Sistema de Control.....	40
4.2.3.5.3. Batería.....	40
4.2.3.6. Sistema de Iluminación.....	41
4.2.4. Módulo de Transporte de Carga.....	42
4.2.4.1. Según si es Fijo o Removible.....	42
4.2.4.2. Según el Tipo de Agarre.....	43
4.2.5. Normatividad de las bicicletas eléctricas.....	43
4.2.5.1. Resolución 160 de 2017.....	44
4.2.5.2. Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas. Ministerio de Transporte de Colombia. (2016).....	44
5. Fase de Investigación.....	46
5.1. Investigación Antropométrica.....	46
5.2. Tipos y Características de Bicicletas Más Empleadas.....	47
5.3. Estudios Ergonómicos de las Bicicletas.....	48
6. Fase de Diseño.....	53
6.1. Selección de Alternativas de los Sistemas.....	53
6.1.1. Selección del Sistema Estructural.....	55
6.1.1.1. Selección del Cuadro.....	55
6.1.1.2. Selección de la Horquilla.....	56
6.1.2. Selección del Sistema del Módulo de Carga.....	57
6.1.3. Selección del Sistema de Potencia Eléctrica.....	58
6.1.3.1. Selección del Motor Eléctrico.....	58
6.1.3.2. Selección de la Batería.....	59

6.1.4. Selección del Sistema de Transmisión .....	61
6.1.5. Selección del Sistema de Frenado .....	62
6.2. Diseño Preliminar .....	63
6.2.1. Parámetros Geométricos.....	63
6.2.1.1. Longitud del tubo vertical. ....	64
6.2.1.2. Reach. ....	64
6.2.1.3. Stack. ....	64
6.2.1.4. Ángulo de Dirección. ....	64
6.2.1.5. Ángulo del Tubo Vertical.....	64
6.2.2. Geometría Inicial .....	64
6.2.3. Diseño Conceptual .....	64
6.2.3.1. Primer Diseño. ....	65
6.2.3.2. Segundo Diseño. ....	66
6.2.3.3. Tercer Diseño. ....	66
6.2.3.4. Selección del Diseño. ....	67
6.3. Diseño en Detalle.....	68
6.3.1. Diseño del Cuadro .....	68
6.3.1.1. Elección del Material. ....	68
6.3.1.2. Método de Unión. ....	71
6.3.1.3. Factor de Seguridad. ....	73
6.3.1.4. Modelado CAD.....	74
6.3.1.5. Consideraciones para el Estudio. ....	75
6.3.1.6. Resultados de Análisis Estático Estructural .....	78
6.3.1.6.1. Esfuerzos. ....	78
6.3.1.6.2. Desplazamiento.....	79
6.3.1.6.3. Factor de Seguridad. ....	80
6.3.2. Diseño del Sistema del Módulo de Carga.....	80
6.3.2.1. Modelado CAD.....	80
6.3.2.2. Consideraciones para el Estudio. ....	81
6.3.2.3. Resultados del Análisis Estático Estructural .....	84
6.3.2.3.1. Esfuerzos. ....	84
6.3.2.3.2. Desplazamiento.....	84

6.3.2.3.3. Factor de Seguridad. ....	85
6.3.3. Diseño del Sistema de Potencia Eléctrico. ....	86
6.3.3.1. Cálculo de la Potencia y Torque Requeridos. ....	86
6.3.3.2. Selección del Kit Eléctrico para Bicicleta. ....	88
6.3.4. Diseño del Sistema de Transmisión y Frenado. ....	89
6.3.4.1. Cálculo de la Fuerza de Frenado y Torque Requeridos. ....	89
6.3.4.2. Selección del Kit de Transmisión y Frenado para Bicicleta. ....	92
6.3.5. Diseño de la Horquilla con Suspensión.....	93
7. Fase de Procesos de Manufactura y Producción .....	94
7.1. Lista de Materiales para el Cuadro y el Módulo .....	94
7.2. Fichas de Proceso de Manufactura y Producción.....	95
7.2.1. Codificación .....	97
7.2.2. Principales Procesos de Manufactura de la Bicicleta Eléctrica con el Módulo .....	98
8. Estudio Técnico Económico.....	98
9. Conclusiones .....	102
Bibliografía.....	103
Apéndices .....	107

### Lista de Figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Índice Global de las Ciudades de Bicicletas 2019. ....	18
Figura 2. Algunas de la medidas antropométricas más empleadas. ....	24
Figura 3. Postura de conducción de bicicleta. ....	25
Figura 4. Posturas para diferentes tipos de bicicletas. ....	26
Figura 5. Ejemplo de bicicleta eléctrica urbana (E-City).....	27
Figura 6. Ejemplo de bicicleta eléctrica plegable (E-Folding).....	28
Figura 7. Ejemplo de bicicleta eléctrica de carretera (E-Road).....	29
Figura 8. Ejemplo de bicicleta eléctrica de montaña (E-MTB).....	30
Figura 9. Ejemplo de bicicleta eléctrica de carga (E-Cargo). ....	31
Figura 10. Elementos del cuadro. ....	32
Figura 11. Tija del asiento. ....	33
Figura 12. Horquilla rígida de bicicleta. ....	34
Figura 13. Potencia de una bicicleta. ....	34
Figura 14. Manillar de la bicicleta. ....	35
Figura 15. Transmisión tradicional. ....	36
Figura 16. Buje con cambio integrado. ....	36
Figura 17. Transmisión cardán. ....	37
Figura 18. Freno de llanta. ....	38
Figura 19. Freno de disco. ....	38
Figura 20. Posicionamiento del motor eléctrico en la bicicleta. ....	39
Figura 21. Controlador de bicicleta eléctrica. ....	40
Figura 22. Batería de bicicleta eléctrica. ....	41
Figura 23. Sistema de iluminación en una bicicleta. ....	41
Figura 24. Ejemplo de bicicleta eléctrica de módulo fijo. ....	42
Figura 25. Ejemplo de módulo removible para bicicleta. ....	42
Figura 26. Ejemplo de módulo de transporte sujeto al sillín. ....	43
Figura 27. Ejemplo de módulo de transporte sujeto a la rueda. ....	43
Figura 28. Dimensiones básicas del ciclista. ....	45
Figura 29. Puntos y ángulos articulares más importantes de la postura de conducción. ....	49
Figura 30. Esquema puntos clave y dimensiones principales para bicicletas. ....	50
Figura 31. Diseño conceptual de 3 tipos de bicicletas. ....	50
Figura 32. Diagrama de flujo de la aplicación. ....	52
Figura 33. Modelo matemático para la selección de bicicleta. ....	52
Figura 34. Cuadro tradicional de una bicicleta. ....	56
Figura 35. Horquilla con suspensión. ....	57

Figura 36. Remolque sujeción en rueda trasera.....	58
Figura 37. Motor de engranajes de buje sin escobillas (Geared Hub). ....	59
Figura 38. Batería de litio para bicicleta.....	60
Figura 39. Transmisión tradicional de bicicleta. ....	62
Figura 40. Freno de disco para bicicleta. ....	63
Figura 41. Geometría inicial. ....	65
Figura 42. Primer diseño. ....	65
Figura 43. Segundo diseño.....	66
Figura 44. Tercer diseño. ....	67
Figura 45. Modelado del cuadro en SolidWorks. ....	75
Figura 46. Propiedades físicas del cuadro.....	75
Figura 47. Disposición de apoyos y cargas en el cuadro. ....	76
Figura 48. Mallado del cuadro y detalles de malla.....	78
Figura 49. Resultado de tensiones (Von Mises). ....	79
Figura 50. Resultado de desplazamientos. ....	79
Figura 51. Resultado factor de seguridad. ....	80
Figura 52. Modelado del módulo de carga en SolidWorks. ....	81
Figura 53. Propiedades físicas del módulo de carga.....	81
Figura 54. Disposición de apoyos y cargas en el módulo. ....	82
Figura 55. Mallado del módulo y detalles de malla.....	83
Figura 56. Resultado de tensiones (Von Mises). ....	84
Figura 57. Resultado de desplazamientos. ....	85
Figura 58. Resultado factor de seguridad. ....	85
Figura 59. Diagrama de fuerzas que actúan sobre la bicicleta. ....	86
Figura 60. Kit para bicicleta eléctrica seleccionado. ....	89
Figura 61. Diagrama de Fuerzas que influyen en el frenado.....	90
Figura 62. Kit de transmisión y frenado seleccionado.....	92
Figura 63. Horquilla con suspensión seleccionada.....	93
Figura 64. Modelo de la bicicleta eléctrica con un módulo de transporte de carga (BEM). .....	94
Figura 65. Diagrama de procesos para la manufactura de la bicicleta. ....	97

### Lista de Tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Dimensiones básicas de vehículos encontrados en Colombia.....	45
Tabla 2. Bicicletas eléctricas más vendidas en Colombia.....	47
Tabla 3. Matriz de calidad QFD.....	54
Tabla 4. Matriz de Pugh - Cuadro.....	55
Tabla 5. Matriz de Pugh - Horquilla.....	56
Tabla 6. Matriz de Pugh - Módulo de carga.....	57
Tabla 7. Matriz de Pugh - Motor eléctrico.....	59
Tabla 8. Matriz de Pugh - Batería.....	60
Tabla 9. Matriz de Pugh - Sistema de transmisión.....	61
Tabla 10. Matriz de Pugh - Sistema de frenado.....	62
Tabla 11. Matriz de Pugh - Diseño preliminar.....	67
Tabla 12. Matriz de Pugh - Selección del tipo material del cuadro.....	68
Tabla 13. Matriz de Pugh - Selección del material del cuadro.....	70
Tabla 14. Propiedades mecánicas y composición química de Aluminio 6061-T6.....	70
Tabla 15. Matriz de Pugh - Selección de proceso de soldadura.....	72
Tabla 16. Electrodo de tungsteno usados para aluminio.....	73
Tabla 17. Valores orientativos de factor de seguridad.....	74
Tabla 18. Disposición de apoyos y cargas del cuadro.....	76
Tabla 19. Disposición de apoyos y cargas en el módulo.....	82
Tabla 20. Datos de entrada para el cálculo de potencia y torque requeridos.....	88
Tabla 21. Resultados cálculo de potencia y torque requeridos.....	88
Tabla 22. Datos de entrada para el cálculo de los frenos.....	91
Tabla 23. Resultados cálculo de potencia y torque requeridos.....	92
Tabla 24. Lista de materiales para el cuadro y módulo de transporte de carga.....	94
Tabla 25. Principales procesos de manufactura de la bicicleta.....	98
Tabla 26. Lista de costo de materiales cuadro y módulo de transporte de carga.....	99
Tabla 27. Lista de costos de procesos de manufactura, producción y mano de obra.....	99
Tabla 28. Lista de costos componentes comerciales.....	100

**Lista de Apéndices**

	<b>Pág.</b>
Apéndice A. Recomendaciones .....	107
Apéndice B. Tabla medidas antropométricas .....	108
Apéndice C. Varilla de aportación y método de limpieza para el aluminio. ....	109
Apéndice D. Especificaciones de los componentes comerciales .....	110
Apéndice E. Fichas de los procesos de manufactura y producción de la bicicleta eléctrica con módulo de transporte de carga. ....	118
Apéndice F. Pruebas de calidad ISO 4210-6: métodos de ensayo del cuadro. ....	163
Apéndice G. Lista de precios y descripción de los componentes de la bicicleta eléctrica. ....	180
Apéndice H. Planos de la bicicleta .....	182

## Resumen

**Título:** Diseño de una bicicleta eléctrica con un módulo de transporte de carga que fomente la movilidad urbana sostenible en el Área Metropolitana de Bucaramanga.\*

**Autores:** María Alejandra Mogollón Martínez, Camilo Andrés González Rueda.\*\*

**Palabras Clave:** Bicicleta eléctrica, Transporte de carga, Movilidad urbana, Sostenibilidad, Energías alternativas, Transición energética, Transporte de personas, Área Metropolitana de Bucaramanga.

### Descripción:

En el Área Metropolitana de Bucaramanga se evidencia un incremento importante de la congestión vehicular y contaminación ambiental debido al elevado uso de vehículos impulsados por combustión. En busca de una alternativa de movilidad sostenible se realizó este proyecto con la finalidad de mitigar estas problemáticas diseñando una bicicleta eléctrica con un módulo de transporte de carga que pueda ser empleada por la población, brindando un beneficio para el usuario y al medio ambiente debido a su bajo costo y cero emisiones de gases contaminantes.

Para el desarrollo de este proyecto se consultaron estudios ergonómicos y antropométricos, normatividad vigente y los modelos de bicicleta más vendidos en Colombia para determinar los parámetros dimensionales y requerimientos de diseño.

Posteriormente, se realizó una óptima selección de los sistemas generales mediante la selección de alternativas, con base en las cuales se diseñó el cuadro de la bicicleta y el módulo de transporte de carga, además se calculó la potencia requerida por el motor eléctrico y el sistema de frenado.

Finalmente, se realizaron las fichas de manufactura y producción de la bicicleta eléctrica con módulo de transporte de carga y un estudio técnico económico para evaluar la viabilidad del proyecto.

---

\* Trabajo de grado.

\*\*Facultad de Ingeniería Físico mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director: Jorge Luis Chacón Velasco, Doctor en Ingeniería Mecánica. Codirector: Ricardo Alfonso Jaimes Rolón, MSc. en Ingeniería Mecánica.

### Abstract

**Title:** Design of an electric bicycle with a cargo transport module to promote sustainable urban mobility in the Metropolitan Area of Bucaramanga.\*

**Authors:** María Alejandra Mogollón Martínez, Camilo Andrés González Rueda.\*\*

**Key Words:** Electric bicycle, Cargo transportation, Urban mobility, Sustainability, Alternative energies, Energy transition, Personal transportation, Metropolitan Area of Bucaramanga

### Description:

At the Metropolitan Area of Bucaramanga shows a significant increase in vehicular congestion and environmental pollution due to the high use of vehicles powered by combustion. In search of a sustainable mobility alternative, this project was carried out with the purpose of mitigating these problems by designing an electric bicycle with a cargo transport module that can be used by the population, providing a benefit for the user and the environment due to its low cost and zero emissions of polluting gases.

For the development of this project, ergonomic and anthropometric studies, current regulations and the best-selling bicycle models in Colombia were consulted to determine the dimensional parameters and design requirements.

Subsequently, an optimal selection of the general systems was made by selecting alternatives, based on which the bicycle frame and cargo transport module, were designed also the power required by the electric motor and braking system, were calculated.

Finally, the manufacturing and production data sheets of the electric bicycle with cargo transport module and a technical economic study were carried out to evaluate the feasibility of the project.

---

\* Degree Work

\*\* Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Mechanical Engineering. Director: Jorge Luis Chacón Velasco, Doctor in Mechanical Engineering. Codirector: Ricardo Alfonso Jaimes Rolón, MSc. in Mechanical Engineering.

## **Introducción**

La movilidad urbana sostenible presenta una gran relevancia en la actualidad debido a los problemas de congestión vehicular, accidentes y emisión de gases contaminantes que se presentan en las grandes ciudades. Además, el continuo crecimiento de la población y urbanización agravan estos problemas y requieren de soluciones innovadoras.

Las bicicletas eléctricas son una opción de movilidad urbana sostenible cada vez más popular gracias a que son vehículos respetuosos con el medio ambiente y promueven hábitos de vida saludable. Además, son una opción económica y accesible, ya que no requieren de combustible y su precio de adquisición es menor al de otros vehículos.

En busca de una alternativa que brinde una solución para las problemáticas actuales, este proyecto de grado propone el diseño de una bicicleta eléctrica con un módulo de transporte de carga que facilite el transporte de mercancías de manera eficiente y sostenible.

## 1. Planteamiento del Problema

Los medios de transporte son frecuentemente empleados por gran parte de la sociedad para diferentes fines, tales como desplazamiento, intercambio de información y comercio, entre otros. Esto ha traído consecuencias críticas para el medio ambiente, lo cual incide directamente en la salud de las personas. Los medios de transporte convencionales producen diversos materiales contaminantes, “14.400 toneladas de partículas son emitidas anualmente en Colombia, y que afectan la calidad del aire.” (Restrepo, 2019), entre los principales contaminantes del aire emitidos por carros, camiones y buses se encuentran:

El Material Particulado (PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub>), Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), Monóxido de carbono (CO) y partículas como el Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) los cuales generan diferentes problemas respiratorios, afecciones en diversos órganos y en algunos casos, incluso cáncer. (Union of Concerned Scientists, 2017).

En el Área Metropolitana de Bucaramanga se evidencia un pronunciado incremento del parque automotor reflejado en la congestión vehicular, la cual afecta a la población y disminuye la calidad de vida, según un estudio hecho por la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín, en convenio con el Área Metropolitana de Bucaramanga (AMB) “se encontró que al año se producen a través de fuentes móviles (camiones, motos, carros, etc.) 1’249.953 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente.” (Chio, 2018).

Otra problemática que presentan los medios de transporte convencionales afecta el ámbito económico, debido a que el precio de los combustibles fósiles es volátil y presenta un creciente aumento, esto se puede evidenciar que desde finales del año 2020 hasta de 2021 tuvo un incremento del 10% en los precios de la gasolina y del 9% en el Diesel. (Asociación Colombiana de Petróleo y Gas, 2021).

Desde inicios el año 2021 el precio del combustible en Colombia sobrepasó su máximo histórico y ha continuado con esta tendencia hasta la actualidad logrando precios cercanos a los \$10.000 pesos colombianos y se espera que durante el año 2023 siga en tendencia de aumento. (Comité Autónomo de la Regla Fiscal, 2022).

Teniendo en cuenta estas problemáticas presentadas se evidencia la necesidad de una alternativa al parque automotor existente en el AMB que cumpla con las características preferidas por la ciudadanía, es decir, económico, de fácil movilidad, accesible e independiente de los combustibles fósiles con el fin de mejorar la movilidad, disminuir la contaminación y mejorar la salud de la población. Ante esta necesidad de movilidad surgen los siguientes cuestionamientos: ¿Qué alternativas de viabilidad socioeconómica se pueden proponer para solucionar la movilidad en el Área Metropolitana de Bucaramanga?, ¿es la bicicleta asistida eléctricamente viable desde el punto de vista técnico y económico para solucionar la movilidad en el AMB?

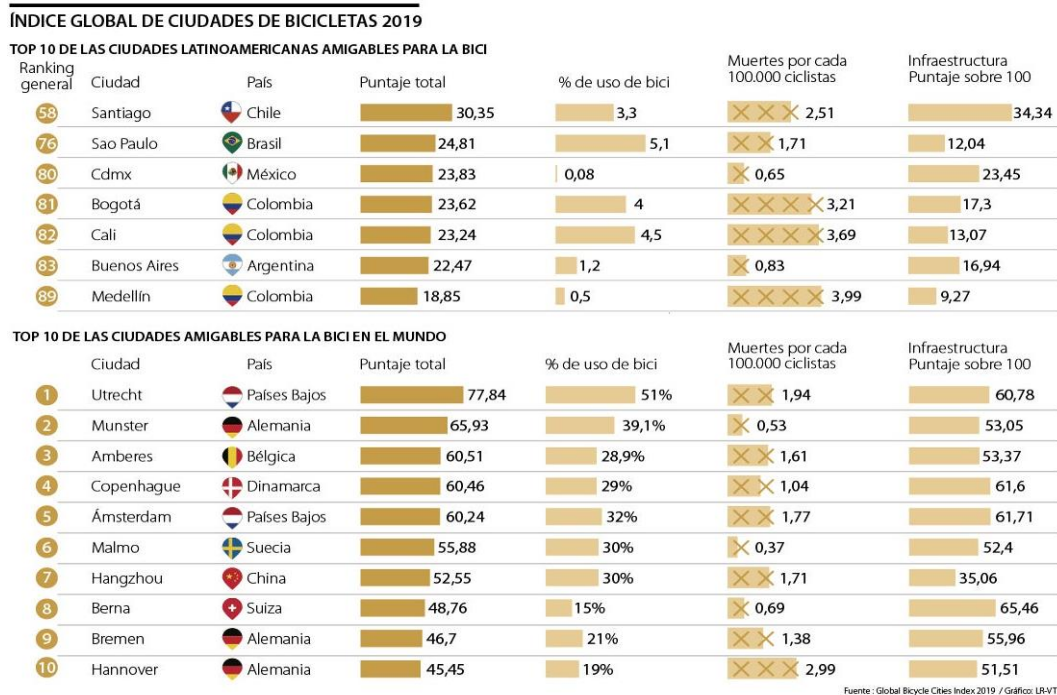
## 2. Justificación del Problema

En la actualidad se presenta un auge por la adquisición de nuevos medios de transporte sostenible entrando en una nueva etapa en la historia de la industria automotor, debido a esto surgen nuevas alternativas de movilidad las cuales sean más eficientes al transitar y amigables con el medio ambiente.

La electromovilidad es la alternativa más destacada por diversos factores, tales como un ahorro económico a largo plazo del 40% con respecto a los vehículos impulsados por combustión, esto se debe a que el coste de carga de un vehículo eléctrico es de menor valor y más eficiente. Además, presentan un menor costo de mantenimiento, ya que tienen una menor cantidad de componentes y estos no se encuentran expuestos al desgaste. Esta alternativa de transporte es sostenible ya que su producción de gases contaminantes en su funcionamiento es inexistente. (Escuela Europea del Automóvil, 2022).

El diseño de una bicicleta eléctrica para el transporte de carga contribuye en gran medida a la transición energética de los medios de transporte, cumpliendo los requerimientos de los usuarios en temas de movilidad y comodidad, siendo una alternativa accesible para la comunidad.

Según el Índice Global de Ciudades de Bicicletas realizado en el 2019 por COYA, se evidenció que la bicicleta es el medio de transporte sostenible preferido en Colombia siendo el único país de la región con tres de sus principales ciudades en el ranking: Cali se posiciona como la segunda ciudad latinoamericana con mayor porcentaje de uso de bicicleta con un 4,5% ocupa el puesto 82 en el ranking, Bogotá en la casilla 81 con un porcentaje de 4% y luego Medellín en el puesto 89 con un 0,5%. (Neira, 2019).

**Figura 1.***Índice Global de las Ciudades de Bicicletas 2019.*

*Nota.* Top 10 de las ciudades latinoamericanas y del mundo amigables para la bici. Tomada de “En el Índice Global de Ciudades de Bicicletas 2019 de Coya también sobresalen países de la región como Chile, Argentina y México por el uso de este transporte” por L, Neira, 2019. <https://www.larepublica.co/globoeconomia/brasil-y-colombia-son-los-paises-de-la-region-donde-mas-se-usa-la-bicicleta-2903082>

Sin embargo, el principal aporte de este proyecto está dirigido a la movilidad urbana en el Área Metropolitana de Bucaramanga (AMB), debido a que este diseño presenta una disminución en sus dimensiones lo cual mejora su desplazamiento y circulación en lugares de difícil acceso con respecto a los vehículos convencionales. Además, al generar una alternativa de movilidad que no dependa del uso de combustibles fósiles ayuda a disminuir la contaminación y nos acerca en gran medida a la necesaria transición energética en el país.

### 3. Objetivos

#### 3.1. Objetivo General

Diseñar una bicicleta eléctrica con un módulo de transporte de carga, la cual contribuya al uso de energías alternativas en el transporte y a la movilidad urbana sostenible en el Área Metropolitana de Bucaramanga.

#### 3.2. Objetivos Específicos

1. Realizar el diseño de concepto de una bicicleta eléctrica con un módulo de transporte de carga con sus respectivos sistemas de marco estructural, suspensión, pedaleo asistido eléctricamente, frenado, etc., bajo los siguientes requerimientos y características de diseño:
  - Capacidad máxima de carga 160 kg.
  - Velocidad máxima de asistencia de 25 km/h.
  - Potencia del motor eléctrico de 36V – 350W.
  - Chasis tipo tubular de aleación de aluminio o material compuesto.
  - Rueda de 26 pulgadas.
  - Batería de ion-Litio 36V – 13AH.
  - Suspensión delantera.
  - Autonomía de 40 km (varía dependiendo de condiciones de manejo y conductor).
  - Freno de disco frontal y trasero.
  - Peso aproximado de la bicicleta eléctrica de 20 kg.
  - Dimensiones de la bicicleta aproximadas: 1700x660x1040 mm.

- Dimensiones totales aproximadas (Incluyendo el módulo de carga):  
2560x715x1040 mm.
2. Diseñar y elaborar los procesos de manufactura y producción preliminares de los diferentes componentes y partes de la bicicleta eléctrica.
  3. Elaborar un estudio técnico-económico para evaluar la viabilidad de la manufactura y el proceso de producción de la bicicleta eléctrica comparada con las bicicletas con características similares disponibles en el mercado.

## 4. Marco Teórico

### 4.1. Antecedentes

Con el fin de tener diferentes referencias a cerca de las alternativas de bicicleta eléctrica realizadas anteriormente, se consultó en diferentes fuentes bibliográficas hallando diferentes proyectos similares a esta investigación en un ámbito internacional, nacional y regional los cuales se expondrán en detalle a continuación.

#### 4.1.1. Antecedentes Internacionales

Uno de los trabajos encontrados en el ámbito internacional es el “Diseño de una bicicleta eléctrica urbana” (Perales, 2017). Este proyecto realizado en la Universidad de Valladolid España tuvo como objetivo “desarrollar un nuevo modelo de bicicleta eléctrica urbana apta para desplazarse con comodidad en el día a día, haciendo más cómodo el transporte, reduciendo el consumo de combustibles fósiles y el impacto ambiental”.

El resultado de este proyecto fue la bicicleta eléctrica plegable *Gheppio* fabricada en aluminio en compañía de la empresa Madrileña *Yamimoto* que ofrece una solución de movilidad sostenible de forma moderna, eficiente y ecológica con un diseño vanguardista.

Otro proyecto realizado en España es el “Diseño de un nuevo modelo de bicicleta eléctrica en una empresa multinacional sobre un entorno SAP ERP” (Martínez, 2019) con el objetivo de “diseñar un prototipo de una bicicleta eléctrica en una empresa multinacional mediante diferentes herramientas”, para esto se hará uso del software SAP para la simulación del diseño de la bicicleta desde su concepción hasta su puesta en el mercado “configurando cada una de las herramientas para la gestión de la información, tanto técnica como financiera, en el entorno de una empresa multinacional” (Martínez, 2019).

Este proyecto tuvo como resultado el diseño del prototipo de una bicicleta eléctrica fabricada con *Aluminio 6061*, una batería ligera con una gran autonomía, frenos de disco hidráulico y un sistema de cambios que permite una variedad de 11 velocidades. De este prototipo se realizaron 10 unidades para ser probadas en diferentes personas.

#### ***4.1.2. Antecedentes Nacionales***

En cuanto al ámbito nacional observamos 2 proyectos, uno de ellos realizado en la ciudad de Medellín el cual trata de un “Prototipo de Bicicleta para Transporte Urbano Individual Sostenible” (Correa y Ramírez, 2017) con el fin de realizar el “diseño, construcción y puesta en marcha de un prototipo de bicicleta para el transporte individual urbano, que se puede adaptar al contexto local”.

Como resultado se obtuvo una bicicleta constituida principalmente de bambú con tecnología de pedaleo asistido que optimiza el consumo energético y el recorrido de grandes distancias con trayectos inclinados propios de la geografía de la región.

Por otra parte, en la Ciudad de Bogotá se desarrolló el proyecto del “Diseño tren de potencia para bicicleta eléctrica con pedaleo asistido para la ciudad de Bogotá D.C” (Gallego, 2018). Este proyecto de la Universidad de los Andes tuvo como objetivo principal “Diseñar el tren de potencia para una bicicleta eléctrica de pedaleo asistido para la ciudad de Bogotá con base a una ruta característica”. Este proyecto a diferencia de los anteriores no busca diseñar la bicicleta completa sino el tren de potencia para poder adaptarlo a una bicicleta convencional.

Con base al uso de estas metodologías se diseñó el tren de potencia eléctrico de la bicicleta que cumpliera con las necesidades reales de los usuarios de la bicicleta, a su vez siendo un producto competitivo en apariencia y costo con los existentes en el mercado.

#### ***4.1.3. Antecedentes Locales***

Ubicándonos en el Área Metropolitana de Bucaramanga encontramos el proyecto de una “Bicicleta accionada por motor de corriente continua” (Quintanilla y Tovar, 2013) con el objetivo principal de “Caracterizar el sistema dinámico de una bicicleta accionada con un motor de corriente continua”.

Para los resultados de este proyecto utilizando la herramienta Simulink de MATLAB se elaboró un modelo de bicicleta eléctrica teniendo en cuenta la resistencia por desplazamiento, y las fuerzas aerodinámicas de oposición además del torque ejercido al rodar por una pendiente obteniendo los ciclos de carga para los diferentes trayectos obtenidos del GPS y se determinó la potencia mínima y máxima de la bicicleta para velocidades mínimas y máximas para calcular la demanda de energía por trayectos.

Otro trabajo realizado en el AMB es el de “Conversión de una bicicleta convencional en una bicicleta eléctrica Desarrollo Tecnológico” (Echeverría et al., 2017) con el objetivo de “convertir una bicicleta convencional en una bicicleta eléctrica al seleccionar las piezas más adecuadas para su óptimo funcionamiento alimentadas a partir de una batería de iones de litio”. Al finalizar el proyecto se obtuvo una bicicleta eléctrica con un sistema de fácil manejo para el usuario que permita un desplazamiento eficaz y limpio.

Como aporte de los diferentes proyectos anteriormente presentados obtuvimos las diferentes alternativas ya sea para la construcción de una bicicleta eléctrica o la adaptación



la disciplina científica encargada de la interpretación de las acciones que se ejecutan entre el ser humano y una herramienta o un elemento de una máquina, con el fin de optimizar el bienestar humano y el rendimiento general del sistema. (Internacional Ergonomics Association, s. f.).

Conseguir la posición correcta al conducir una bicicleta es esencial para mantener todas las fuerzas musculares en armonía y evitar afectaciones en la salud a corto y largo plazo. El objetivo principal está en tener una postura básica y dinámica, cuando se inclina la pelvis correctamente la columna vertebral adquiere una posición resistente otorgando dinamismo y coherencia, en cambio, cuando la pelvis se inclina incorrectamente se transforma en una fuente de dolor para otras partes del cuerpo como el hombro, la espalda, etc. (Terra, 2014).

### Figura 3.

*Postura de conducción de bicicleta.*



*Nota.* Comparación entre postura correcta e incorrecta al conducir una bicicleta. Tomada de “Ergonomía en la bicicleta, la importancia de los componentes” por Terra, 2014. <https://www.terra.org/categorias/articulos/ergonomia-en-la-bicicleta-la-importancia-de-los-componentes>.

En el mercado se encuentran distintos tipos de bicicletas para determinados usos y ambientes, cada tipo cuenta con un marco estructural con diferentes dimensiones. En el

diseño de una bicicleta clásica holandesa, el torso debe inclinarse aproximadamente  $20^\circ$  para conseguir una buena postura, para una bicicleta urbana (citybike) el ángulo debe ser entre  $60$  y  $70^\circ$ , en una bicicleta de cicloturismo el ángulo debe se aproxima a los  $90^\circ$  y en una bicicleta deportiva el ángulo debe ser superior a los  $90^\circ$  para mejorar la aerodinámica ejerciendo menor resistencia al avance. (Terra, 2014).

#### Figura 4.

*Posturas para diferentes tipos de bicicletas.*



*Nota.* Posturas para bicicleta clásica holandesa, bicicleta urbana, bicicleta de cicloturismo y bicicleta deportiva. Tomada de “Ergonomía en la bicicleta, la importancia de los componentes” por Terra, 2014. <https://www.terra.org/categorias/articulos/ergonomia-en-la-bicicleta-la-importancia-de-los-componentes>.

#### 4.2.2. Tipos de Bicicletas Eléctricas

En esta sección, se explicará con mayor detalle su funcionamiento, las características más importantes, los tipos de bicicleta más representativos existentes en el mercado.

**4.2.2.1. ¿Qué son? y ¿Para qué sirven las bicicletas eléctricas?** Las bicicletas eléctricas, también conocidas como e-bikes, son similares a las convencionales, pero cuentan con un motor eléctrico para impulsar el pedaleo asistido. El motor eléctrico se activa únicamente cuando la bicicleta está en movimiento proporcionando ayuda al ciclista. Sin embargo, solo es un sistema de ayuda, ya que, si la bicicleta funciona únicamente de forma

eléctrica, se considera que tiene todas las implicaciones legales de un vehículo (matrícula, seguro, licencia y no puede ser usada en ciclovías) (Rafael, 2017).

Por otra parte, se debe tener en cuenta que la forma en que se activa y desactiva la asistencia, se realiza por medio de un sistema *pedelecs* el cual activa el motor cuando se esté pedaleando, así sea con bajo esfuerzo, y se desactiva cuando la bicicleta alcanza velocidades mayores a 25km/h (Lara, 2012).

**4.2.2.2. Tipos de Bicicletas Eléctricas.** A continuación, se mencionan algunos de los tipos de bicicletas eléctricas más representativos según su uso.

**4.2.2.2.1. Bicicletas Eléctricas Urbanas o de Ciudad (E-City).** Este tipo de bicicletas como su nombre lo indica están diseñadas para utilizarse en ciudades, recorrer largas distancias, conducir en una posición erguida y mayor comodidad.

### Figura 5.

*Ejemplo de bicicleta eléctrica urbana (E-City).*



*Nota.* GW Bicicleta Eléctrica Urbana Bogotá 26". Tomada de “Falabella” <https://www.falabella.com.co/falabella-co/product/3546164/Bicicleta-Elctrica-Urbana-Bogota-26-/3546164>

Entre las características técnicas de este tipo de bicicletas está su motor ubicado generalmente en la rueda trasera o en el pedaliar y tienen una potencia de entre 250 y

750 vatios; las baterías son generalmente de iones de litio con una capacidad de entre 300 y 700 vatios-hora. Por el lado mecánico, se tiene que estas cuentan con neumáticos anchos de banda gruesa para mayor tracción y su cuadro es bajo para fácil acceso, además tienen transmisiones de entre 7 a 9 velocidades y por último están equipadas con frenos de disco hidráulicos o mecánicos (Aguirre, 2022, Bicio).

**4.2.2.2. Bicicletas Eléctricas Plegables (E-Folding).** Estas son un tipo de bicicletas urbanas con la característica particular de que se pueden plegar para mayor facilidad de transporte y almacenamiento.

**Figura 6.**

*Ejemplo de bicicleta eléctrica plegable (E-Folding).*



*Nota.* Bicicleta Eléctrica Plegable Nantes Gris GW. Tomada de “GW Bicycles” [https://cdn.shopify.com/s/files/1/0263/8938/1197/products/Bicicleta-Elctrica-Plegable-Nantes-Gris-GW-Bicycles\\_1800x1800.jpg?v=1652199815](https://cdn.shopify.com/s/files/1/0263/8938/1197/products/Bicicleta-Elctrica-Plegable-Nantes-Gris-GW-Bicycles_1800x1800.jpg?v=1652199815)

Entre las características técnicas de este tipo de bicicletas cuentan con un motor de potencia de entre 250 y 500 vatios impulsado por una batería de iones de litio de capacidad de entre 250 y 500 vatios-hora. Por el lado mecánico, se tiene que estas cuentan con neumáticos más pequeños de entre 16 y 20 pulgadas que les permite ser más

compactas. Por otra parte, estas poseen transmisiones de 6 a 8 velocidades y frenos de disco hidráulicos o mecánicos (Bikeanalytics, 2021).

**4.2.2.2.3. Bicicletas Eléctricas de Carretera (E-Road).** Estas son un tipo de bicicletas diseñadas para recorridos bastante largos y rápidos, así como para diversos tipos de disciplina de carreteras.

**Figura 7.**

*Ejemplo de bicicleta eléctrica de carretera (E-Road).*



*Nota.* Bicicleta eléctrica de carretera carbono Shimano 105 Windee negro. Tomada de “DECATHLON”. [https://www.decathlon.es/es/p/bicicleta-electrica-de-carretera-carbono-shimano-105-windee-negro/\\_/R-p-X8626796?mc=8626796](https://www.decathlon.es/es/p/bicicleta-electrica-de-carretera-carbono-shimano-105-windee-negro/_/R-p-X8626796?mc=8626796)

Entre las características técnicas de estas se encuentra su motor de bicicleta urbana; batería de ion de litio con una capacidad de entre 300 y 800 vatios-hora. Por el lado mecánico, estas cuentan con neumáticos lisos y estrechos para mayor velocidad siendo más ligeros y aerodinámicos, el cuadro también está diseñado para ser lo más ligero y rígido posible y por último están equipadas componentes de mayor calidad como frenos de disco hidráulicos y cambios electrónicos (Sanferbike, 2020).

**4.2.2.2.4. Bicicletas Eléctricas de Montaña (E-MTB).** Estas son un tipo de bicicletas diseñadas para recorridos en terrenos montañosos y de mayor exigencia.

**Figura 8.**

*Ejemplo de bicicleta eléctrica de montaña (E-MTB).*



*Nota.* BICICLETA ELECTRICA DE MONTAÑA RAIL 5 -2022. Tomada de “Bikehouse”.  
<https://bikehouse.co/products/e-bikes-trek-de-montana-trek-rail-5-2021?variant=41816956207291>

Entre las características técnicas está su motor que tiene una potencia de entre 250 y 750 vatios; batería de ion de litio con una capacidad de entre 300 y 800 vatios-hora. Por el lado mecánico, estas cuentan con neumáticos más anchos y con mayor agarre para terrenos irregulares y mayor tracción, por otra parte, el cuadro está diseñado para ser más eficiente y duradero para soportar el terreno y las vibraciones, y por último están equipadas con doble suspensión para absorber los golpes y frenos de disco hidráulicos con capacidad de frenado superior (Bikeshop, s. f.).

**4.2.2.2.5. Bicicletas Eléctricas de Carga o Cargo Bikes (E-Cargo).** Este tipo de bicicletas como su nombre lo indica son diseñadas para transportar cargas pesadas y de mayor volumen.

**Figura 9.**

*Ejemplo de bicicleta eléctrica de carga (E-Cargo).*



*Nota.* Bicicleta eléctrica Urban Arrow Shorty. Tomada de “Tienda Motor Verde”.  
<https://tienda.motorverde.es/producto/bicicleta-electrica-urban-arrow-shorty/>

Entre las características técnicas de este tipo de bicicletas está su motor que tiene una potencia de entre 250 y 800 vatios; batería de ion de litio con una capacidad de entre 4000 y 10000 mAh. Por el lado mecánico, estas cuentan con neumáticos más anchos y robustos para soportar el peso de la carga y dar mayor estabilidad, además el cuadro está diseñado para soportar las carga y distribuir mejor el peso; por otro lado, están equipadas frenos de disco hidráulicos para mayor seguridad y tienen capacidades de carga de hasta 200 kg (Fernández, 2023, Motorpasion).

#### ***4.2.3. Sistemas de la Bicicleta Eléctrica***

**4.2.3.1. Sistema Estructural.** La estructura de una bicicleta es fundamental para su funcionamiento eficiente y seguro, está formada por componentes que permiten que la bicicleta se desplace como un vehículo de transporte personal. Los componentes deben tener una calidad y combinación adecuadas para lograr un buen rendimiento, comodidad, durabilidad y seguridad en la bicicleta. Los principales componentes son el cuadro y la tija del asiento.

**4.2.3.1.1. Cuadro.** El cuadro es la estructura principal de una bicicleta que consta de varios elementos en su mayoría tubulares ensamblados para formar una configuración sólida y resistente. En los cuadro se usan materiales ligeros pero resistentes, como las aleaciones de aluminio, acero de alta calidad, titanio y fibra de carbono.

**Figura 10.**

*Elementos del cuadro.*



*Nota.* Tubos del cuadro. Adaptada de “Diseño de una bicicleta de Montaña” por D. López, 2005.  
<https://docplayer.es/10037159-Diseno-de-una-bicicleta-de-montana.html>

**4.2.3.1.2. Tija del Asiento.** La tija del asiento influye en la comodidad y el ajuste del ciclista ya que su función principal es sostener el asiento. La tija se inserta en el tubo vertical del cuadro se sujeta mediante una abrazadera, normalmente están hechas del mismo material del cuadro.

**Figura 11.**

*Tija del asiento.*



*Nota.* Pro 2 Alloy MTB Seatpost. Tomada de “Postes de asiento” por Specialized. [https://assets.specialized.com/i/specialized/2812-3049\\_CMPNT\\_PRO-II-MTN-ALLOY-POST\\_GLOSS-MATTE-BLK?bg=rgb\(241,241,241\)&w=1600&h=900&fmt=auto](https://assets.specialized.com/i/specialized/2812-3049_CMPNT_PRO-II-MTN-ALLOY-POST_GLOSS-MATTE-BLK?bg=rgb(241,241,241)&w=1600&h=900&fmt=auto)

**4.2.3.2. Sistema de Dirección.** El sistema de dirección permite controlar el curso de la bicicleta, además influye en la agilidad, capacidad de respuesta y estabilidad en situaciones de altas velocidades, terrenos difíciles o giros cerrados. Consta de elementos como la horquilla o tijera, potencia y el manillar.

**4.2.3.2.1. Horquilla.** Es el elemento encargado de transmitir la dirección ejercida por el ciclista a la rueda delantera y amortiguar las vibraciones producidas por los impactos. La horquilla se inserta en el tubo de dirección y se sujeta mediante rodamientos. Pueden ser rígidas o con amortiguamiento, normalmente son del mismo material del cuadro.

**Figura 12.**

*Horquilla rígida de bicicleta.*



*Nota.* Horquilla bicicleta 26 pulgadas Ahead 1" 1/8 negra. Tomada de “Horquillas” por Lecyclo.  
[https://cdn.shopify.com/s/files/1/0611/5891/6315/products/fourche-velo-26-pouces-ahead-1---1-8-noir\\_full\\_890x890\\_crop\\_center.jpg?v=1674638995](https://cdn.shopify.com/s/files/1/0611/5891/6315/products/fourche-velo-26-pouces-ahead-1---1-8-noir_full_890x890_crop_center.jpg?v=1674638995)

**4.2.3.2.2. Potencia.** La potencia es la encargada de transmitir el torque dado por el ciclista en el manillar a la horquilla, esto permite el control de la dirección de la bicicleta. Se puede fabricar de diferentes formas y materiales, además puede ser ajustable en longitud y ángulo.

**Figura 13.**

*Potencia de una bicicleta.*



*Nota.* Potencia invertida MSC XC de 80 milímetros. Tomada de “El ajuste angular de la potencia y las diferencias entre llevarla hacia arriba o hacia abajo” por A. Ruiz, 2020.  
<https://cdn.todomountainbike.net/images/articles/2020/ajuste-angular-potencia-manillar.jpg>

**4.2.3.2.3. Manillar.** El manillar es la pieza sujeta por la potencia y permite al ciclista sujetarse y controlar la dirección. Son fabricados con aluminio, carbono o acero, y tienen diferentes formas y tamaños, según el tipo de bicicleta y las preferencias del ciclista. En el manillar se encuentran los frenos, el sistema de cambios, luz frontal, puños y demás accesorios.

**Figura 14.**

Manillar de la bicicleta.



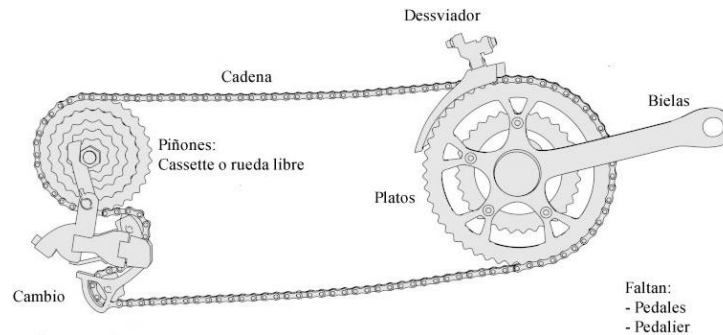
*Nota.* XLC Manillar Riser HB M04 50 mm. Tomada de “Manillares” por Bikeinn. <https://www.tradeinn.com/f/13682/136821959/xlc-manillar-riser-hb-m04-50-mm.jpg>

**4.2.3.3. Sistema de Transmisión.** El sistema de transmisión de una bicicleta convierte la energía generada por el ciclista en los pedales en el movimiento de la rueda trasera, en la mayoría de las bicicletas se encuentran mecanismos que pueden variar la relación de transmisión. (J. Perales, 2017). Las transmisiones de bicicleta más conocidas son la tradicional, de cambio interno o de buje y por eje cardán.

**4.2.3.3.1. Transmisión Tradicional.** Es la empleada debido a su eficiencia, durabilidad y bajo costo de mantenimiento. Se compone principalmente de una cadena y un conjunto de piñones y platos. Aunque la frecuencia de mantenimiento es prácticamente constante, este es muy fácil y económico debido a que únicamente se debe limpiar, engrasar y tensar la cadena. (J. Perales, 2017).

**Figura 15.**

*Transmisión tradicional.*

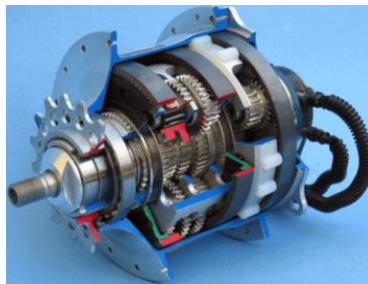


*Nota.* ¿Cuáles son los elementos que integran la transmisión? Tomada de “Todo sobre la transmisión de la bicicleta” por J. Joaquín, 2021. <https://darpedales.com/wp-content/uploads/2021/06/elementos-de-la-transmision.jpg>

**4.2.3.3.2. Transmisión de Cambio Interno o de Buje.** Esta utiliza un sistema de engranajes dentro del buje de la rueda trasera el cual proporciona diferentes relaciones de transmisión. Este tipo de transmisión se encuentra en bicicletas de uso urbano, bicicletas de cicloturismo y algunas bicicletas eléctricas.

**Figura 16.**

*Buje con cambio integrado.*



*Nota.* Composición interna de un buje con cambio integrado Speedhub 500/14 v de Rohloff Tomada de “Los bujes traseros con transmisión integrada” por Emeb. <https://www.emeb.es/wp-content/uploads/2016/02/speedhub-rohloff.png>

**4.2.3.3.3. Transmisión por Eje.** Consiste en transmitir la potencia ejercida en los pedales a la rueda trasera mediante un eje con un sistema de engranajes cónicos en sus extremos.

**Figura 17.**

*Transmisión cardán.*



*Nota.* Transmisión cardán Tomada de “BEIXO: El cardan” por Avantum.  
<https://www.avantum.bike/images/beixo-open-shaft-drive%20x2-1.jpg>

**4.2.3.4. Sistema de Frenado.** Se encarga de detener la bicicleta convirtiendo la energía cinética en calor a través de la fricción, esto es posible mediante un conjunto de componentes como zapatas, pastillas, discos, tambores y cables o líquido hidráulico, dependiendo del tipo de freno. Los tipos de freno más comunes son los frenos de llanta y de buje.

**4.2.3.4.1. Frenos de Llanta.** Consiste en un conjunto de zapatas que se presionan contra las paredes laterales de las llantas. Estos frenos son accionados al presionar una palanca instalada en el manillar. Normalmente las zapatas son de metal y tienen pastillas de goma. (J. Perales, 2017).

**Figura 18.**

*Freno de llanta.*



*Nota.* Freno de llanta rueda trasera Tomada de “Pinzas frenos de llanta” por Bikester.  
<https://images.internetstores.de/products/404551/02/32e6ba/shimano-br-r451-felgenbremse-hinterrad-schwarz-1.jpg?forceSize=true&forceAspectRatio=true&useTrim=true&size=2400x2400>

**4.2.3.4.2. Frenos de Buje.** Este sistema efectúa la frenada directamente desde el buje de la rueda trasera, esto ejerce una mayor potencia de frenado. Los tipos de frenos de buje más comunes son los frenos contrapedal y de disco. (J. Perales, 2017).

**Figura 19.**

*Freno de disco.*



*Nota.* Frenos Avid BB5 mecánicos Tomada de “La Historia de los Frenos en el mountain bike” por M.Lorenzo,2015.  
<https://www.mountainbike.es/uploads/static/mountainbike/upload/images/paragrapharticle/21842/paragrapharticle-3076-54b8f4b671ffd.jpg>

**4.2.3.5. Sistema de Potencia Eléctrica.** El Sistema de Pedaleo Asistido (PAS) es el sistema de propulsión que usa una bicicleta eléctrica, cuenta con un sensor que capta la velocidad o fuerza pedaleo, la señal de salida de este sensor es recibida por un controlador que acciona al motor eléctrico para que brinde una determina fuerza o velocidad adicional al movimiento, la energía necesaria es suministrada por la batería, se debe tener en cuenta que al dejar de pedalear o accionar el freno, el motor eléctrico por acción del controlador deja funcionar. (BioBike, s. f.).

**4.2.3.5.1. Motor Eléctrico.** Es un dispositivo o máquina capaz de transformar la energía eléctrica que recibe en energía mecánica para ejecutar cualquier proceso o poner en funcionamiento una máquina o herramienta, los tipos de motores eléctricos con mayor uso son: motores de corriente continua, motores de corriente alterna, síncronos y asíncronos o de inducción. (Vaquero, 2018).

Los motores eléctricos que se emplean en las bicicletas eléctricas los motores *brushless* (sin escobillas). El posicionamiento del motor eléctrico en la bicicleta es relevante; situado en el eje del pedal, una alternativa que incrementa la fiabilidad, pero es un sistema complejo y costoso y el motor situado en el buje de la rueda trasera, es el sistema utilizado con mayor frecuencia. (Perales, 2017).

**Figura 20.**

*Posicionamiento del motor eléctrico en la bicicleta.*



*Nota.* Motor eléctrico posicionado en rueda trasera y en el eje del pedal. Adaptada de “Diseño de una bicicleta eléctrica urbana” por J. Perales, 2017. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/26267>.

**4.2.3.5.2. Sistema de Control.** Se encuentran dos elementos importantes: el sensor que se ocupa de captar las señales de velocidad de movimiento y torque en el pedal, el controlador que se encarga de accionar el motor para que este brinde el apoyo requerido. Los controladores están programados con diferentes modos de asistencia para diferentes necesidades.

### **Figura 21.**

*Controlador de bicicleta eléctrica.*



*Nota.* Controlador. Tomada de “Controlador” por Bikelec. <https://www.bikelec.es/media/fishpig/webp/wordpress/cf25bdcee244450d45ed236847a154a7.webp>

**4.2.3.5.3. Batería.** Es el encargado de almacenar y suministrar energía al motor eléctrico por el accionamiento del controlador, el periodo de tiempo que el PAS se encuentre activo depende del tipo de batería. Existen diferentes tipos de baterías para el PAS; baterías de metal-hidruro, Litio y de Plomo, sin embargo, este último tipo es perjudicial para el medio ambiente. (Perales, 2017).

**Figura 22.**

*Batería de bicicleta eléctrica.*



*Nota.* Batería. Tomada de “Baterías para bicicletas eléctricas: la guía definitiva” por Biobike.  
<https://www.biobike.es/wp-content/uploads/2018/05/bater%C3%ADas-para-bicicletas-electricas4.jpg>

**4.2.3.6. Sistema de Iluminación.** Es de gran relevancia debido a que brinda una mayor perceptibilidad y visibilidad al ciclista. Un sistema de iluminación adecuado aumenta la seguridad del ciclista al reducir el riesgo de accidentes. Algunos elementos que hacen parte del sistema de iluminación son: luz blanca delantera, luz roja trasera, reflectante rojo trasero, reflectantes de precaución en los radios de las ruedas.

**Figura 23.**

*Sistema de iluminación en una bicicleta.*



*Nota.* Iluminación en bicicleta. Tomada de “Iluminación en la bici, la clave” por Biciplan.  
<https://www.bikelec.es/media/fishpig/webp/wordpress/cf25bdcee244450d45ed236847a154a7.webp>

#### 4.2.4. Módulo de Transporte de Carga

Existen diferentes módulos de carga en el mercado, estos se pueden clasificar en diferentes categorías para diversas necesidades como las que veremos a continuación.

**4.2.4.1. Según si es Fijo o Removible.** Si el módulo de carga se encuentra permanentemente unido a la bicicleta se considera como fijo, por el contrario, si módulo se puede retirar se considera removible.

#### Figura 24.

*Ejemplo de bicicleta eléctrica de módulo fijo.*



*Nota.* Bicicleta eléctrica de carga ya disponible en el mercado. Tomada de “World Energy Trade”.  
<https://www.worldenergytrade.com/energias-alternativas/general/bicicleta-electrica-de-carga-ya-disponible-en-el-mercado>

#### Figura 25.

*Ejemplo de módulo removible para bicicleta.*



*Nota.* Los 6 Mejores Remolques de Bicicleta de 2022 Comparativa. Tomada de “Toolea”.  
<https://www.toolea.com/mejores-remolques-de-bicicleta-para-carga-baratos/>

**4.2.4.2. Según el Tipo de Agarre.** Dentro de los módulos de transporte removibles encontramos que estos pueden sujetarse a la rueda o al sillín.

**Figura 26.**

*Ejemplo de módulo de transporte sujeto al sillín.*



*Nota.* Este remolque transforma cualquier bicicleta en eléctrica solo cuando realmente hace falta. Tomada de “Híbridos y eléctricos”. [https://www.hibridosyelectricos.com/bicicletas/remolque-transforma-cualquier-bicicleta-electrica-cuando-hace-falta\\_44177\\_102.html](https://www.hibridosyelectricos.com/bicicletas/remolque-transforma-cualquier-bicicleta-electrica-cuando-hace-falta_44177_102.html)

**Figura 27.**

*Ejemplo de módulo de transporte sujeto a la rueda.*



*Nota.* Remolque para bici bicicleta de transporte por cicloturismo carro carrito. Tomada de “eBay”. <https://www.ebay.es/itm/261845660724>

**4.2.5. Normatividad de las bicicletas eléctricas**

Con el fin de realizar un diseño más preciso que cumpla con la reglamentación vigente es necesario conocer las normativas que rigen el uso de las bicicletas eléctricas.

**4.2.5.1. Resolución 160 de 2017.** Ministerio de Transporte. Mediante esta resolución “reglamenta el registro y la circulación de los vehículos automotores tipo ciclomotor, tricimotor y cuatriciclo y se dictan otras disposiciones”.

En el *artículo 2* se encuentran los vehículos a los cuales no es aplicable esta resolución, es decir están exentos, entre ellos la bicicleta y la bicicleta de pedaleo asistido.

En el *artículo 3* establece como definición de bicicleta de pedaleo asistido:

Bicicleta equipada con un motor auxiliar con potencia nominal continua no superior a 0,35 kW, que actúa como apoyo al esfuerzo muscular del conductor. Dicha potencia deberá disminuir progresivamente conforme se aumente la velocidad del vehículo y se suspenderá cuando el conductor deje de pedalear o el vehículo alcance una velocidad de 25 km/h, el peso nominal de una bicicleta asistida no deberá superar los 35 kg. (Ministerio de Transporte, 2017).

**4.2.5.2. Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas. Ministerio de Transporte de Colombia. (2016).** El cual en la sección 3.3.1 define las dimensiones de referencia con las cuales se establecen los parámetros de diseño de la ciclo-infraestructura. Determinando:

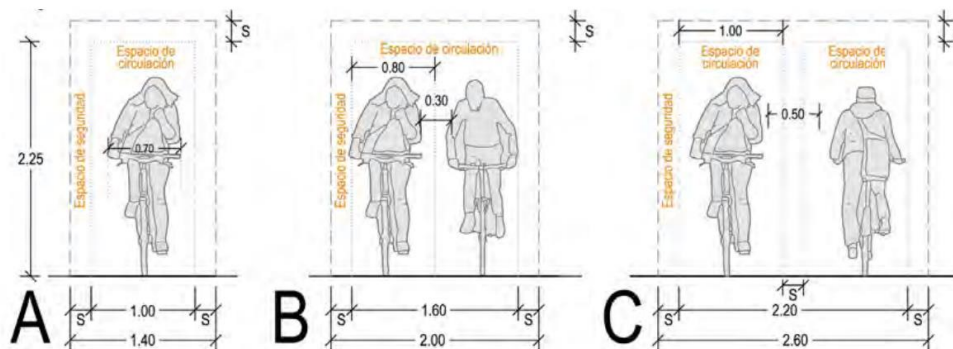
Como primera referencia básica se consideran las siguientes dimensiones habituales para el conjunto bicicleta-ciclista: la altura y la longitud igual o inferior a 1,90 metros, mientras que el ancho es de aproximadamente 0,70 metros.

El espacio de circulación básico para bicicletas convencionales se establece en 1,00 metros de ancho y 2,25 metros de altura.

A los espacios de circulación hay que añadir un espacio de seguridad o de maniobra de unos 0,20 metros en cada lado (0,10 metros en espacios limitados). (Ministerio de Transporte, 2016).

**Figura 28.**

*Dimensiones básicas del ciclista.*



*Nota.* Dimensiones Básicas del ciclista. Tomada de “Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas” por El Ministerio de Transporte de Colombia (2017)

El en esta guía, el Ministerio de Transporte también establece las dimensiones para las bicicletas de carga resumiéndolas en la siguiente tabla.

**Tabla 1.**

*Dimensiones básicas de vehículos encontrados en Colombia.*

VEHÍCULOS	ALTURA	LONGITUD	ANCHO
Bicicleta urbana	1,80 m	1,90 m	0,70 m
Bicicleta de carga	1,80 m	2,10 m	1,00 m
Triciclo	1,80 m	2,10 m	1,20 m
Triciclo de transporte de viajeros	1,95m	2,70 m	1,30 m

*Nota.* Esta tabla muestra las dimensiones de diferentes tipos de bicicleta según el Ministerio de Transporte.

## 5. Fase de Investigación

Esta es una fase preparatoria que debe ser desarrollada para ejecutar un adecuado diseño de la bicicleta eléctrica. Por lo tanto, es preciso realizar un análisis bibliográfico sobre diferentes investigaciones, estudios o artículos que permitan solucionar las siguientes etapas:

### 5.1. Investigación Antropométrica

Para diseñar cualquier elemento para ser utilizado por el ser humano, es importante consultar estudios antropométricos para realizar un adecuado dimensionamiento. La antropometría “es una técnica incruenta y poco costosa, portátil y aplicable en todo el mundo para evaluar el tamaño, las proporciones y la composición del cuerpo humano.” (OMS, 1995).

Entre los años 2007 y 2008, el Centro de Investigaciones en Ergonomía de la Universidad Industrial de Santander realizó un estudio antropométrico en la población estudiantil de edades entre los 15 a 30. Este estudio tomó de una población total de 16016 estudiantes entre hombres y mujeres seleccionando una muestra de 263 estudiantes con base a un cálculo del 95% de confianza y un 6% de error permitido; a los cuales se les tomaron las respectivas medidas antropométricas más relevantes teniendo en cuenta la frecuencia de uso en el diseño de diversos productos.

Entre las conclusiones de este proyecto se obtuvo que “los resultados del estudio de los valores antropométricos de la región nororiental colombiana fueron desarrollados bajo los parámetros científicos y condiciones de confiabilidad comúnmente aceptados; por lo tanto, pueden ser considerados como referentes para su aplicación práctica” (Maradei, Espinel, Peña, 2008). Estos resultados se muestran en el Apéndice B.








## 5.2. Tipos y Características de Bicicletas Más Empleadas



La bicicleta eléctrica se ha convertido en un medio de transporte popular al ser un vehículo amigable con el medio ambiente, económico y fácil de conducir. En la actualidad encontramos una gran diversidad de opciones lo cual conlleva a tomar una decisión más precisa al momento de realizar la compra.

A continuación, se muestran un cuadro comparativo de las bicicletas eléctricas más vendidas en Colombia.

**Tabla 2.**

*Bicicletas eléctricas más vendidas en Colombia.*

Aspecto	Modelo	Motor	Autonomía	Velocidad máxima	Batería	Extras	Precio	Material
	T-Flex Pro Auteco	350 W	40 km	25 km/h	Litio ion 48V10Ah 36 V	Diseño Plegable Tecnología led 6 cambios	\$4.499.000	Aluminio
	Starker Urban ST	350 W	65 km	25 km/h	Litio ion 48V10Ah	Tecnología led 5 modos de manejo	\$3.390.000	Aluminio
	Starker Sport 2.0 Pro	500 W	70 km	25 km/h	Extraíble de litio 110V	Freno de Disco Hidráulico Luz Incluida 6 velocidades Suspensión delantera Hidráulica	\$3.499.000	Aluminio
	Side Font Mi Smart Electric Folding Bike	250 W	45 km	25 km/h	Iones de litio 18,650 capacidad total de 208.8Wh	Pegable 4 modos diferentes Computadora de viaje	\$4.599.900	Aleación de Aluminio
	NCM Paris	36V/250W	40 a 100 km	25 km/h	36V 15AH	Plegable	\$5.896.997	Aluminio
	Piaggio Wi - Bike	250W	60 a 120 km	45 km/h	Iones de litio de 400 vatios	Tecnología PMP (Piaggio Multimedia Platform)	Entre \$9.000.000 y \$5.900.000	Aluminio hidroformado
	Wolf Tibetan	500 W	hasta 71 km/h	25 km/h	Extraíble de litio 110V / 60 Hz	Suspensión delantera Rockshox Batería Removible	\$9.999.000	Aluminio

	Wolf Rufus	350 W	hasta 80 km/h	25 km/h	Ion litio 110 V / 60 Hz	Plegable 6 velocidades Luz incluida	\$3.499.000	Aluminio
	Wolf Iberian	500 W	hasta 79 km/h	25 km/h	Ion litio 110 V / 60 Hz	Suspensión delantera 6 velocidades App bluetooth	\$8.499.000	Aluminio

*Nota.* Esta tabla muestra las bicicletas más vendidas en Colombia con sus principales características.

Elaboración propia con información tomada de Diario La República y Auteco Mobility.

Con los datos obtenidos en la Tabla 2, se concluyó que los factores más importantes al momento de adquirir una bicicleta eléctrica son los siguientes:

- Estructura de aluminio y aleación de aluminio.
- Precio promedio de \$7.000.000.
- Batería de ion litio.
- Autonomía promedio de 50 km.

### 5.3. Estudios Ergonómicos de las Bicicletas

La ergonomía es fundamental al momento de diseñar un producto o sistema, ya que busca que estos se adapten a las necesidades y capacidades del ser humano. Según la American Society of Safety Professionals (2021), "el objetivo principal de la ergonomía es mejorar la eficacia, eficiencia y seguridad en el uso de los objetos diseñados, reduciendo al mismo tiempo la fatiga, el estrés y el riesgo de lesiones".

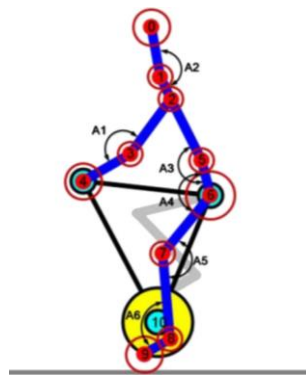
Por lo tanto, en este proyecto se tendrá en cuenta la ergonomía para asegurar que la bicicleta sea un producto de fácil manejo, aumentar la satisfacción del usuario y reducir los accidentes. A continuación, se muestran algunos estudios ergonómicos que buscan mejorar

el diseño de una bicicleta para las necesidades del ser humano, de tal manera que se adapte a sus capacidades.

En primer lugar, se encontró el estudio “Aplicación de la optimización de la postura de conducción en el diseño del cuadro de la bicicleta” (Shih-Wen Hsiao, Rong-Qi Chen, Wan-Lee Leng, 2015) del departamento de diseño industrial de la Universidad nacional de Cheng Kung en Taiwan. Este estudio utilizó un método de procesamiento de imágenes para detectar los puntos característicos y los ángulos articulares del cuerpo humano más importantes de la postura de conducción (Figura 29). Se concluyó que los puntos clave para diferentes tipos de bicicletas son el manillar, el sillín y el pedalier, posteriormente estos fueron tomados como base para dimensionar el tamaño del marco (Figura 30).

### Figura 29.

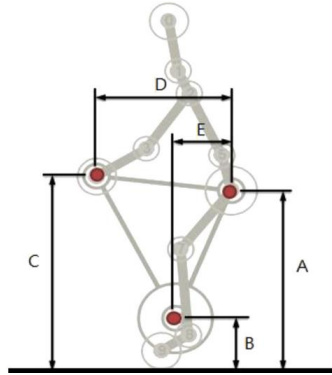
*Puntos y ángulos articulares más importantes de la postura de conducción.*



*Nota.* Positions of feature points and their feature angles formed when riding. Tomada de “Applying riding-posture optimization on bicycle frame design” por Shih-Wen Hsiao, Rong-Qi Chen, Wan-Lee Leng. (2015).

**Figura 30.**

*Esquema puntos clave y dimensiones principales para bicicletas.*

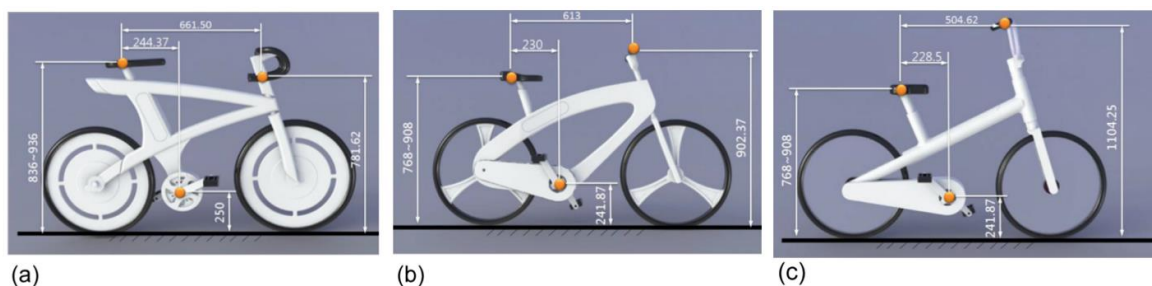


*Nota.* Definition of bicycle frame size. Tomada de “Applying riding-posture optimization on bicycle frame design” por Shih-Wen Hsiao, Rong-Qi Chen, Wan-Lee Leng. (2015).

Con los resultados de las dimensiones del cuadro obtenidas experimentalmente, se calcularon los tamaños promedio para cada rango de altura en cada postura de conducción y se compararon con los tamaños promedio del cuadro para los tipos de bicicletas más comunes. Finalmente, se diseñaron conceptualmente 3 tipos de bicicletas basándose en los resultados de los tamaños promedios de estas (Figura 31).

**Figura 31.**

*Diseño conceptual de 3 tipos de bicicletas.*



*Nota.* Application instances for three bicycle types (a) racing bicycle (b) city bicycle (c) lady's bicycle. Tomada de “Applying riding-posture optimization on bicycle frame design” por Shih-Wen Hsiao, Rong-Qi Chen, Wan-Lee Leng. (2015).

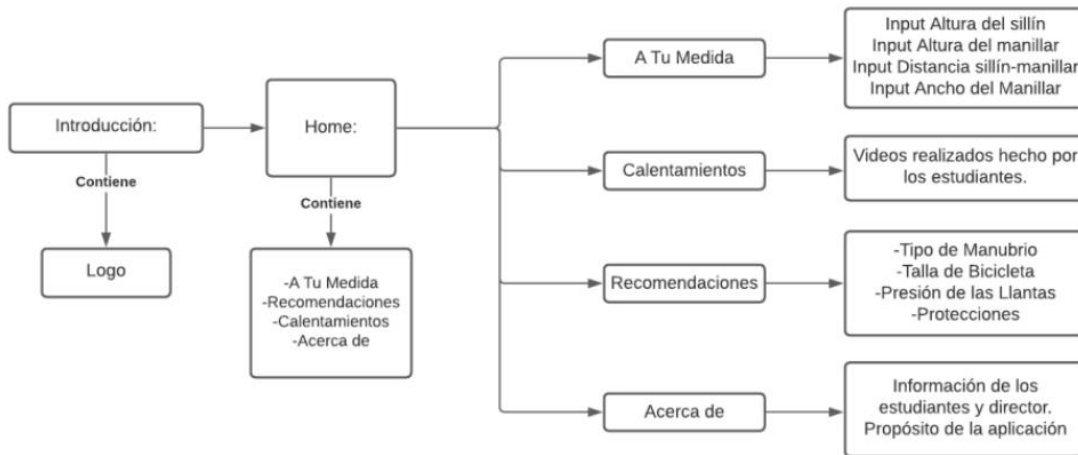
Por otra parte, se encontró el proyecto “Desarrollo de plataforma para el mejoramiento de la postura de ciclistas” (Gutiérrez, Pineda & Rodríguez, 2021) de la Pontificia Universidad Javeriana en Bogotá, Colombia. Este proyecto tenía como objetivo “Desarrollar una aplicación móvil que a partir de las funciones básicas del celular brinde información a ciclistas urbanos para el ajuste geométrico de su bicicleta considerando una correcta postura.”

Los autores de este proyecto observaron que después de la pandemia del COVID-19 la bicicleta se había convertido en el medio de transporte favorito de la población, pero a pesar de existir aplicaciones diseñadas para ayudar a mejorar la postura de conducción del ciclista, estas estaban dirigidas a ciclistas profesionales o de carretera y tenían un alto costo. Por lo tanto, se enfocaron en diseñar una app para celulares Android, que ayudara al ciclista urbano a mejorar su postura de conducción, utilizando un modelo matemático basado en las medidas más importantes que debe tener la bicicleta. Adicionalmente se realizó una búsqueda bibliográfica a cerca de las posturas de conducción adecuadas, las dimensiones adecuadas de las bicicletas y artículos científicos enfocados en ciclismo, además se consultó con diferentes profesionales de la salud tales como como doctores y fisioterapeutas.

Se definieron cuatro secciones para la aplicación: A tu medida, Calentamientos, Recomendaciones y Acerca de. Para la sección de A tu medida el usuario obtendrá las medidas correctas para su bicicleta a partir de un modelo matemático utilizando como parámetros las medidas corporales proporcionadas por el usuario. Estas medidas de entrada son: altura de la entrepierna (E), largo del tronco (K), largo del brazo (T) y ancho de los hombros (B). El usuario obtendrá como resultado las medidas para la bicicleta de: altura del sillín (h), altura del manillar (m), distancia del sillín-manillar (d) y ancho de manillar (a).

**Figura 32.**

Diagrama de flujo de la aplicación.



*Nota.* Diagrama de uso de la aplicación. Tomada de “Desarrollo de plataforma para el mejoramiento de la postura de ciclistas” por Gutiérrez Corredor, J. F., Pineda Gaviria, S., & Rodríguez Forero, J. N. (2015).

**Figura 33.**

Modelo matemático para la selección de bicicleta.

Modelo matemático:

- $h = 0.88 * E$
- $m = h$
- $d = \sqrt{T^2 + B^2 - 2TB * \cos 60^\circ}$
- $a = K$



*Nota.* Triángulo formado por el ciclista y la bicicleta. Tomada de “Desarrollo de plataforma para el mejoramiento de la postura de ciclistas” por Gutiérrez Corredor, J. F., Pineda Gaviria, S., & Rodríguez Forero, J. N. (2015).

Al finalizar el desarrollo de la aplicación se publicó en *Play Store* y se convocó a diferentes ciclistas para obtener sus opiniones acerca de la app utilizando sus propias medidas

para obtener las medidas resultantes para su bicicleta y realizar los cambios, se obtuvo que “el 96,8% de las personas que realizaron modificaciones a su bicicleta sienten que su postura al montar cambió” y teniendo en cuenta que “61.92% de la población sentía algún dolor y/o molestia mientras realizaba la actividad, y se encontró que el 87,18% de los dolores que sienten los usuarios son en la espalda” todos percibieron que el dolor de espalda disminuyó.

Producto de esta encuesta se obtuvo la validación de los usuarios para la aplicación la cual ayudaba a disminuir los dolores y presentaba una interfaz sencilla y fácil de usar.

## **6. Fase de Diseño**

En esta fase se realizará el diseño de la bicicleta eléctrica, para esto se ejecutará la selección de alternativas de cada sistema, el diseño preliminar y el diseño en detalle.

### **6.1. Selección de Alternativas de los Sistemas**

Para la selección de alternativas de los sistemas se empleará la ayuda de matrices de calidad (QFD) y de selección (Pugh) que evaluarán los requerimientos de diseño más relevantes teniendo en cuenta los sistemas de la bicicleta eléctrica y seleccionarán las alternativas adecuadas mediante una evaluación, en la cual la alternativa con mayor puntaje será seleccionada.

Los valores de relación para la matriz de calidad se seleccionarán en un rango de 0 a 9 teniendo en cuenta las siguientes especificaciones:

Sin relación: 0

Baja relación: 1

Media relación: 3

Alta relación: 9

Los requerimientos de diseño son los siguientes:

Impacto ambiental	Fácil mantenimiento.
Seguro.	Dimensiones reducidas.
Económico.	Estético.
Consumo energético moderado.	Fácil manejo.

Los sistemas de la bicicleta eléctrica se organizaron en una escala de importancia de 0 a 5, donde 5 es el valor con mayor nivel de importancia.

**Tabla 3.**

*Matriz de calidad QFD.*

Sistemas	Requerimientos de diseño																
	Prioridad	Impacto ambiental	Seguro	Costo	Consumo energético moderado	Fácil mantenimiento	Dimensiones reducidas	Estético	Fácil manejo								
Sistema estructural	5	1	5	9	45	9	45	3	15	1	5	9	45	9	45	9	45
Sistema del módulo de carga	5	1	5	9	45	3	15	3	15	1	5	9	45	9	45	9	45
Sistema de potencia eléctrica	5	9	45	3	15	9	45	9	45	1	5	0	0	3	15	3	15
Sistema de transmisión	3	1	3	1	3	3	9	0	0	9	27	0	0	0	0	3	9
Sistema de frenado	3	1	3	9	27	3	9	0	0	9	27	0	0	0	0	3	9
Evaluación de importancia	Absoluta	61	135	123	75	69	90	105	123								
	Relativa (%)	8%	17%	16%	10%	9%	12%	13%	16%								

*Nota.* Elaboración propia.

Al analizar la matriz de calidad se observa el porcentaje de importancia de cada requerimiento de diseño, el cual será empleado para seleccionar las alternativas de los sistemas.

En la matriz de Pugh, la selección de alternativas se realizará por medio de una puntuación de relación de la alternativa con los requerimientos de diseño de la bicicleta, esta puntuación se dará con un valor numérico de 0 a 5, donde 5 es el valor de mayor de relación.

### 6.1.1. Selección del Sistema Estructural

**6.1.1.1. Selección del Cuadro.** Para la selección del cuadro de la bicicleta se tiene en cuenta las siguientes alternativas:

**Alternativa 1:** Cuadro plegable.

**Alternativa 2:** Cuadro de enduro (montaña).

**Alternativa 3:** Cuadro cargo-bike.

**Alternativa 4:** Cuadro convencional.

**Tabla 4.**

*Matriz de Pugh - Cuadro.*

Criterio de Selección	Porcentaje	Alternativas							
		Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3		Alternativa 4	
Impacto Ambiental	8%	4	0,31	4	0,31	4	0,31	4	0,31
Seguro	17%	3	0,52	5	0,86	4	0,69	4	0,69
Costo	16%	4	0,63	2	0,31	3	0,47	5	0,79
Consumo energético moderado	10%	5	0,48	4	0,38	3	0,29	4	0,38
Fácil mantenimiento	9%	4	0,35	4	0,35	4	0,35	4	0,35
Dimensiones reducidas	12%	5	0,58	4	0,46	3	0,35	4	0,46
Estético	13%	4	0,54	4	0,54	3	0,40	5	0,67
Fácil manejo	16%	4	0,63	5	0,79	3	0,47	4	0,63
	<b>Total</b>	4,04		4,02		3,34		<b>4,29</b>	

*Nota.* Elaboración propia.

Se selecciona el cuadro convencional debido a que brinda la mayor relación alternativa/criterio de selección entre las demás opciones.

**Figura 34.**

*Cuadro tradicional de una bicicleta.*



*Nota.* Cuadros y marcos de bicicleta. Los materiales más usados. Tomada de “Seguro de Bici”.

<https://segurodebici.com.ar/blog/materiales-cuadros-de-bicicleta/>

**6.1.1.2. Selección de la Horquilla.** Para la selección de la horquilla se tiene en cuenta las siguientes alternativas:

**Alternativa 1:** Horquilla rígida.

**Alternativa 2:** Horquilla de suspensión.

**Tabla 5.**

*Matriz de Pugh - Horquilla.*

Criterio de Selección	Porcentaje	Alternativas			
		Alternativa 1		Alternativa 2	
Impacto Ambiental	8%	1	0,08	1	0,08
Seguro	17%	3	0,52	5	0,86
Costo	16%	4	0,63	3	0,47
Consumo energético moderado	10%	2	0,19	2	0,19
Fácil mantenimiento	9%	5	0,44	4	0,35
Dimensiones reducidas	12%	5	0,58	4	0,46
Estético	13%	4	0,54	5	0,67
Fácil manejo	16%	3	0,47	5	0,79
<b>Total</b>			<b>3,45</b>		<b>3,88</b>

*Nota.* Elaboración propia.

Se selecciona la horquilla de suspensión debido a que brinda la mayor relación alternativa/criterio, además es ideal para reducir las vibraciones debido a las cargas adicionales ejercidas por el módulo de carga.

**Figura 35.**

*Horquilla con suspensión.*



*Nota.* Horquilla kore con suspensión con bloqueo r 29. Tomada de “El palacio del rodado”.  
<https://www.elpalaciodelrodado.com/productos/horquilla-kore-con-suspension-con-bloqueo-r-29/>

### 6.1.2. Selección del Sistema del Módulo de Carga

Para la selección del módulo de carga se tiene en cuenta las siguientes alternativas:

**Alternativa 1:** Módulo de carga con agarre en la tija del asiento.

**Alternativa 2:** Módulo de carga con agarre en el eje de la rueda trasera.

**Tabla 6.**

*Matriz de Pugh - Módulo de carga.*

Criterio de Selección	Porcentaje	Alternativas			
		Alternativa 1		Alternativa 2	
Impacto Ambiental	8%	1	0,08	1	0,08
Seguro	17%	3	0,52	4	0,69
Costo	16%	3	0,47	2	0,31
Consumo energético moderado	10%	3	0,29	3	0,29
Fácil mantenimiento	9%	4	0,35	4	0,35
Dimensiones reducidas	12%	3	0,35	4	0,46
Estético	13%	4	0,54	5	0,67
Fácil manejo	16%	4	0,63	4	0,63
<b>Total</b>			<b>3,22</b>		<b>3,49</b>

*Nota.* Elaboración propia.

Se selecciona el módulo de carga con agarre en el eje de la rueda trasera debido a que brinda la mayor relación alternativa/criterio, además es tipo de agarre más empleado en otros diseños de bicicleta debido a que brinda una mayor estabilidad.

**Figura 36.**

*Remolque sujeción en rueda trasera.*



*Nota.* ¿Los diez mejores remolques de bicicletas eléctricas? Tomada de “lemonKey”.  
<https://lemonkey.es/deporte/los-diez-mejores-remolques-de-bicicletas-electricas/>

**6.1.3. Selección del Sistema de Potencia Eléctrica**

**6.1.3.1. Selección del Motor Eléctrico.** Para la selección del motor eléctrico se tiene en cuenta las siguientes alternativas:

**Alternativa 1:** Motor directo de buje sin escobillas (Direct Drive Hub)

**Alternativa 2:** Motor de engranajes de buje sin escobillas (Geared Hub)

**Alternativa 3:** Motor en el pedalier sin escobillas (Middle drive)

**Tabla 7.***Matriz de Pugh - Motor eléctrico.*

Criterio de Selección	Porcentaje	Alternativas					
		Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
Impacto Ambiental	8%	4	0,31	3	0,23	4	1,25
Seguro	17%	4	0,69	4	0,69	4	0,69
Costo	16%	3	0,47	5	0,79	3	0,47
Consumo energético moderado	10%	3	0,29	5	0,48	3	0,29
Fácil mantenimiento	9%	5	0,44	3	0,27	0	0,00
Dimensiones reducidas	12%	4	0,46	5	0,58	1	0,12
Estético	13%	4	0,54	4	0,54	4	0,54
Fácil manejo	16%	5	0,79	4	0,63	5	0,79
	<b>Total</b>		<b>3,99</b>		<b>4,20</b>		<b>4,14</b>

*Nota.* Elaboración propia.

Se selecciona el motor de engranajes de buje sin escobillas debido a que brinda la mayor relación alternativa/criterio, además es el motor eléctrico para bicicletas urbanas más empleado.

**Figura 37.***Motor de engranajes de buje sin escobillas (Geared Hub).**Nota.* Geared Hub Motors Vs Gearless Hub Motors. Tomada de “EbikeSchool”.

<https://www.ebikeschool.com/geared-hub-motors-vs-gearless-hub-motors/>

**6.1.3.2. Selección de la Batería.** Para la selección de la batería se tiene en cuenta las siguientes alternativas:

**Alternativa 1:** Batería de Gel-Plomo

**Alternativa 2:** Batería de Níquel-Cadmio

**Alternativa 3:** Batería de Litio

**Tabla 8.**

*Matriz de Pugh - Batería.*

Criterio de Selección	Porcentaje	Alternativas					
		Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
Impacto Ambiental	8%	2	0,16	2	0,16	4	0,31
Seguro	17%	4	0,69	3	0,52	5	0,86
Costo	16%	4	0,63	5	0,79	5	0,79
Consumo energético moderado	10%	3	0,29	4	0,38	4	0,38
Fácil mantenimiento	9%	4	0,35	4	0,35	4	0,35
Dimensiones reducidas	12%	3	0,35	4	0,46	4	0,46
Estético	13%	4	0,54	4	0,54	4	0,54
Fácil manejo	16%	4	0,63	3	0,47	5	0,79
<b>Total</b>		3,63		3,67		<b>4,49</b>	

*Nota.* Elaboración propia.

Se selecciona la batería de Litio debido a que brinda la mayor relación alternativa/criterio, además es la batería con menor impacto al medio ambiente y con mayor autonomía en el mercado de baterías para bicicletas actual.

**Figura 38.**

*Batería de litio para bicicleta.*



*Nota.* G-kos Batería De Litio 36v 14Ah 36v 14Ah. Tomada de “BikeINN”.

<https://www.tradeinn.com/f/13843/138433034/g-kos-bateria-de-litio-36v-14ah-36v-14ah.jpg>

#### 6.1.4. Selección del Sistema de Transmisión

Para la selección del sistema de transmisión se tiene en cuenta las siguientes alternativas:

**Alternativa 1:** Transmisión tradicional

**Alternativa 2:** Transmisión de cambio interno (bujes)

**Alternativa 3:** Transmisión por eje cardán

**Tabla 9.**

*Matriz de Pugh - Sistema de transmisión.*

Criterio de Selección	Porcentaje	Alternativas					
		Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
Impacto Ambiental	8%	3	0,23	4	0,31	4	0,31
Seguro	17%	3	0,52	5	0,86	5	0,86
Costo	16%	5	0,79	2	0,31	2	0,31
Consumo energético moderado	10%	4	0,38	4	0,38	4	0,38
Fácil mantenimiento	9%	5	0,44	2	0,18	2	0,18
Dimensiones reducidas	12%	3	0,35	5	0,58	4	0,46
Estético	13%	3	0,40	4	0,54	5	0,67
Fácil manejo	16%	5	0,79	4	0,63	4	0,63
	<b>Total</b>	<b>3,90</b>		3,80		3,82	

*Nota.* Elaboración propia.

Se selecciona el sistema de transmisión tradicional debido a que brinda la mayor relación alternativa/criterio, además la transmisión tradicional es la más empleada en la mayoría de las bicicletas.

**Figura 39.**

*Transmisión tradicional de bicicleta.*



*Nota.* Transmisiones mono, bi, tri, mitos y leyendas | Comunidad Biker MTB. Tomada de “Comunidad Biker MTB”. <https://comunidadbiker-mtb.com/transmisiones-mono-bi-tri-mitos-y-leyendas/>

### 6.1.5. Selección del Sistema de Frenado

Para la selección del sistema de frenado se tiene en cuenta las siguientes alternativas:

**Alternativa 1:** Freno de llanta

**Alternativa 2:** Freno contrapedal

**Alternativa 3:** Freno de disco

**Tabla 10.**

*Matriz de Pugh - Sistema de frenado.*

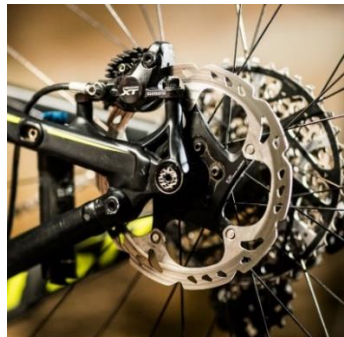
Criterio de Selección	Porcentaje	Alternativas					
		Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
Impacto Ambiental	8%	2	0,16	3	0,23	4	0,31
Seguro	17%	2	0,35	4	0,69	5	0,86
Costo	16%	5	0,79	3	0,47	4	0,63
Consumo energético moderado	10%	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Fácil mantenimiento	9%	5	0,44	2	0,18	4	0,35
Dimensiones reducidas	12%	3	0,35	4	0,46	5	0,58
Estético	13%	2	0,27	4	0,54	5	0,67
Fácil manejo	16%	4	0,63	1	0,16	5	0,79
<b>Total</b>		<b>2,98</b>		<b>2,73</b>		<b>4,20</b>	

*Nota.* Elaboración propia.

Se selecciona el sistema de frenado de disco debido a que brinda la mayor relación alternativa/criterio, además tiene una gran potencia de frenado y son muy confiables incluso en condiciones de lluvia y barro.

**Figura 40.**

*Freno de disco para bicicleta.*



*Nota.* Frenos a disco para bicicletas: todo lo que hay que saber sobre su funcionamiento y sus partes. Tomada de “BICICLUB”. <https://biciclub.com/frenos-a-disco-para-bicicletas-todo-lo-que-hay-que-saber-sobre-su-funcionamiento-y-sus-partes/>

## **6.2. Diseño Preliminar**

### **6.2.1. Parámetros Geométricos**

Para diseñar una bicicleta se deben tener en cuenta diversos factores geométricos para garantizar la comodidad, la seguridad y el rendimiento del ciclista. El elemento más importante es el cuadro, debido a que este le da forma y sostiene los demás componentes, además influye en la posición del ciclista. Es importante tener en cuenta las medidas del ciclista, con estas medidas se determina las dimensiones clave en la geometría del cuadro las cuales son: longitud del tubo vertical, reach, stack, ángulo de dirección y ángulo del tubo vertical. (González, J, 2017).

**6.2.1.1. Longitud del tubo vertical.** Es la distancia formada desde el centro del pedalier hasta la parte superior del tubo donde se inserta la tija del sillín. La longitud del tubo vertical es el 65% de la altura del trocánter mayor. Para el diseño de esta bicicleta se tomó una longitud de 569 mm.

**6.2.1.2. Reach.** Se refiere a la distancia horizontal desde el eje del pedalier hasta la parte superior del tubo de dirección. Para una bicicleta urbana su rango está entre 350 y 500 mm. Para este diseño se toma una distancia reach de 395mm.

**6.2.1.3. Stack.** Se refiere a la distancia vertical desde el eje del pedalier hasta la parte superior del tubo de dirección. Para una bicicleta urbana su rango está entre 500 y 700 mm. Para este diseño se toma una distancia de stack de 700mm.

**6.2.1.4. Ángulo de Dirección.** Hace referencia al ángulo que forma el tubo de dirección con respecto al suelo. Para una bicicleta urbana su rango está entre 69 y 74 grados. Para este diseño se toma un ángulo de 73.5 grados.

**6.2.1.5. Ángulo del Tubo Vertical.** Hace referencia al ángulo que forma el tubo del asiento con respecto al suelo. Para una bicicleta urbana su rango está entre 69 y 74 grados. Para este diseño se toma un ángulo de 73.5 grados.

## **6.2.2 Geometría Inicial**

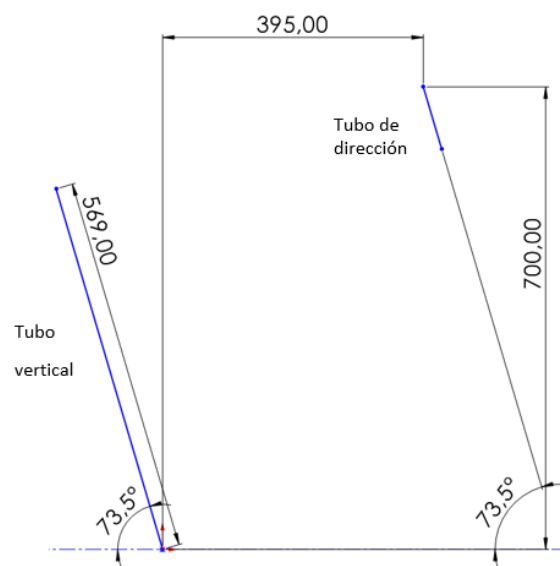
Se realiza la geometría inicial del cuadro según los parámetros geométricos de una bicicleta urbana.

## **6.2.3 Diseño Conceptual**

Para el diseño conceptual se plantean tres diseños de cuadros diferentes los cuales cumplen con los parámetros geométricos establecidos.

**Figura 41.**

*Geometría inicial.*



*Nota.* Elaboración propia.

**6.2.3.1. Primer Diseño.** Este primer diseño es una adaptación del cuadro tradicional de bicicletas urbanas, donde únicamente la tubería de vainas y tirantes tienen un proceso de doblado. Todos los elementos tienen como método de unión la soldadura.

**Figura 42.**

*Primer diseño.*



*Nota.* Elaboración propia.

**6.2.3.2. Segundo Diseño.** Este diseño cuenta con un cambio en la inclinación del tubo inferior con el fin de tener una mejor sujeción de la batería, la tubería de vainas y tirantes tienen un proceso de doblado. Todos los elementos tienen como método de unión la soldadura.

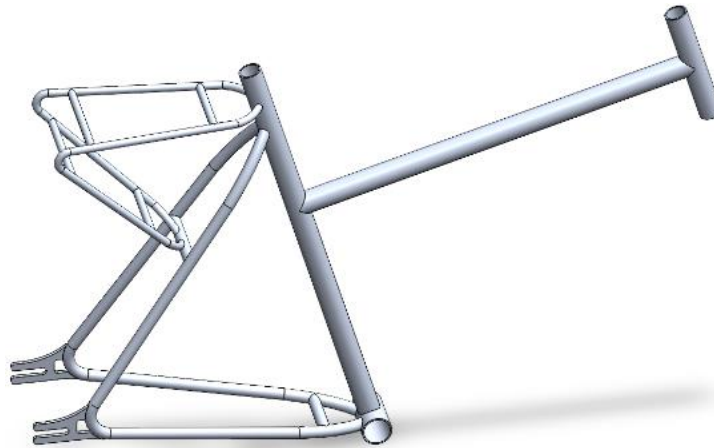
**Figura 43.**

*Segundo diseño.*



*Nota.* Elaboración propia.

**6.2.3.3. Tercer Diseño.** Este diseño es característico por la ausencia del tubo inferior, reduciendo de esta manera el peso del cuadro, además cuenta con una parrilla donde van situados el controlador y la batería. La tubería de vainas, tirantes y parrilla tienen un proceso de doblado. Todos los elementos tienen como método de unión la soldadura.

**Figura 44.***Tercer diseño.**Nota.* Elaboración propia.

**6.2.3.4. Selección del Diseño.** Se realiza una matriz de Pugh para la selección del diseño teniendo en cuenta el número de elementos, seguridad, costo de material y fabricación, estética y facilidad de fabricación, cada uno de estos criterios tiene un porcentaje de relevancia en el diseño final.

**Tabla 11.***Matriz de Pugh - Diseño preliminar.*

Criterio de Selección	Porcentaje	Alternativas					
		Primer diseño		Segundo diseño		Tercer diseño	
Número de elementos	20%	5	1,00	5	1,00	3	0,60
Seguridad	30%	4	1,20	4	1,20	5	1,50
Costo de material y fabricación	20%	5	1,00	5	1,00	4	0,80
Estética	10%	4	0,40	3	0,30	5	0,50
Facilidad de fabricación	20%	5	1,00	5	1,00	4	0,80
<b>Total</b>		<b>4,60</b>		4,50		4,20	

*Nota.* Elaboración propia.

Se selecciona el primer diseño debido a que brinda la mayor relación alternativa/criterio, además su fabricación se puede ejecutar de una forma sencilla y aporta seguridad al ciclista ya que es uno de los cuadros en bicicletas eléctricas más usados.

### 6.3. Diseño en Detalle

#### 6.3.1. Diseño del Cuadro

En esta sección se realiza el proceso de diseño en detalle del cuadro, teniendo en cuenta factores como el material, método de unión, geometría y peso. A continuación, se realiza la selección de estos factores.

**6.3.1.1. Elección del Material.** Los materiales más comunes son el aluminio, acero y carbono, debido a que son materiales de alta resistencia con una gran relación peso/rigidez, estos son seleccionados dependiendo del uso y tipo bicicleta. Para la selección del material adecuado en el diseño del cuadro, se realiza una matriz de Pugh con los siguientes criterios de selección: resistencia, baja densidad, bajo costo, facilidad de fabricación.

**Tabla 12.**

*Matriz de Pugh - Selección del tipo material del cuadro.*

Criterio de Selección	Porcentaje	Alternativas					
		Aluminio		Acero		Carbono	
Resistencia	30%	4	1,20	5	1,50	3	0,90
Baja densidad	30%	4	1,20	2	0,60	5	1,50
Bajo costo	20%	4	0,80	5	1,00	2	0,40
Facilidad de fabricación	20%	5	1,00	5	1,00	2	0,40
	<b>Total</b>	<b>4,20</b>		4,10		3,20	

*Nota.* Elaboración propia.

Se seleccionó el aluminio debido a su baja densidad, costo facilidad de fabricación y ofrece alta resistencia a la bicicleta, además es el material más empleado de la actualidad en las bicicletas urbanas.

El aluminio es un metal no ferromagnético que tiene una baja densidad de 2700 kg/cm<sup>3</sup> y una alta resistencia a la corrosión, sin embargo, tiene una baja resistencia mecánica comparado a los demás materiales para cuadros de bicicleta, por esto se emplean las aleaciones de aluminio con tratamientos térmicos para aumentar dicha resistencia mecánica. Las aleaciones de aluminio se dividen en 8 grupos, sin embargo, solo 3 de estos son empleados en la fabricación de cuadros de bicicleta debido a su resistencia a la tracción posterior al tratamiento térmico:

- Serie 2XXX: Se compone de aluminio y cobre, tiene una alta resistencia mecánica y con un adecuado tratamiento térmico su resistencia a la tracción puede alcanzar los 400 MPa, no obstante, no es tan empleado en bicicletas debido a su alto costo.
- Serie 6XXX: Se compone de aluminio, magnesio y silicio, esta aleación ofrece la menor resistencia, sin embargo, facilita el método de unión por soldadura y la maquinabilidad. Con un adecuado tratamiento térmico su resistencia a la tracción puede alcanzar valores de 290 MPa. Las aleaciones más empleadas para cuadros de esta serie son: 6061 y 6063.
- Serie 7XXX: Se compone de aluminio y zinc, esta aleación ofrece una gran resistencia, pero genera dificultades al método de unión por soldadura y la maquinabilidad. Con un adecuado tratamiento térmico su resistencia a la tracción puede alcanzar valores de 504 MPa. La aleación más empleada para cuadros de esta serie es la 7005.

Para la selección del material adecuado en el diseño del cuadro, se realiza una matriz de Pugh con los siguientes criterios de selección: resistencia a la tracción, soldabilidad, maquinabilidad y costo.

**Tabla 13.**

*Matriz de Pugh - Selección del material del cuadro.*

Criterio de Selección	Porcentaje	Alternativas					
		Serie 2XXX		Serie 6XXX		Serie 7XXX	
Resistencia a la tracción	30%	4	1,20	3	0,90	5	1,50
Soldabilidad	30%	3	0,90	5	1,50	2	0,60
Maquinabilidad	30%	3	0,90	5	1,50	2	0,60
Costo	10%	1	0,10	4	0,40	2	0,20
	<b>Total</b>	3,10		<b>4,30</b>		2,90	

*Nota.* Elaboración propia.

Se seleccionó la aleación de aluminio 6061 con un tratamiento térmico T6 debido a su elevada soldabilidad y maquinabilidad, además de buena resistencia a la tracción y bajo costo. A continuación, se presenta la composición química y propiedades de esta aleación.

**Tabla 14.**

*Propiedades mecánicas y composición química de Aluminio 6061-T6.*

Mechanical Properties	Metric	English	Component Elements Properties	Metric
Hardness, Brinell	95	95	Aluminum, Al	95.8 - 98.6 %
Hardness, Knoop	120	120	Chromium, Cr	0.04 - 0.35 %
Hardness, Rockwell A	40	40	Copper, Cu	0.15 - 0.40 %
Hardness, Rockwell B	60	60	Iron, Fe	<= 0.70 %
Hardness, Vickers	107	107	Magnesium, Mg	0.80 - 1.2 %
Tensile Strength, Ultimate	<u>310</u> MPa	<u>45000</u> psi	Manganese, Mn	<= 0.15 %
Tensile Strength, Yield	<u>276</u> MPa	<u>40000</u> psi	Other, each	<= 0.05 %
Elongation at Break	17 %	17 %	Other, total	<= 0.15 %
Modulus of Elasticity	<u>68.9</u> GPa	<u>10000</u> ksi	Silicon, Si	0.40 - 0.80 %
Notched Tensile Strength	<u>324</u> MPa	<u>47000</u> psi	Titanium, Ti	<= 0.15 %
Ultimate Bearing Strength	<u>607</u> MPa	<u>88000</u> psi	Zinc, Zn	<= 0.25 %
Bearing Yield Strength	<u>386</u> MPa	<u>56000</u> psi		
Poissons Ratio	0.33	0.33		
Fatigue Strength	<u>96.5</u> MPa	<u>14000</u> psi		
	@# of Cycles 5.00e+8	@# of Cycles 5.00e+8		
Fracture Toughness	<u>29.0</u> MPa-m <sup>1/2</sup>	<u>26.4</u> ksi-in <sup>1/2</sup>		
Machinability	50 %	50 %		
Shear Modulus	<u>26.0</u> GPa	<u>3770</u> ksi		

*Nota.* Tomado de MatWeb.

**6.3.1.2. Método de Unión.** Para la fabricación de todo tipo elementos, dispositivos y estructuras es de gran importancia definir el método de unión. Existen gran variedad de métodos de unión con diferentes ventajas y desventajas con relación a las necesidades de cada diseño. Estos se dividen en dos grandes grupos: temporales y permanentes.

En este proyecto se empleará un método de unión permanente, las uniones fijas más comunes son: la soldadura, los remaches y los adhesivos. Con el fin de obtener una mejor calidad y durabilidad se selecciona la soldadura como método de unión.

Entre los métodos de soldadura se encuentran: por arco, láser, resistencia o por punto y con gas. Para este proyecto se utilizará la soldadura por arco, ya que el arco eléctrico generado por esta proporciona suficiente calor para fundir la aleación seleccionada y además brinda mayor control de los parámetros de soldadura. A continuación, se resumen los procesos de soldadura por arco GTAW, MIG y SMAW.

- **Proceso de soldadura GTAW (TIG):** Es el más utilizado en las aleaciones de aluminio, en este método se emplea un electrodo no consumible de tungsteno con protección de gas. Este proceso permite controlar la potencia suministrada, manteniendo la intensidad constante y voltaje variable la polaridad negativa en el electrodo.
- **Proceso de soldadura MIG:** Este método mantiene el voltaje constante y la intensidad variable. El proceso se puede realizar por dos tipos: transferencia por arco spray y transferencia por arco corto.
- **Proceso de soldadura SMAW:** En este método mantiene el voltaje y la intensidad es variable. Esta técnica emplea un electrodo revestido para fundir y unir los metales, sin embargo, no es recomendada para aleaciones de aluminio debido la escoria que genera este proceso.

Para la selección del proceso de soldadura a utilizar, se realiza una matriz de Pugh con los siguientes criterios de selección: calidad, precisión, durabilidad y bajo costo.

**Tabla 15.**

*Matriz de Pugh - Selección de proceso de soldadura.*

Criterio de Selección	Porcentaje	Alternativas					
		GTAW (TIG)		MIG		SMAW	
Calidad	30%	5	1,50	4	1,20	3	0,90
Precisión	20%	5	1,00	4	0,80	4	0,80
Durabilidad	30%	5	1,50	4	1,20	2	0,60
Bajo Costo	20%	3	0,60	4	0,80	5	1,00
<b>Total</b>		<b>4,60</b>		4,00		3,30	

*Nota.* Elaboración propia.

Se selecciona la soldadura por arco GTAW o TIG debido a su elevada calidad y precisión, además esta presenta la mayor durabilidad. Este tipo de soldadura suele emplearse mayormente para unir metales con espesor reducido (de 2 a 5 mm). Algunos de los pasos a tener en cuenta para realizar una soldadura TIG son: limpieza, elección del gas protector (generalmente se emplea argón puro) y el material de aporte, la varilla de aporte más utilizada para soldar el aluminio y sus aleaciones es la varilla de aleación de aluminio ER4043.

Además, se debe seleccionar el electrodo de tungsteno, el cual es el encargado de producir el arco eléctrico que funde los metales, por lo tanto, debe soportar las corrientes eléctricas y altas temperaturas. La selección del electrodo afecta la calidad y durabilidad de la soldadura, este depende principalmente del tipo de corriente a utilizar.

**Tabla 16.**

*Electrodos de tungsteno usados para aluminio.*

Clasificación	Composición	Color	Tipo de corriente
WP	Tungsteno puro	verde	CA
WZ8	0,8 % zirconio	blanco	CA
WL10	1 % lantano	negro	CA / CC-
WL20	2 % lantano	azul	CA / CC-
WC20	2 % cerio	gris	CA / CC-
WS2	Tierras raras	turquesa	CA / CC-

*Nota.* Electrodo de tungsteno usado para aluminio, con su correspondiente código de colores según normas DIN. Tomada de “De máquinas y herramientas”. <https://www.demaquinasyherramientas.com/soldadura/que-tener-en-cuenta-al-soldar-aluminio-con-tig>

**6.3.1.3. Factor de Seguridad.** El factor de seguridad es un criterio importante para garantizar la seguridad y confiabilidad de un diseño, consiste en la relación entre la carga máxima que soporta el diseño y la carga máxima que se aplica. Se puede expresar mediante la ecuación  $N = S_y / \sigma_1$ , donde  $S_y$  es el esfuerzo a la fluencia y  $\sigma_1$  es el esfuerzo al que está sometida la estructura; este factor debe ser mayor a 1 para asegurar que el diseño sea resistente y seguro.

Para determinar el factor de seguridad mínimo para este diseño se utilizarán los factores dados en la Tabla 17 determinando uno de cada categoría y finalmente seleccionando aquel de mayor valor.

**Tabla 17.**

*Valores orientativos de factor de seguridad.*

Información disponible	Fiabilidad de los datos que se disponen	Factor
Ensayos de materiales	El material de diseño ha sido probado en condiciones similares	A= 1.3
	Características mecánicas de probetas del material ensayado.	A= 2
	Datos fiables de tablas y catálogos genéricos de materiales	A= 3
	Datos poco fiables de los cuales no sabemos su procedencia.	A= 5
Condiciones de contorno de utilización de material.	Idénticas condiciones a las del material ensayado	B= 1.3
	La pieza diseñada funcionará en un entorno aislado	B= 2
	Entorno de utilización moderadamente agresivo.	B= 3
	Entorno de utilización muy agresivo.	B= 5
Procedimientos de diseño y modelado analítico utilizados	Han sido probados científicamente mediante experimentos	C= 1.3
	Representan las condiciones de funcionamiento con precisión	C= 2
	Representan las condiciones de funcionamiento aproximadamente	C= 3
	Representan las condiciones de funcionamiento con poca precisión.	C= 5

*Nota.* Selección orientativa de factores de seguridad, para materiales dúctiles. Tomada de “ESingeniería.pro”. <https://esingenieria.pro/como-aplicar-el-factor-de-seguridad-sobre-diseno-mecanico-solidworks/>

Teniendo en cuenta los factores seleccionados anteriormente, se elige por unanimidad un factor de seguridad  $N=3$  el cual se tendrá en cuenta para realizar el diseño.

**6.3.1.4. Modelado CAD.** Con base en los parámetros geométricos iniciales, y teniendo en cuenta la alternativa seleccionada en la sección 6.2.3.4 se realizó el modelado y los estudios estáticos empleando el método de elementos finitos (FEM) para el cuadro utilizando el software de diseño SolidWorks. A continuación, se muestra el diseño del cuadro, donde se emplea la aleación de aluminio 6061-T6 en un perfil tubular, seguidamente se presentan las propiedades físicas del modelo obtenidas por el software.

**Figura 45.**

*Modelado del cuadro en SolidWorks.*



*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 46.**

*Propiedades físicas del cuadro.*

```

Propiedades de masa de 1. Cuadro bicicleta
Configuración: Predeterminado
Sistema de coordenadas: -- predeterminado --

Densidad = 0.00 gramos por milímetro cúbico

Masa = 1280.31 gramos

Volumen = 474187.93 milímetros cúbicos

Área de superficie = 470003.13 milímetros cuadrados

Centro de masa: ( milímetros )
X = -1.47
Y = 304.57
Z = 0.00

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: ( gramos * milímetros cuadrados )
Medido desde el centro de masa.
      lx = ( 0.76, 0.65, 0.00)      Px = 3176672.84
      ly = (-0.65, 0.76, 0.00)      Py = 102182850.35
      lz = ( 0.00, 0.00, 1.00)      Pz = 130205269.06

Momentos de inercia: ( gramos * milímetros cuadrados )
Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.
Lxx = 61205809.82  Lxy = 35078557.03  Lxz = -456.94
lyx = 35078557.03  lyy = 72153713.38  lyz = -13.10
Lzx = -456.94     Lzy = -13.10     Lzz = 130205269.05

Momentos de inercia: ( gramos * milímetros cuadrados )
Medido desde el sistema de coordenadas de salida.
lxx = 179973991.34  lxy = 30604307.54  lxz = -471.38
lyx = 30604307.54  lyy = 72322267.85  lyz = 370.32
lzx = -471.38     lzy = 370.32     lzz = 249142005.05

```

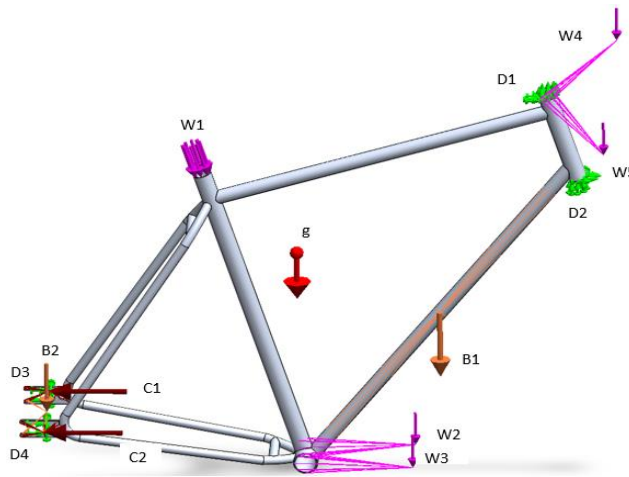
*Nota.* Obtenido de SolidWorks.

**6.3.1.5. Consideraciones para el Estudio.** Para el estudio estático estructural por el método de elementos finitos (FEM), se debe tener en cuenta tanto las condiciones de carga a las cuales estará sometido, los tipos de sujeción de los componentes que serán anexados y

el grado de libertad que estos poseen. En la Figura 47 se muestra la disposición de las cargas y sujeciones ingresados en SolidWorks para realizar la simulación, los cuales se explican más a detalle en la Tabla 18.

**Figura 47.**

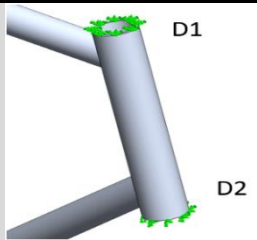
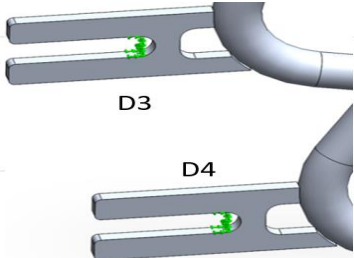
*Disposición de apoyos y cargas en el cuadro.*

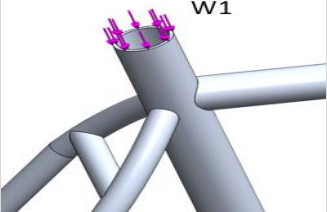
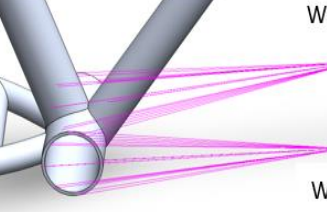
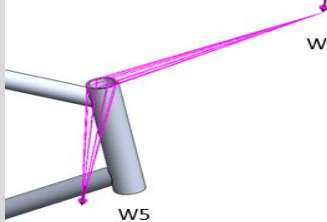
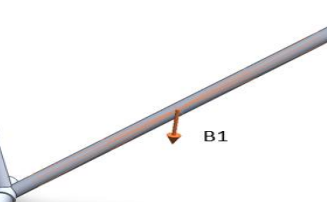
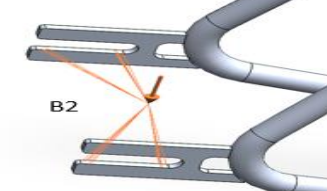
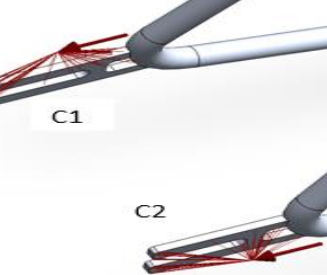



*Nota.* Obtenido de SolidWorks.

**Tabla 18.**

*Disposición de apoyos y cargas del cuadro.*

Tipo	Símbolo y nomenclatura	Descripción	Magnitud [N]
Sujeción		Las caras D1 y D2 del tubo de dirección tienen una sujeción fija; se restringe el movimiento en todos los ejes.	-
Sujeción		En las caras D3 y D4 donde se posiciona el eje trasero se restringe el movimiento en todos los ejes.	-

Carga		<p>En la cara superior del tubo vertical se sitúa la carga W1, la cual hace referencia al peso del ciclista en el asiento.</p>	980 [N]
Carga remota		<p>En las caras exteriores del pedalier se sitúan las cargas W2 y W3, las cuales hacen referencia a la fuerza ejercida por el ciclista en los pedales.</p>	<p>W2: 200 [N] W3: 200 [N]</p>
Carga remota		<p>En la cara superior del tubo vertical se sitúan las cargas W4 y W5, las cuales hacen referencia a la fuerza ejercida por el ciclista en el manillar.</p>	<p>W4: 100 [N] W5: 100 [N]</p>
Carga remota		<p>En el tubo inferior se sitúan el peso de la batería y el controlador.</p>	98 [N]
Carga remota		<p>La carga B2 situada en la mitad del eje trasero esta hace referencia al peso de la llanta con el motor eléctrico.</p>	150 [N]
Carga remota		<p>Las cargas C1 y C2 están situadas en los extremos de eje trasero, estas hacen referencia a la fuerza ejercida por módulo y la carga.</p>	<p>C1: 295 [N] C2: 295 [N]</p>
Fuerza de gravedad		<p>Fuerza de gravedad del sistema.</p>	9,81 [N]

Nota. Elaboración propia.

A continuación, se realiza el mallado del cuadro, el cual es un procedimiento de gran relevancia en el estudio estático debido a que afecta directamente los resultados. En este proceso se genera una malla basada en curvatura con un tamaño de elemento medio para registrar los resultados de la simulación, posteriormente se disminuye el tamaño de elemento y se compara con los resultados de la anterior malla, este ciclo se realiza hasta que la diferencia entre los últimos resultados sea despreciable.

**Figura 48.**

*Mallado del cuadro y detalles de malla.*



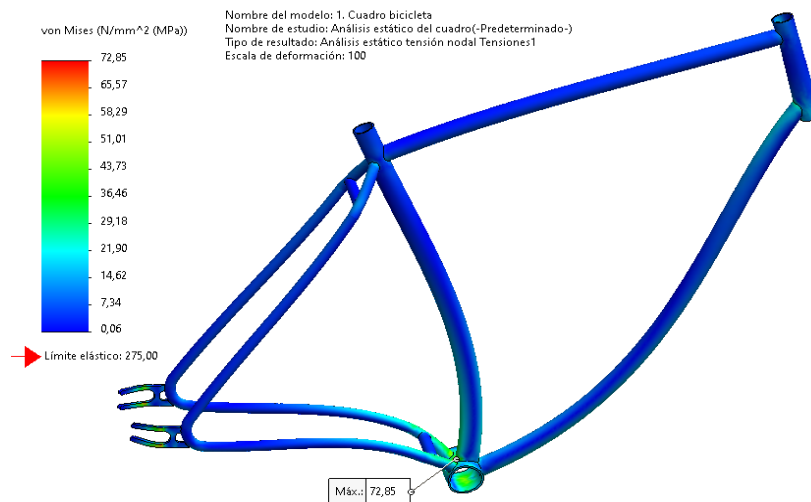
*Nota.* Obtenido de SolidWorks.

### 6.3.1.6. Resultados de Análisis Estático Estructural

**6.3.1.6.1. Esfuerzos.** En los resultados del análisis no se evidencian zonas del cuadro que tenga esfuerzos mayores al límite elástico del Aluminio 6061-T6 de 275 MPa, además se evidencia que la zona con mayor esfuerzo es el tubo del pedalier con 72,85 MPa, esto se debe a que la mayoría de la cargas se proyectan a este punto

**Figura 49.**

*Resultado de tensiones (Von Mises).*

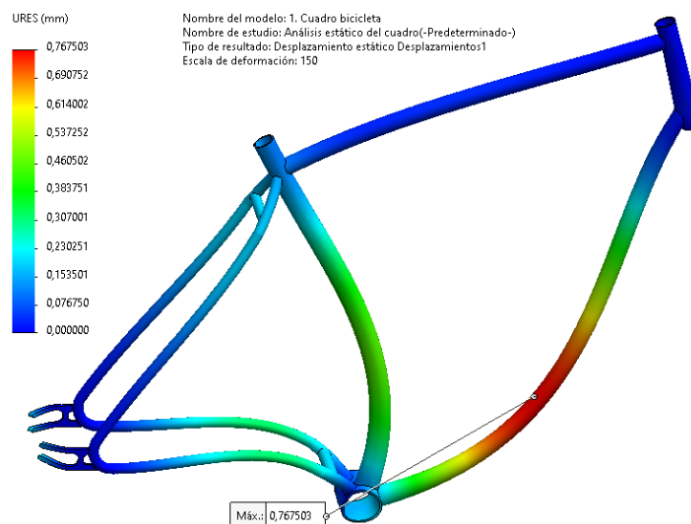


*Nota.* Obtenido de SolidWorks.

**6.3.1.6.2. Desplazamiento.** Se evidencia un desplazamiento máximo de 0,767 mm en el tubo inferior, esto se debe al peso ejercido por batería y el controlador, no se visualizan otros desplazamientos de la misma magnitud.

**Figura 50.**

*Resultado de desplazamientos.*

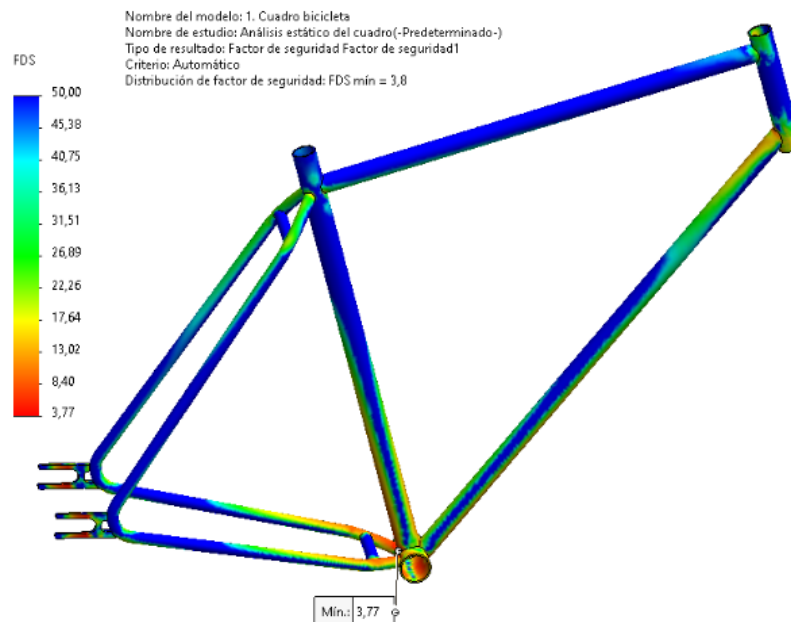


*Nota.* Obtenido de SolidWorks.

**6.3.1.6.3. Factor de Seguridad.** En los resultados del análisis estático se obtuvo un factor de seguridad mínimo de 3.77, el cual es superior al obtenido en la sección 6.3.1.3. Este resultado confirma que el diseño del cuadro es adecuado para las necesidades y requerimientos planteados en este proyecto.

### Figura 51.

*Resultado factor de seguridad.*



*Nota.* Obtenido de SolidWorks.

## 6.3.2. Diseño del Sistema del Módulo de Carga

Para el diseño del sistema del módulo de carga se empleará el mismo material, método de unión y factor de seguridad del cuadro de la bicicleta mostrados en las secciones 6.3.1.1, 6.3.1.2 y 6.3.1.3 respectivamente.

**6.3.2.1. Modelado CAD.** A continuación, se muestra el modelado CAD del módulo de carga en el software de diseño SolidWorks y sus propiedades físicas.

**Figura 52.**

*Modelado del módulo de carga en SolidWorks.*



*Nota.* Obtenido de SolidWorks.

**Figura 53.**

*Propiedades físicas del módulo de carga.*

```

Propiedades de masa de 2. Módulo de carga
Configuración: Predeterminado
Sistema de coordenadas: -- predeterminado --

Densidad = 0.00 gramos por milímetro cúbico

Masa = 5620.89 gramos

Volumen = 2081812.62 milímetros cúbicos

Área de superficie = 1897197.63 milímetros cuadrados

Centro de masa: ( milímetros )
X = -27.64
Y = 35.44
Z = 0.00

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: ( gramos * milímetros cuadrados )
Medido desde el centro de masa.
Ix = ( 1.00, -0.04, 0.00)      Px = 223073142.57
Iy = ( 0.00, 0.00, -1.00)    Py = 397594952.17
Iz = ( 0.04, 1.00, 0.00)    Pz = 558104998.86

Momentos de inercia: ( gramos * milímetros cuadrados )
Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.
Lxx = 223583049.52  Lxy = -13060398.44  Lxz = -23750.56
Lyx = -13060398.44  Lyz = 557595094.85  lyz = -5107.75
Lzx = -23750.56    Lzy = -5107.75    Lzz = 397594949.22

Momentos de inercia: ( gramos * milímetros cuadrados )
Medido desde el sistema de coordenadas de salida.
Ixx = 230644524.15  Ixy = -18566609.59  Ixz = -23432.55
Iyx = -18566609.59  Iyy = 561888583.54  Iyz = -5515.57
Izx = -23432.55    Izy = -5515.57    Izz = 408949912.49

```

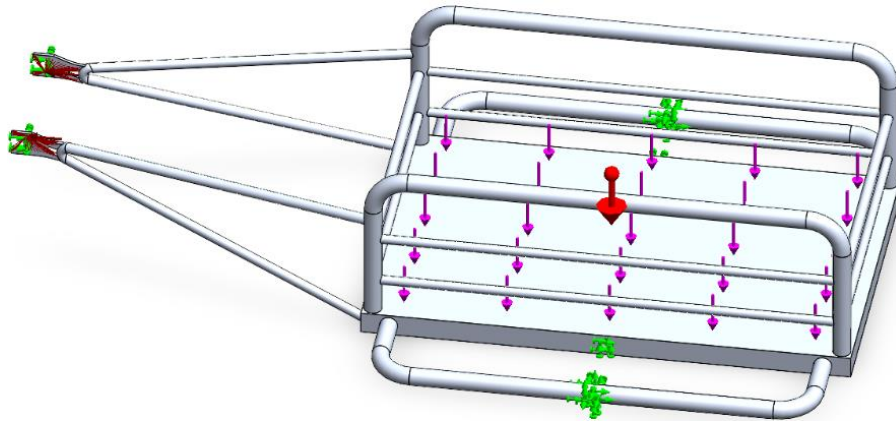
*Nota.* Obtenido de SolidWorks.

**6.3.2.2. Consideraciones para el Estudio.** Para el estudio estático estructural por el método de elementos finitos (FEM), se debe tener en cuenta tanto las condiciones de carga a las cuales estará sometido, los tipos de sujeción de los componentes que serán anexados y el grado de libertad que estos poseen. En la Figura 54 se muestra la disposición de las cargas

y sujeciones ingresados en SolidWorks para realizar la simulación, los cuales se explican más a detalle en la Tabla 19.

**Figura 54.**

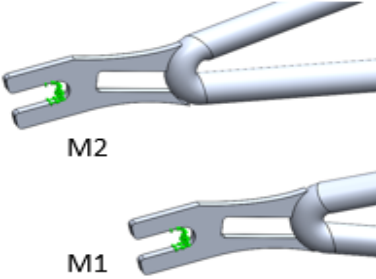
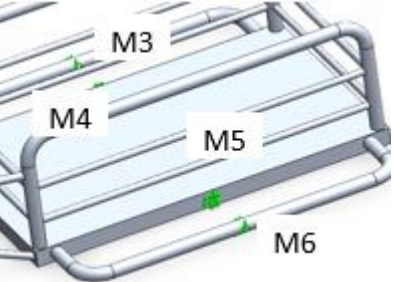
*Disposición de apoyos y cargas en el módulo.*

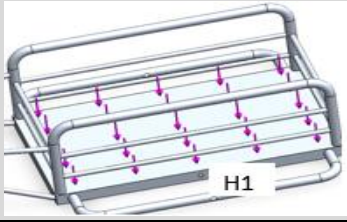
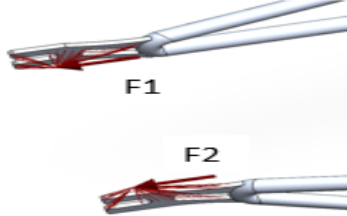
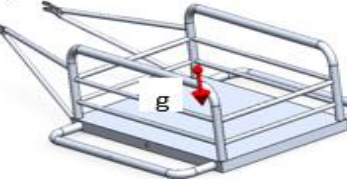


*Nota.* Obtenido de SolidWorks.

**Tabla 19.**

*Disposición de apoyos y cargas en el módulo.*

Tipo	Símbolo y nomenclatura	Descripción	Magnitud [N]
Sujeción	 <p>M2</p> <p>M1</p>	En las caras M1 y M2 donde se posiciona el eje trasero se restringe el movimiento en todos los ejes.	-
Sujeción	 <p>M3</p> <p>M4</p> <p>M5</p> <p>M6</p>	En las caras M3, M4, M5 y M6 donde se posicionan los ejes de las ruedas del módulo de carga se restringe el movimiento en todos los ejes.	-

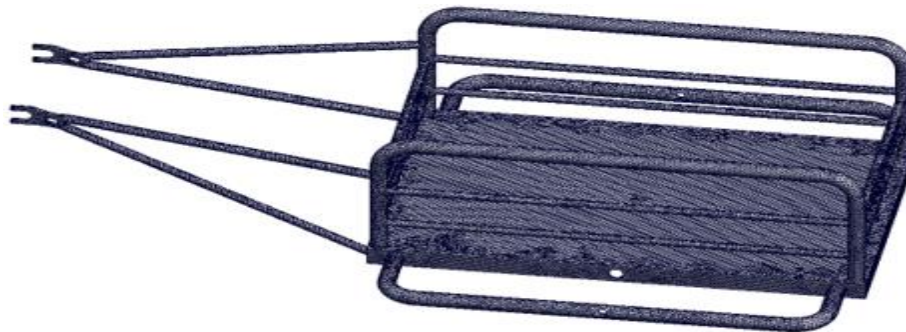
Carga		En la cara H1 se sitúa la fuerza ejercida por la carga transportada en módulo.	530 [N]
Carga remota		Las cargas F1 y F2 están situadas en los extremos de eje trasero, estas hacen referencia a la fuerza de empuje ejercida por bicicleta.	F1: 295 [N] F2: 295 [N]
Fuerza de gravedad		Fuerza de gravedad del sistema.	9,81 [N]

Nota. Elaboración propia.

A continuación, se muestra el mallado del módulo de carga y los detalles de malla, este proceso se realizó con la misma metodología que en el mallado del cuadro.

**Figura 55.**

*Mallado del módulo y detalles de malla.*



Malla Detalles	
Nombre de estudio	Análisis estático Módulo de carga [-Predeterminado-]
Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado	Malla basada en curvatura
Puntos jacobianos para malla de alta calidad	16 puntos
Tamaño máx. de elemento	5,2 mm
Tamaño mín. de elemento	2,3 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Número total de nodos	566533
Número total de elementos	292547
Cociente máximo de aspecto	250,76

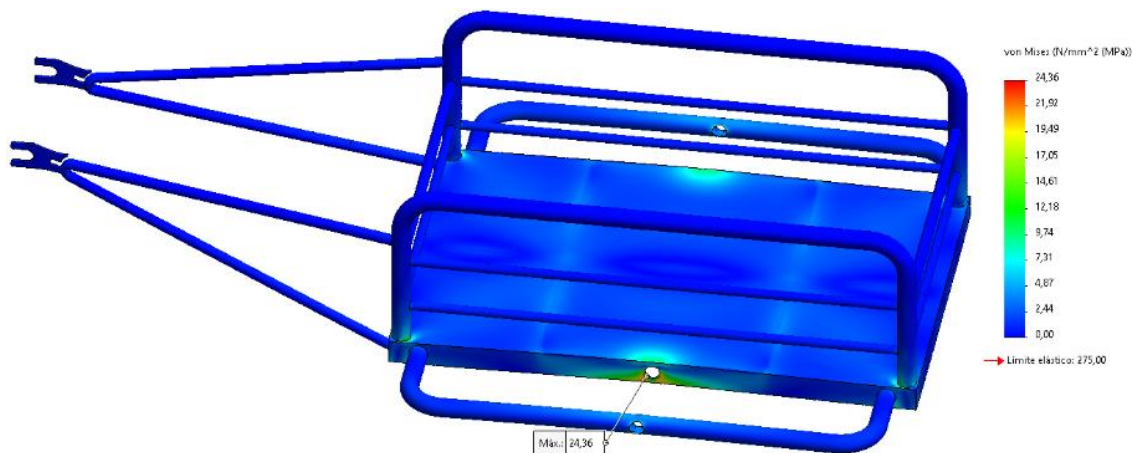
Nota. Obtenido de SolidWorks.

### 6.3.2.3. Resultados del Análisis Estático Estructural

**6.3.2.3.1. Esfuerzos.** En los resultados del análisis no se evidencian zonas del cuadro que tenga esfuerzos mayores al límite elástico del Aluminio 6061-T6 de 275 MPa, además se evidencia que la zona con mayor esfuerzo es en el eje de la rueda del módulo con 24,36 MPa, esto se debe al peso de la carga transportada.

#### Figura 56.

*Resultado de tensiones (Von Mises).*

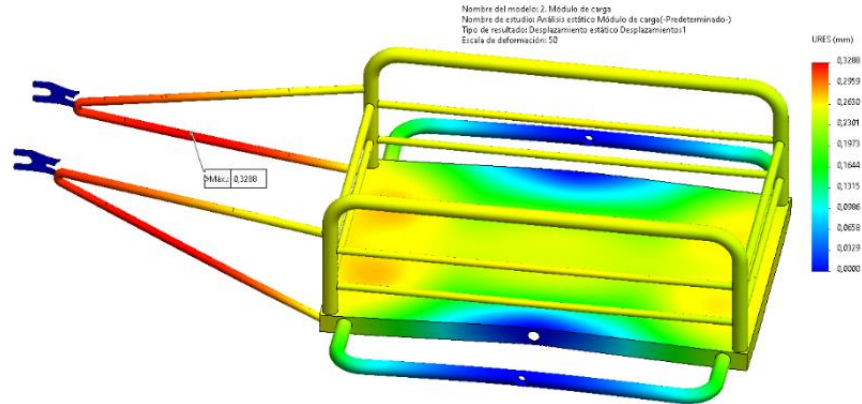


*Nota.* Obtenido de SolidWorks.

**6.3.2.3.2. Desplazamiento.** Se evidencia un desplazamiento máximo de 0,3288 mm en los soportes para la unión al eje trasero, esto se debe al peso ejercido por la carga y la fuerza de empuje de la bicicleta, no se visualizan otros desplazamientos de la misma magnitud.

**Figura 57.**

*Resultado de desplazamientos.*

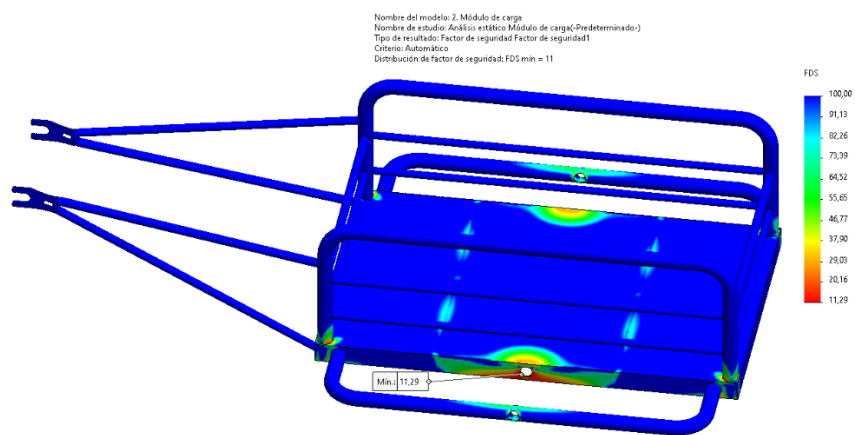


*Nota.* Obtenido de SolidWorks.

**6.3.2.3.3. Factor de Seguridad.** En los resultados del análisis estático se obtuvo un factor de seguridad mínimo de 11.29, el cual es significativamente superior al obtenido en la sección 6.3.1.3. Este resultado confirma que el diseño del módulo de carga es adecuado para las necesidades y requerimientos planteados en este proyecto.

**Figura 58.**

*Resultado factor de seguridad.*



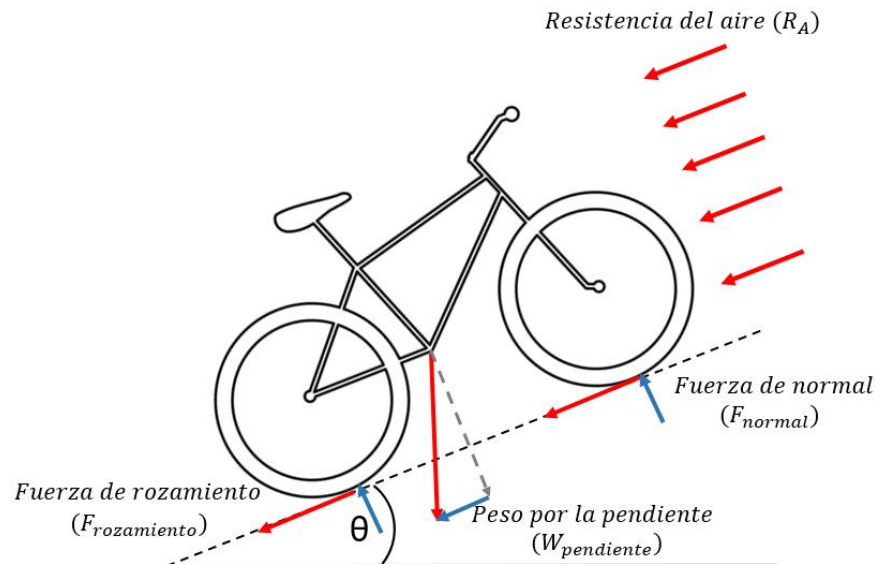
*Nota.* Obtenido de SolidWorks.

### 6.3.3. Diseño del Sistema de Potencia Eléctrico.

**6.3.3.1. Cálculo de la Potencia y Torque Requeridos.** Para diseñar del sistema eléctrico es necesario conocer la potencia y el torque requerido por la bicicleta. Para ello se realizará un análisis de las fuerzas que actúan en el sistema (Figura 59), posteriormente se darán los datos de partida para el desarrollo de los cálculos (Tabla 20), y finalmente se mostrarán los resultados obtenidos de las variables evaluadas (Tabla 21). En este análisis no se tendrá en cuenta la fuerza necesaria para realizar el arranque por la función del motor de pedaleo asistido que se explica en la sección 4.2.2.1.

#### Figura 59.

*Diagrama de fuerzas que actúan sobre la bicicleta.*



*Nota.* Elaboración propia.

Con base en el diagrama anterior las fuerzas que actúan sobre la bicicleta son:

- **Fuerza normal:** Es la fuerza que ejerce cuando dos cuerpos entran en contacto, en este caso el suelo y las ruedas de la bicicleta. Esta se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$F_{normal} = M_{total} * g \quad \text{[Ecuación 1]}$$

- Fuerza de Rozamiento de rodadura: Es la resistencia que se produce cuando un objeto redondo o esférico rueda sobre una superficie plana, esta es causada principalmente por la deformación del objeto, pero también puede ser afectada por la presión del neumático y la temperatura. Esta se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$F_{rozamiento} = C_r * F_{normal} \quad \text{[Ecuación 2]}$$

- Peso por la pendiente: Es la resistencia que se produce cuando un objeto se desplaza sobre una pendiente. Esta se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$W_{pendiente} = M_{total} * g * \sin(\theta) \quad \text{[Ecuación 3]}$$

- Resistencia Aerodinámica: Es la fuerza de oposición al movimiento que produce el aire a un cuerpo en movimiento. Esta se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$R_{Aerodinámica} = \frac{1}{2} * \rho_{aire} * C_D * A_f * v_{máx}^2 \quad \text{[Ecuación 6]}$$

- Potencia: Es la cantidad de trabajo realizado por un sistema por unidad de tiempo. Esta se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Pot_{Requerida} = F_{total} * v_{máx} \quad \text{[Ecuación 7]}$$

- Torque: Es la fuerza aplicada en palanca para hacer girar un objeto, es decir la resultante de la fuerza aplicada por la distancia al eje de rotación del objeto. Esta se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$T_{Requerido} = F_{total} * R_{rt} \quad \text{[Ecuación 8]}$$

Para realizar los cálculos correspondientes se tuvieron en cuenta los siguientes valores de entrada:

**Tabla 20.**

*Datos de entrada para el cálculo de potencia y torque requeridos.*

Datos de Entrada				
Parámetro	Símbolo	Valor	Unidades	Fuente
Masa Bicicleta	$M_{bicicleta}$	24	kg	Ley para bicicleta
Masa Usuario	$M_{usuario}$	100	kg	Parámetros de Diseño
Masa Módulo	$M_{módulo}$	60	kg	Parámetros de Diseño
Gravedad	$g$	9,81	m/s <sup>2</sup>	Valor estándar
Coefficiente de resistencia aerodinámico	$C_D$	0,5		J. Lin, N. Schofield y A. Emadi
Coefficiente de fricción en las ruedas	$C_r$	0,014		Ingeniería de la bicicleta
Densidad del aire	$\rho$	1,23	kg/m <sup>3</sup>	J. X. Aguado
Área frontal de la bicicleta	$A_F$	0,5	m <sup>2</sup>	Parámetros de Diseño
Relación de transmisión	$n$	1		Por la ubicación del motor
Radio de la rueda trasera	$R_{rt}$	0,3302	m	Catálogo
Masa de la rueda trasera	$M_{rt}$	12	kg	Catálogo
Radio de la rueda delantera	$R_{rd}$	0,3302	m	Catálogo
Masa de la rueda delantera	$M_{rd}$	1,2	kg	Catálogo
Velocidad máxima	$V_{máx}$	25	km/h	Ley para bicicleta
Ángulo de inclinación	$\theta$	0	°	A. M. Téllez, R. M. Martínez.

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 21.**

*Resultados cálculo de potencia y torque requeridos.*

Resultados			
Parámetro	Símbolo	Valor	Unidades
Masa Total	$M_{total}$	184	kg
Fuerza normal	$F_{Normal}$	1805	N
Fuerza de rozamiento	$F_{Rozamiento}$	25,27	N
Peso por la pendiente	$W_{pendiente}$	0	N
Resistencia Aerodinámica	$R_{Aerodinámica}$	7,415	N
Fuerza total	$F_{Total}$	32,69	N
<b>Potencia Requerida</b>	$Pot_{Requerida}$	<b>227</b>	<b>W</b>
<b>Torque requerido</b>	$T_{Requerido}$	<b>10,79</b>	<b>N*m</b>

*Nota.* Elaboración propia.

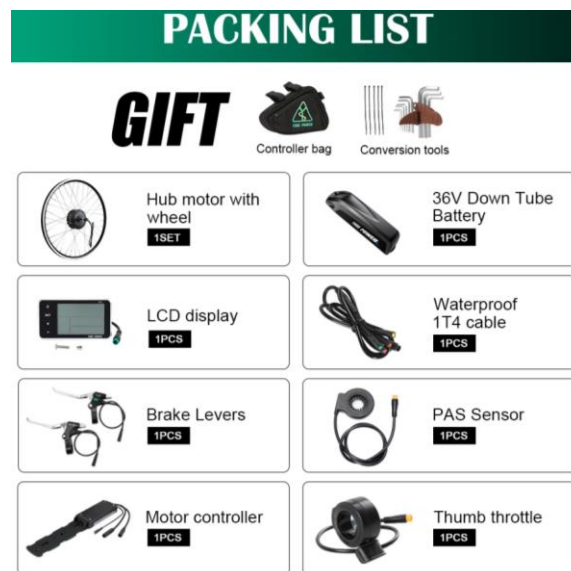
Se obtuvo una Potencia requerida de 227 Watts y un torque requerido de 10,79 Newtons por metro, con estos datos se procederá a seleccionar el motor eléctrico.

**6.3.3.2. Selección del Kit Eléctrico para Bicicleta.** Con base en los datos de potencia y torque calculados anteriormente se establece como parámetros para la selección del motor eléctrico, una potencia de 350W y una rueda de 26 pulgadas. Posteriormente, se seleccionó

el kit conversión bicicleta eléctrica con motor eléctrico en la rueda trasera 36v - 350w - 26" y 45 Newton por metro, cuya ficha técnica y especificaciones se encuentran en el Apéndice D.

### Figura 60.

*Kit para bicicleta eléctrica seleccionado.*



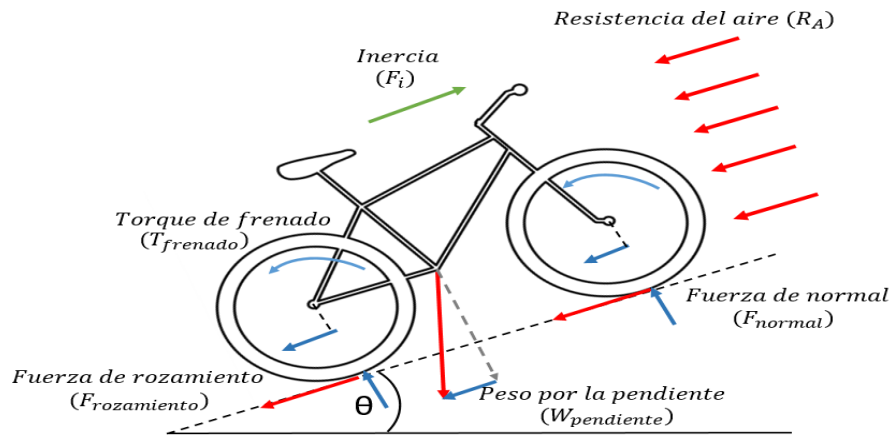
*Nota.* kit bicicleta electrica 36v 350w 26" motor electrico para bicicleta kit electrico bicicleta kit bicicleta electrica 26" kit conversion bicicleta electrica motor electrico brushless motor bicicletas eléctricas. Tomada de "Aliexpress". <https://es.aliexpress.com/item/4000895125893.html>

#### 6.3.4. Diseño del Sistema de Transmisión y Frenado.

**6.3.4.1. Cálculo de la Fuerza de Frenado y Torque Requeridos.** Para diseñar el sistema de frenado es necesario conocer la fuerza y el torque de frenado requerido por la bicicleta, adicionalmente, con estos datos se determina el diámetro del disco de frenado. Para ello se realizará un análisis de las fuerzas que actúan en el sistema (Figura 61), posteriormente se darán los datos de partida para el desarrollo de los cálculos (Tabla 22), y finalmente se mostrarán los resultados obtenidos de las variables evaluadas (Tabla 23).

**Figura 61.**

*Diagrama de Fuerzas que influyen en el frenado.*



*Nota.* Elaboración propia.

Con base en el diagrama anterior, las fuerzas que actúan sobre la bicicleta son las descritas en la sección 6.3.3.1 y las fuerzas influyen en el frenado son:

- **Inercia:** Es la resistencia que opone un cuerpo a los cambios de velocidad, en este caso la resistencia que opone la bicicleta a detenerse. Esta se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$I = M_{total} * a_{frenado} \quad [\text{Ecuación 9}]$$

Así mismo, para calcular la desaceleración en el frenado se tiene la siguiente ecuación:

$$a_{frenado} = \frac{v_{final} - v_{m\acute{a}x}}{t} \quad [\text{Ecuación 10}]$$

- **Fuerza de frenado:** Es la fuerza requerida para detener el vehículo. En este caso, esta se calcula mediante la siguiente ecuación de sumatoria de fuerzas:

$$I = F_{rozamiento} + R_{Aerodin\acute{a}mica} + F_{frenado} \quad [\text{Ecuación 11}]$$

- **Fuerza en el disco:** Es la fuerza aplicada en el disco para detener el vehículo. Esta se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$F_{disco} = \frac{F_{frenado}}{2 * \mu} \quad [\text{Ecuación 12}]$$

- Torque de frenado en la rueda: Es el torque aplicado sobre la rueda para detener el vehículo. Este se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$T_{frenado,r} = 0,5 * D_{rueda} * \frac{F_{frenado}}{2} \quad [\text{Ecuación 13}]$$

Con el fin de relacionar el torque de frenado en la rueda con el disco de frenado se emplea la siguiente ecuación:

$$T_{frenado,r} = \frac{P_{m\acute{a}x} * \theta * \mu}{16} * \left[ \left( \frac{D_{ext}}{2} \right)^3 - \left( \frac{D_{int}}{2} \right)^3 \right] * 2 \quad [\text{Ecuación 14}]$$

- Torque de frenado en el disco: Es el torque aplicado en el disco para detener el vehículo. Esta se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$T_{frenado,d} = 0,5 * D_{ext} * \frac{F_{frenado}}{2} \quad [\text{Ecuación 15}]$$

Para realizar los cálculos correspondientes se tuvieron en cuenta los siguientes valores de entrada:

**Tabla 22.**

*Datos de entrada para el cálculo de los frenos.*

Datos de Entrada				
Parámetro	Símbolo	Valor	Unidades	Fuente
Masa Total	$M_{total}$	184	kg	Parámetros de diseño
Fuerza normal	$F_{Normal}$	1805	N	Cálculos del proyecto
Fuerza de rozamiento	$F_{Rozamiento}$	25,27	N	Cálculos del proyecto
Peso por la pendiente	$W_{Pendiente}$	0	N	Cálculos del proyecto
Resistencia Aerodinámica	$R_{Aerodinámica}$	7,415	N	Cálculos del proyecto
Velocidad máxima	$V_{m\acute{a}x}$	25	km/h	Ley para bicicleta
Velocidad final	$V_{final}$	0	km/h	Parámetro de diseño
Tiempo de frenado	$t_{frenado}$	3	s	Parámetro de diseño
Diámetro de la rueda	$D_{rueda}$	26	in	Catálogo
Relación de diámetros del disco	$D_{int}/D_{ext}$	0,577		A. M. Téllez, R. M. Martínez.
Presión máxima en el disco	$P_{m\acute{a}x}$	4	MPa	J. D. Chamba, D. F. Jaramillo
Coefficiente de fricción entre la pastilla y el disco	$\mu$	0.3		A. M. Téllez, R. M. Martínez.
Ángulo de contacto de las pastillas	$\theta$	°		A. M. Téllez, R. M. Martínez.

*Nota.* Elaboración propia.



### 6.3.5. *Diseño de la Horquilla con Suspensión*

Con base en las dimensiones del cuadro, se establece como parámetros de selección, un tubo de 1” de diámetro y un tamaño para una rueda de 26”. Posteriormente, se seleccionó la horquilla con suspensión neumática 26” Bolany, cuya ficha técnica y especificaciones se encuentran en el Apéndice D.

#### **Figura 63.**

*Horquilla con suspensión seleccionada.*



*Nota.* Bolany-Horquilla de suspensión para bicicleta de aleación de magnesio, accesorio para bici de montaña, mountain bike, MTB, 26, 27.5 o 29 pulgadas, 32 RL 100mm. Tomada de “Shopee”. [https://shopee.com.co/product/471809217/14975684582?gclid=Cj0KCQjww4-hBhCtARIsAC9gR3ZgAM7nASU2qVGxq4zLn7EAYGbb-Ne67HaljtMBZpPCE4aZ8cEr6x0aAisVEALw\\_wcB](https://shopee.com.co/product/471809217/14975684582?gclid=Cj0KCQjww4-hBhCtARIsAC9gR3ZgAM7nASU2qVGxq4zLn7EAYGbb-Ne67HaljtMBZpPCE4aZ8cEr6x0aAisVEALw_wcB)

Se seleccionan los componentes principales mostrados anteriormente y los accesorios de la bicicleta se pueden visualizar en el Apéndice D. Como resultado del proceso de diseño se obtiene la bicicleta eléctrica con un módulo de transporte de carga removible (BEM) cuya ficha técnica y planos de manufactura se encuentran los Apéndices E y H respectivamente.

**Figura 64.**

*Modelo de la bicicleta eléctrica con un módulo de transporte de carga (BEM).*



*Nota.* Elaboración propia.

## 7. Fase de Procesos de Manufactura y Producción

Para esta fase se realizaron los planos con indicaciones detalladas y las fichas que describen el adecuado proceso de manufactura y producción. A continuación, se presenta una lista de materiales necesarios para la manufactura del cuadro de la bicicleta y módulo de transporte de carga.

### 7.1. Lista de Materiales para el Cuadro y el Módulo

En la tabla 24 se presentan los materiales con las dimensiones necesarias, todos los materiales serán de Aleación de Aluminio 6061-T6 como se indica en el proceso de diseño.

**Tabla 24.**

*Lista de materiales para el cuadro y módulo de transporte de carga.*

Lista de Materiales		
Tipo	Descripción	Longitud/ AnchoxLargo
	Tubería de perfil circular diámetro 38,8 mm, espesor de 2mm	6,8 cm
	Tubería de perfil circular diámetro 29,4 mm, espesor de 2mm	73,3 cm

	Tubería de perfil circular diámetro 24 mm, espesor de 2mm	1,245 m
Tubería	Tubería de perfil circular diámetro 15 mm, espesor de 2mm	3,852 m
	Tubería de perfil circular diámetro 25,4 mm, espesor de 2mm	2,974 m
	Tubería de perfil circular diámetro 12.7 mm, espesor de 2mm	4,2 m
	Lámina con espesor 5 mm	30,2 x 3,6 cm
Lámina	Lámina con espesor 3 mm	88,8 x 2,9 cm
	Lámina con espesor 3 mm	70 x 54,6 cm

*Nota.* Elaboración propia.

## 7.2. Fichas de Proceso de Manufactura y Producción

Para reducir el riesgo de error en el proceso de manufactura y producción se elaboraron fichas que describen el proceso de manufactura, las cuales son compatibles con las especificaciones de fabricación y soldadura dadas en los planos de la bicicleta. A continuación, se describen las fichas de manufactura y producción de la bicicleta (Apéndices E).

- 1. Ficha Técnica N° F01:** Describe el costo y las características técnicas de la bicicleta eléctrica.
- 2. Ficha Componentes Bicicleta Eléctrica N° F02:** Describe los componentes de la bicicleta eléctrica con su respectiva codificación, cantidad y fabricante.
- 3. Ficha Manufactura N° F03:** Describe las instrucciones para la fabricación y manufactura de la bicicleta eléctrica con su respectiva codificación.
- 4. Ficha Componentes Bicicleta Eléctrica N° F03.1.1:** Describe los componentes del cuadro de aleación de aluminio 6061-T6 con sus respectivas dimensiones y codificación.
- 5. Ficha Instrucciones Manufactura N° F03.1.2:** Describe las instrucciones para la manufactura del cuadro para la bicicleta eléctrica con su respectiva codificación.

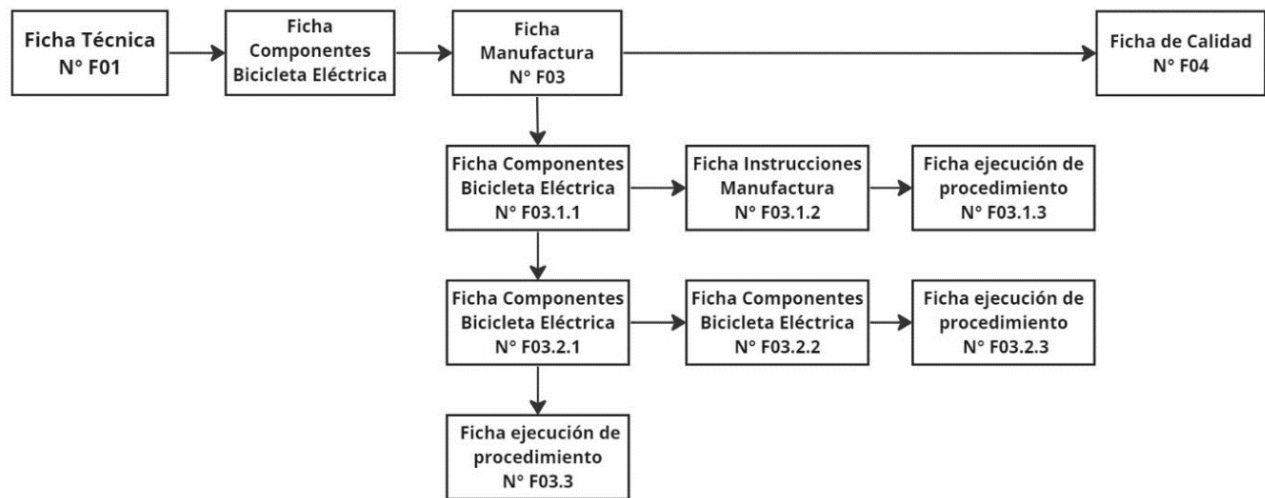
- 6. Ficha ejecución de procedimiento N° F03.1.3:** Estas son un conjunto de 10 fichas que describen la ejecución detallada de los procedimientos de manufactura del cuadro con su respectiva codificación, compatibilidad con los diversos componentes y los equipos, herramientas, instrumentos y materiales requeridos.
- 7. Ficha Componentes Bicicleta Eléctrica N° F03.2.1:** Describe los componentes del módulo de transporte de carga de aleación de aluminio 6061-T6 con sus respectivas dimensiones y codificación.
- 8. Ficha Componentes Bicicleta Eléctrica N° F03.2.2:** Describe las instrucciones para la manufactura del módulo de transporte de carga con su respectiva codificación.
- 9. Ficha ejecución de procedimiento N° F03.2.3:** Estas son un conjunto de 13 fichas que describen la ejecución detallada de los procedimientos de manufactura del módulo de transporte de carga con su respectiva codificación, compatibilidad con los diversos componentes y los equipos, herramientas, instrumentos y materiales requeridos.
- 10. Ficha ejecución de procedimiento N° F03.3:** Describe las instrucciones para el ensamble de los sistemas restantes de la bicicleta eléctrica con su respectiva codificación, compatibilidad con los diversos componentes y los equipos, herramientas, instrumentos y materiales requeridos.
- 11. Ficha de Calidad N° F04:** Describe las pruebas de calidad a realizar para verificar el correcto funcionamiento de la bicicleta eléctrica con el módulo de carga con su respectiva codificación.

**12. Ficha de procedimiento de pruebas de calidad N°F04.1:** Describe la prueba de cargas para verificar el funcionamiento del cuadro de la bicicleta según la norma ISO 4210-6: Métodos de ensayo del cuadro.

**13. Ficha de procedimiento de pruebas de calidad N°F04.2:** Describe la prueba de conducción y carga para la bicicleta eléctrica con el módulo de carga.

**Figura 65.**

*Diagrama de procesos para la manufactura de la bicicleta.*



*Nota.* Elaboración propia.

### 7.2.1. Codificación

La codificación empleada para la organización de procedimientos de manufactura, ensamble, soldadura, pruebas de calidad etc., es la siguiente:

**F:** Procedimiento de fabricación.

**PF:** Procedimiento de perforado de agujeros.

**C:** Procedimiento de corte.

**S:** Procedimiento de soldadura.

**D:** Procedimiento de doblado.

**L:** Procedimiento de limpieza.

**PL:** Procedimiento de pulido de superficies.

**A:** Procedimiento de armado.

**CB:** Procedimiento de corte de boca de pez.

**PT:** Procedimiento de aplicación anticorrosivo.

**CP:** Procedimiento corte por plasma.

**E:** Procedimiento de ensamble.

**CA:** Procedimiento de prueba de calidad.

### 7.2.2. Principales Procesos de Manufactura de la Bicicleta Eléctrica con el Módulo

En la Ficha Manufactura N° F03 se describen los principales procesos de manufactura para la fabricación de la bicicleta eléctrica con su módulo de transporte de carga.

**Tabla 25.**

*Principales procesos de manufactura de la bicicleta.*

Código actividad	Tipo de actividad	Descripción
F-01	F	Fabricación del cuadro para bicicleta
F-02	F	Fabricación del módulo de carga
E-01	E	Ensamble de las ruedas al módulo de carga
A-01	A	Armado de las llantas de la bicicleta
E-02	E	Ensamble de la suspensión y dirección
E-03	E	Ensamble del sistema de propulsión eléctrico
E-04	E	Ensamble del sistema de transmisión
E-05	E	Ensamble del sistema de frenado
E-06	E	Ensamble del sillín y la tija
E-07	E	Ensamble accesorios
E-08	E	Ensamble del módulo de carga a la bicicleta

*Nota.* Elaboración propia.

## 8. Estudio Técnico Económico

Para evaluar la viabilidad de la manufactura y el proceso de producción de la bicicleta eléctrica con un módulo de transporte de carga, se realiza un estudio técnico económico. Para

este se debe tener en cuenta el costo de los materiales requeridos para fabricar el cuadro, el módulo de carga y sus costos de ensamble, es decir, costos de corte, doblado y soldadura. Además, se tiene en cuenta el costo de los componentes comerciales que conforman los demás sistemas de la bicicleta.

**Tabla 26.**

*Lista de costo de materiales cuadro y módulo de transporte de carga.*

Lista de Costo de Materiales Cuadro y Módulo de Transporte de Carga					
Tipo	Descripción	Longitud/ AnchoxLargo	Costo	Costo de envío	Total
Tubería	Tubería de perfil circular diámetro 38.8 mm, espesor de 2mm	6,8 cm	\$ 11.900	\$ 6.500	\$ 18.400
	Tubería de perfil circular diámetro 29,4 mm, espesor de 2mm	73,3 cm	\$ 98.222	\$ 6.500	\$ 104.722
	Tubería de perfil circular diámetro 24 mm, espesor de 2mm	1,245 m	\$ 123.500	\$ 6.500	\$ 130.000
	Tubería de perfil circular diámetro 15 mm, espesor de 2mm	3,852 m	\$ 408.312	\$ 6.500	\$ 414.812
	Tubería de perfil circular diámetro 25,4 mm, espesor de 2mm	2,974 m	\$ 312.700	\$ 6.500	\$ 319.200
	Tubería de perfil circular diámetro 12.7 mm, espesor de 2mm	4,2 m	\$ 220.000	\$ 6.500	\$ 226.500
Lámina	Lámina con espesor 5 mm	30,2 x 3,6 cm	\$ 44.300	\$ 6.500	\$ 50.800
	Lámina con espesor 3 mm	88,8 x 2,9 cm	\$ 11.780	\$ 6.500	\$ 18.280
	Lámina con espesor 3 mm	70 x 54,6 cm	\$ 174.835	\$ 6.500	\$ 181.335
<b>Total</b>				<b>\$ 58.500</b>	<b>\$ 1.464.049</b>

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 27.**

*Lista de costos de procesos de manufactura, producción y mano de obra.*

Lista de Costos de Procesos de Manufactura y Producción			
Proceso	Cantidad	Precio Unitario	Total
Doblado de tubería	16	\$ 5.000	\$ 80.000
Corte por plasma de lámina	4	\$ 9.000	\$ 36.000
Soldadura del cuadro	1	\$ 550.000	\$ 550.000
Soldadura del módulo	1	\$ 800.000	\$ 800.000
Aplicación Anticorrosivo cuadro y módulo	1	\$ 35.000	\$ 35.000
<b>Total</b>			<b>\$ 1.501.000</b>

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 28.**


*Lista de costos componentes comerciales.*




Lista de Costos Componentes Comerciales				
Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo de Envío	Total
Kit conversión bicicleta eléctrica con motor eléctrico en la rueda trasera 36v - 350w - 26" - Yose Power	1	\$ 1.930.000	\$ 1.000.000	\$ 2.930.000
Sistema de transmisión y frenado - Shimano	1	\$ 1.899.000	\$ -	\$ 1.899.000
Horquilla con suspensión - Bolany	1	\$ 718.000	\$ -	\$ 718.000
Rueda delantera - Gurpil	1	\$ 104.000	\$ 208.000	\$ 312.000
Neumáticos - Chao Yang	2	\$ 40.800	\$ 14.200	\$ 95.800
Ruedas del módulo - AR-PRO	1	\$ 233.000	\$ 106.000	\$ 339.000
Sillín - Crawler	1	\$ 24.500	\$ 14.300	\$ 38.800
Tija Sillín - Schwalbe	1	\$ 35.900	\$ 14.300	\$ 50.200
Manubrio con potencia - GW	1	\$ 60.800	\$ 14.700	\$ 75.500
Set Mangos Manillar - GW	1	\$ 13.515	\$ 15.000	\$ 28.515
Pedales - GW	1	\$ 139.600	\$ -	\$ 139.600
Luz trasera - XTIGER	1	\$ 22.000	\$ -	\$ 22.000
Set luces para bicicleta (Trasera y delantera) - XTIGER	1	\$ 43.000	\$ 16.500	\$ 59.500
<b>Total</b>			<b>\$ 1.403.000</b>	<b>\$ 6.707.915</b>

*Nota.* Elaboración propia.

Al realizar el análisis de costos de la fabricación y manufactura de la bicicleta se llegó a un valor total de \$ 9.672.964 pesos Colombianos, de los cuales \$ 1.461.500 pesos Colombianos fueron costos de envío, es decir el 15% del valor total.

A continuación, se presentan las bicicletas eléctricas con características similares para realizar una comparación de costo-beneficio.

Bicicleta eléctrica para carga	Imagen	Potencia	Capacidad de carga	Autonomía	Costo
Carry All - Cargo Craft		36V 250W	200 kg	80 km	\$ 12.470.000

Babboe e-Transporteur 300L		36V 250W	225 kg	48 km	\$ 15.700.000
Cargo bike eléctrica bicicleta de carga longtail carga trasera Elops R500 azul		48V 250W	170 kg	70 km	\$ 14.185.000
Bicicleta eléctrica con módulo de transporte de carga BEM		36V 350W	160 kg	40 km	\$ 9.173.000

*Nota.* Elaboración propia.

En el estudio técnico económico se evidenció que en Colombia hay una baja oferta del tipo de bicicleta diseñada en este proyecto, por lo tanto, se cotizaron bicicletas de carga en otros países, se observó que la oferta de estas bicicletas depende de diversos factores como la potencia del motor, capacidad de carga, autonomía, entre otros. Se encontraron en su mayoría bicicletas con un módulo no removible y con un costo más elevado al de la bicicleta diseñada.

Finalmente, se califica como viable el proyecto debido a que sería un producto innovador en el país, sin embargo, en Colombia es complicado manufacturar este tipo de bicicletas debido al alto costo de fabricación y materiales, ya que se presenta una baja oferta tecnológica en el país.

## 9. Conclusiones

Se realizó el diseño de una bicicleta eléctrica con módulo de transporte de carga que cumple con los requerimientos dimensionales para la población del Área Metropolitana de Bucaramanga, soporta cargas de 160 kg, tiene un motor eléctrico de 36V 350W, batería de Litio 36V 13AH y un peso aproximado de 24 kg.

La aleación de Aluminio 6061-T6 al ser un material con un densidad baja de  $2,70 \text{ g/cm}^3$  y una alta resistencia a la tracción de 276 MPa es adecuada para la fabricación de este tipo de bicicletas permitiendo reducir sus dimensiones y peso.

En el estudio estático por método elementos finitos (FEM) se evidenció que la zona con mayor concentración de esfuerzos es la caja pedalier con 72,85 MPa, esto debido a que tiene un gran número de elementos de unión y con estos sus cargas proyectadas.

Para lograr una adecuada manufactura de la bicicleta se deben ejecutar procesos de corte, doblado, corte por plasma, soldadura, ensamble, entre otros. Además, la información de las fichas de manufactura es compatible con los planos de la bicicleta.

La soldadura de Aluminio debe ser realizada con un equipo de soldadura TIG y un operario especializado para lograr una buena resistencia estructural y durabilidad del elemento.

Se presenta una dificultad para conseguir el servicio de soldadura y adquisición de tubería y lámina de Aluminio 6061-T6 para la fabricación del cuadro y el módulo, debido a la baja oferta en la región, por lo tanto, este material se debe comprar en otras regiones incrementando su costo en aproximadamente un 15% por costos de envío.

### Bibliografía

- Aguirre, T. (2022). Las Mejores Bicicletas eléctricas urbanas. Bicio. Recuperado marzo 15, 2023, de <https://www.sport.es/bicio/las-mejores-bicicletas-electricas-urbanas/>
- American Society of Safety Professionals. (2021). Ergonomics. Recuperado de <https://www.assp.org/topics-and-resources/safety-topics/ergonomics>
- Asociación Colombiana de Petróleo y Gas. (2021). Informe económico: Evolución 2021 y perspectivas 2020-2030 del mercado de combustibles líquidos en Colombia. <https://acp.com.co/web2017/es/publicaciones-e-informes/economicos/842-informe-economico-evolucion-2021-y-perspectivas-2022-2030-del-mercado-de-combustibles-liquidados-en-colombia/file>.
- Bicicletas Eléctricas de Carretera: Conoce todas las alternativas disponibles. Sanferbike. (2020). Recuperado marzo 15 2023, de <https://www.sanferbike.com/videostv/bicicletas-electricas-de-carretera-conoce-las-alternativas/#:~:text=Las%20bicicletas%20el%C3%A9ctricas%20de%20carretera,extra%20de%20asistencia%20al%20pedaleo.>
- BioBike. (s. f.). Bicicletas eléctricas: preguntas más frecuentes. Biobike. <https://www.biobike.es/preguntas-frecuentes/>
- Carros, camiones, buses y la contaminación del aire. Union of Concerned Scientists. (2017). <https://es.ucsusa.org/recursos/carros-camiones-buses-contaminacion>.
- Chio, J. (2018). Parque automotor genera el 90% de contaminación del aire en Bucaramanga. Vanguardia. <https://www.vanguardia.com/areametropolitana/bucaramanga/parqueautomotor-genera-el-90-de-contaminacion-del-aire-en-bucaramangaHEVL431413>

- Comité Autónomo de la Regla Fiscal. (2022). Informe del Comité Autónomo de la Regla Fiscal al Congreso de la República. [https://www.urf.gov.co/webcenter/ShowProperty?nodeId=%2FConexionContent%2FWC\\_C\\_CLUSTER-193868%2F%2FidcPrimaryFile&revision=latestreleased](https://www.urf.gov.co/webcenter/ShowProperty?nodeId=%2FConexionContent%2FWC_C_CLUSTER-193868%2F%2FidcPrimaryFile&revision=latestreleased)
- ¿Cómo elegir una MTB eléctrica? Bikeshop. (s.f.). Recuperado marzo 15, 2023, de <https://www.bikeshop.es/static/mtb-elegir-mtb-electrica.html>
- Correa-Henao, & Ramírez-Piñeros, Álvaro A. (2017). Prototipo de Bicicleta para Transporte Urbano Individual Sostenible. *Lampsakos*, 1(17), 40–51. <https://doi.org/10.21501/21454086.2255>.
- Echeverría, J. P, Giraldo, S. J, Mesa, A. F. (2017). Conversión de una bicicleta convencional en una bicicleta eléctrica Desarrollo Tecnológico. Unidades Tecnológicas de Santander.
- Escuela Europea del Automóvil. (2022). Beneficios del motor eléctrico en el sector automovilístico. *EscuelaEuropeadelAutomóvil*. <https://www.mastersautomovil.com/blog/beneficios-del-motor-electrico-en-el-sector-automovilistico/>.
- Fernández, J. (2023). Esta Bicicleta Eléctrica ES Casi Como un camión a pedales: Puede cargar 200 kg con hasta 350 km de autonomía. *Motorpasion Moto*. Recuperado marzo 15, 2023, de <https://www.motorpasionmoto.com/industria/esta-bicicleta-electrica-casi-como-camion-a-pedales-puede-cargar-200-kg-350-km-autonomia>
- González Muñoz, JM. (2017). Diseño de bicicleta urbana personalizable. Universitat Politècnica de València. <http://hdl.handle.net/10251/86719>
- Hernández, S. G. (2018). Diseño tren de potencia para bicicleta eléctrica con pedaleo asistido para la ciudad de Bogotá D.C. Universidad de los Andes. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/40265/u808076.pdf?sequence=1>

- Internacional Ergonomics Association. (s. f.). What Is Ergonomics?. IEA. <https://iea.cc/what-is-ergonomics/#top>.
- Lara, G. (2012). ¿Qué es una bicicleta eléctrica? Motorpasión. Recuperado marzo 15, 2023, de <https://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/que-es-una-bicicleta-electrica>
- Las mejores bicicletas eléctricas plegables. Bikeanalytics. (2021). Recuperado Marzo 15, 2023, de <https://bikeanalytics.com/bicicleta-electrica-plegable/>
- López, D. (2005) Diseño de una bicicleta de Montaña. Recuperado marzo 12, 2023, de <https://docplayer.es/10037159-Diseno-de-una-bicicleta-de-montana.html>
- Maradei García, M. F., Espinel-Correal, F., & Peña-L., A. A. (2008). Estudio de valores antropométricos para la región nororiental colombiana. *Revista UIS Ingenierías*, 7(2), 153–167. Recuperado a partir de <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistauisingenierias/article/view/46>
- Meliá, P. M. (2019). Diseño de un nuevo modelo de bicicleta eléctrica en una empresa multinacional sobre un entorno SAP ERP. Universidad Politécnica de Valencia.
- Ministerio de Transporte de Colombia. (2016). Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas. (C. Pardo & A. Sanz, Eds.). Bogotá D.C.: Ministerio de Transporte de Colombia.
- Ministerio de Transporte de Colombia. (2017). Resolución 160 de 2017. Bogotá D.C.: Ministerio de Transporte de Colombia.
- Neira, L. (2019). En el Índice Global de Ciudades de Bicicletas 2019 de Coya también sobresalen países de la región como Chile, Argentina y México por el uso de este transporte. *La República*. <https://www.larepublica.co/globoeconomia/brasil-y-colombia-son-los-paises-de-la-region-donde-mas-se-usa-la-bicicleta-2903082>.

- Organización Mundial de la salud, 1995 , p.24. El estado físico : uso e interpretación de la antropometría : informe de un comité de expertos de la OMS
- Perales García J. (2017). Diseño de una bicicleta eléctrica urbana. Universidad de Valladolid. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/26267>.
- Quintanilla Prada, Tovar Flórez, C. A., Vargas Torres, H. R., & Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Eléctrica, E. y de T. T. (2013). Bicicleta accionada por motor de corriente continua [recurso electrónico]. UIS.
- Rafael. (2017). ¿Qué son las bicicletas eléctricas y qué tipos existen? e-biker.es. Recuperado Marzo 12, 2023, de <https://e-biker.es/que-son-las-bicicletas-electricas-y-que-tipos-existen/>
- Restrepo Mantilla, Ó. (2019). Contaminación en las ciudades de Colombia: Cortinas y colchones de humo. El Carro Colombiano. <https://www.elcarrocolombiano.com/notas-de-interes/contaminacion-en-las-ciudades-de-colombia-cortinas-y-colchones-de-humo/>.
- Rodriguez Forero, J. N., Pineda Gaviria, S., & Rodríguez Forero, J. N. Desarrollo de plataforma para el mejoramiento de la postura de ciclistas. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/54019>
- Shih-Wen Hsiao, Rong-Qi Chen, Wan-Lee Leng, applying riding-posture optimization on bicycle frame design, Applied Ergonomics, Volume 51, 2015, Pages 69-79, ISSN 0003-6870, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003687015000630>
- Terra. (2014). Ergonomía en la bicicleta, la importancia de los componentes. Terra Ecología Práctica. <https://www.terra.org/categorias/articulos/ergonomia-en-la-bicicleta-la-importancia-de-los-componentes>.
- Vaquero, N. (2018). Eficiencia en motores eléctricos. Revista El Salvador AHORRA Energía. <https://estadisticas.cne.gob.sv/wp-content/uploads/2019/12/PESAE09Edicion.pdf>.

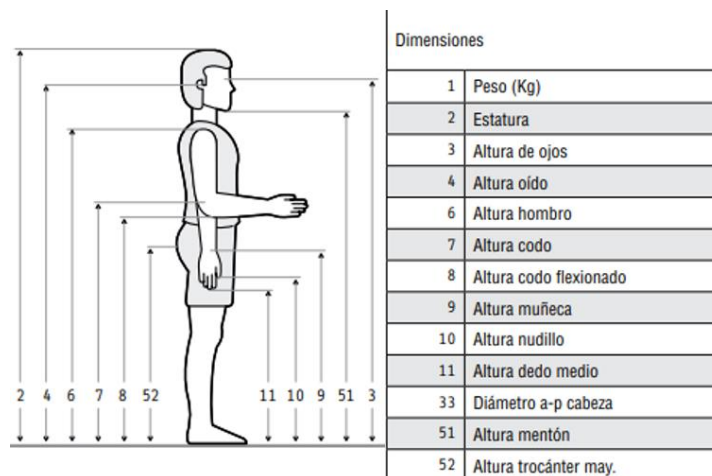
## Apéndices

### Apéndice A. Recomendaciones

- Seleccionar los proveedores adecuados para la compra del material debido a que se presentaron dificultades al momento de adquirirlo y fue necesario conseguirlo en otra región aumentando su costo de transporte.
- El proceso de soldadura debe ser realizado por un operario calificado y equipo especializado debido a la complejidad del proceso de soldadura de tubería de aleaciones de aluminio.
- Al momento de realizar el proceso de manufactura y producción es de gran importancia tener en cuenta las recomendaciones dadas en las fichas de manufactura, relacionándolas con la información brindada en los planos y por los fabricantes de los componentes adquiridos para obtener una adecuada manufactura de la bicicleta.
- Después de realizar la manufactura de la bicicleta es importante realizar los estudios pertinentes descritos en las fichas y apéndices para verificar su funcionamiento.
- Para futuros trabajos se recomienda realizar un estudio económico más detallado para producción en masa de la bicicleta el cual tenga en cuenta el costo de diseño ingenieril, mano de obra, costos de mantenimiento, y demás aspectos a tener en cuenta.

## Apéndice B. Tabla medidas antropométricas

MEDIDAS	TODOS								
	M	δ	P1	P5	P25	P50	P75	P95	P99
PESO	61,6	13,03	31,30	40,17	52,82	61,60	70,38	83,03	91,91
ESTATURA	165,6	9,135	144,31	150,53	159,40	165,56	171,71	180,58	186,80
ALTURA DE OJOS	154,7	9,018	133,75	139,89	148,64	154,72	160,80	169,56	175,70
ALTURA HOMBRO	137,6	8,232	118,45	124,05	132,05	137,60	143,14	151,14	156,74
ALTURA CODO	106,4	6,257	91,89	96,15	102,23	106,44	110,66	116,74	121,00
ALTURA CODO FLEXIONADO 90°	103,1	6,348	88,33	92,65	98,81	103,09	107,37	113,53	117,86
ALTURA MUÑECA	81,28	5,131	69,35	72,84	77,82	81,28	84,74	89,72	93,22
ALTURA TROCANTER MAYOR	86,51	6,092	72,34	76,49	82,41	86,51	90,62	96,53	100,68
ALTURA RODILLA	49,59	4,178	39,88	42,72	46,78	49,59	52,41	56,46	59,31
ANCHURA MÁXIMA DEL CUERPO	43,3	4,972	31,73	35,12	39,94	43,30	46,65	51,48	54,86
ANCHURA BIACROMIAL	32,19	3,377	24,33	26,63	29,91	32,19	34,46	37,74	40,04
PROFUNDIDAD TORAX	21,07	4,018	11,72	14,46	18,36	21,07	23,78	27,68	30,41
ALCANCE BRAZO FRONTAL	72,38	5,499	59,59	63,33	68,67	72,38	76,08	81,42	85,17
ALCANCE BRAZO LATERAL	77,46	6,672	61,94	66,48	72,96	77,46	81,96	88,44	92,98
ALCANCE MÁXIMO VERTICAL	207,2	13,63	175,50	184,78	198,02	207,20	216,39	229,63	238,91
LONGITUD CODO-DEDO MEDIO	44,61	3,276	36,99	39,22	42,40	44,61	46,82	50,00	52,23
ALTURA NORMAL SEDENTE	86,25	5,739	72,90	76,81	82,38	86,25	90,12	95,69	99,60
ALTURA OJOS - ASIENTO	75,5	4,565	64,89	67,99	72,43	75,50	78,58	83,01	86,12
ALTURA HOMBRO - ASIENTO	59,13	3,753	50,40	52,96	56,60	59,13	61,66	65,31	67,86
ALTURA CODOS – ASIENTO	23,44	2,646	17,28	19,08	21,65	23,44	25,22	27,79	29,59
ANCHURA DE CODOS	44,59	5,32	32,22	35,84	41,01	44,59	48,18	53,34	56,96
ALTURA SUBESCAPULAR	44,18	3,126	36,90	39,03	42,07	44,18	46,28	49,32	51,45
ALTURA ILIOCRESTAL	20,79	2,164	15,75	17,22	19,33	20,79	22,24	24,35	25,82
ALTURA MAXIMA DEL MUSLO	14,21	1,606	10,48	11,57	13,13	14,21	15,30	16,86	17,95
ALTURA DE RODILLA	51,86	3,739	43,17	45,71	49,34	51,86	54,39	58,02	60,56
ALTURA POPLÍTEA	42,69	3,24	35,15	37,36	40,51	42,69	44,87	48,02	50,23
LONGITUD NALGA - POPLÍTEA	48,41	3,173	41,03	43,19	46,27	48,41	50,55	53,63	55,79
LONGITUD NALGA - RODILLA	58,52	3,436	50,53	52,87	56,21	58,52	60,84	64,17	66,51
ANCHO DE CADERAS	36,93	3,684	28,36	30,87	34,44	36,93	39,41	42,99	45,50



### Apéndice C. Varilla de aportación y método de limpieza para el aluminio.

**ER 4043 VARILLA DE APORTACIÓN TIG PARA ALUMINIO**

**AWS / SFA 5.10 ER4043 (ALSi5)**

Es un metal de aporte de aluminio de silicona al 5% que es una de las aleaciones de aluminio para soldadura más utilizadas para reparaciones generales y fabricación.

El ER4043, es una de las que mejor fluye, se prefiere a menudo por sus características de flujo y su sensibilidad reducida a las rajaduras, mejor que otros alambres de aluminio para soldar. Para soldar en TIG CAHF con 100 % argón como gas protector. El ER4043 se recomienda para los metales base 3003, 3004, 5052, 6061, 6063 y las aleaciones de fundido 43, 355, 356 y 214. Tiene un rango de fusión de 1065 a 1170°F y una densidad de .097 lbs. por pulg. cúbica. Su color después de anodizado es gris. Además tiene una fuerza típica de tensión de 29.000 libras por pulgada cuadrada.



Varilla de 1 mt

Ref.	Diámetro	Peso Kg
<b>J315VA</b>	1,2	5
<b>J316VA</b>	1,6	5
<b>J317VA</b>	2,0	5
<b>J318VA</b>	2,4	5
<b>J319VA</b>	3,2	5

Métodos comunes para limpiar superficies de aluminio para soldadura TIG		
Tipos de limpieza		
Compuestos eliminados	Juntas solamente	Pieza completa
<b>Aceite, grasa, humedad y polvo (usar cualquier método indicado)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Limpiar con solución alcalina suave y secar</li> <li>Limpiar con disolvente de hidrocarburo, tal como acetona o alcohol</li> <li>Limpiar con disolventes comerciales</li> <li>Sumergir las juntas y usar cualquiera de los métodos anteriores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desengrasar por vapor</li> <li>Desengrasar con aerosoles</li> <li>Sumergir en disolventes alcalinos</li> <li>Sumergir en disolventes comerciales</li> </ul>
<b>Óxidos (usar cualquier método indicado)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sumergir las juntas en solución alcalina fuerte, luego en agua y luego en ácido nítrico. Enjuagar con agua y secar</li> <li>Limpiar con desoxidantes comerciales</li> <li>Eliminar mecánicamente, por ejemplo mediante cepillado de alambre, limado o amolado. En aplicaciones críticas, raspar todas las juntas y las superficies adyacentes inmediatamente antes de la soldadura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sumergir en solución alcalina fuerte, luego en agua y luego en ácido nítrico. Enjuagar con agua y secar</li> <li>Sumergir en soluciones comerciales</li> </ul>

## Apéndice D. Especificaciones de los componentes comerciales

**36V350W Motor trasero:** Instalación de ancho = 135-142mm; Diámetro = 136mm (la rueda libre); Cambio de marchas: ajuste para la rueda libre (6S/7S/8S/9); ¡Velocidad máxima: 25 km/h; Par máximo: 45N! m (la rueda libre); Color: negro con motor de plata de radios (12G); Freno: freno disco/V; Cable de Motor: 70cm W/O conector (liberación rápida conector impermeable)

**36V13Ah especificación:** Voltaje de la batería: Batería de 36V; Capacidad: 13Ah; Combinación: 10S5P; Energía: 481Wh; celda de batería: grado de células de energía; Peso de la batería: Appr.3.3kg; Ciclo de vida (tiempo): 500 >= 70% de la capacidad; Descarga estándar: 10Ah de Max actual: 20Ah; Descarga proteger: 50Ah; Voltaje final de la batería: 28V; Carga de fusible: 10A

Descarga fusible: 30A; BMS: 20A

**Cargador:** Voltaje de carga: 42V; Corriente de carga: 2A; Tiempo de carga: 7 horas; Cargador Peso: appr.0.7kg

**Lista de embalaje:** Paquete de batería x 1; Clave x 2pcs; Cargador x 1; Extra de fusible x 1; extra descarga fusible x 1; Manual de usuario x 1

**(Lishui marca):** Protección de bajo voltaje: 31V; Corriente nominal: 9A; Max actual: 18A; Impermeable conectores: motor de PAS de sensor y 4 en 1 cable

**Pantalla LCD (C500):** 3,5" de pantalla LCD con luz de fondo; Cable: 31,5 cm W/O conector 5 a los niveles y 6 km/h tracción con sosteniendo botón

**PAS de Sensor (izquierda la instalación):** Cable: 52cm W/O conector dual sensor hall 12 de las señales de salida de espesor: 2-3mm

**Palanca de freno:** Wuxing marca inmediata interrupción de la energía, Cable: 30cm W/O conector

**Acelerador Wuxing marca:** Acelerador de pulgar Cable: 30cm W/O conector

**Impermeable cable de conexión (4 en 1):** 4 en 1 conectores impermeables (liberación rápida) Cable: 150cm W/O conectores

**Cable de la batería:** Para conectar a la batería y controlador

**Regalo:** Controlador de bolsa y herramientas de conversión

**Observación:** \* Nuestro motor kit sólo para estilo normal de bicicleta ¡El PAS de Sensor no apto para "HOLLOWTECH II" y de la palanca de freno no apto para freno hidráulico! Si su bicicleta es HOLLOWTECH II puede comprar una HOLLOWTECH II PAS sensor para lo Y si su bicicleta es de freno hidráulico que puede comprar un hidráulica sensor de freno para lo



### Accessories installation Example



### WATERPROOF 1T4 CABLE

Connection Diagram







#### Características:

-interruptor De bloqueo de control de hombro de aleación de aluminio

, Diferentes secciones de carretera pueden apagar o encender la función del amortiguador

- Válvula de aire de aleación de aluminio:

Puede reducir la frecuencia de absorción de impactos en diferentes secciones y la estabilidad de la horquilla delantera para recuperarse sin problemas.

- Problema de blanqueamiento:

El proceso de montaje del tubo vertical necesita exprimir la cubierta del hombro para hacer que la pieza se vuelva blanca, que es un fenómeno normal

-hebilla De fijación de cable de freno:

Fijar el cable de freno para hacer que la conducción sea más cómoda.

-gancho De aleación de magnesio:

Gancho de aleación de magnesio, fácil de instalar

Aviso:

El color real puede ser ligeramente diferente de la imagen debido a diferentes monitores y efectos de luz

Por favor, permita una desviación de 1-3 cm debido a la medición manual

Descripción:

Material: aleación de aluminio + aleación de magnesio

Tamaño: 26/27.5/29 pulgadas

Bloqueo: control de hombro HL, control de alambre RL

Tubo Vertical: tubo recto, tubería cónica



### Descripción

TECNOSPORT COLOMBIA  
CHAORYANG  
DISTRIBUIDOR AUTORIZADO

LLANTA CHAORYANG RIGIDA MTB 26 x 1.95. + NEUMÁTICO CHAORYANG PARA BICICLETA DE MONTAÑA 26 x 1.95 / 2.125 VÁLVULA AMERICANA 33MM

-El centro de la banda de rodadura suave para una baja resistencia a la rodadura coordinado con una variedad de tamaños de ranuras también es bueno para la tracción en mojado.

-La perilla de la rampa lateral proporciona una tracción de refuerzo efectiva tanto en superficies mojadas y también una excelente estabilidad en las curvas

- Construcción en Nylon lo que la hace muy ligera y duradera.

-Modelo TODO TERRENO

-Dimensión 26x1.95

-Máxima Presión 65Psi/4.4Bar.

-Peso 302 grs.

-Cubierta de 27 Tpi

-Condición del artículo: Nuevo.

-Tecnología Skin Wall

NEUMÁTICO CHAORYANG PARA BICICLETA DE MONTAÑA 26 x 1.95 / 2.125 VÁLVULA AMERICANA 33MM

- Rendimiento de retención de aire óptimo, anticongelante, resistente al calor

- Hecho de caucho butílico, excelente rendimiento de elongación a la tracción

- ESPESOR DE 0.90MM.

- Neumáticos de Bicicletas ligeros y duraderos.

- Empaque: Bolsa.



**Suitable for a Wide Variety of Wheeled Equipment**

The AR-PRO 13-inch variant is another common size used not only on Gorilla carts but also on generic hand carts, trolleys, pressure washers, air compressors, hose reels, yard trailers, trolleys, wagons, and more. For Gorilla Carts.

These AR-PRO 13-inch flat-free solid polyurethane tire and wheel assemblies are compatible with these models

- GOR0865(-C) , GOR0865-D(-C)
- GOR865D11-1(-C) , GOR866D(-C)
- GOR108-BG , GOR108-D
- GOR1000PS(-C) , GOR1001-COM
- GOR1200-COM , GOR1200PS-C
- GOR1200X , GOR1201B
- GOR62-COM , GOR6PS(-C)
- GORMP-9 , GORMP-10(-C)
- GORMP-12 , GORMP-14

High-Quality Solid Polyurethane Tires with free 4 metal washers for each tire and wheel assembly.

It's time to replace high-maintenance pneumatic tires with these high-quality solid flat-free polyurethane tires. With durable solid tire and wheel assemblies, you can work on any terrain without worrying about debris and rough surfaces. Increase your time working with your cart instead of pumping and patching up pneumatic tires.



### Descripción

El sillín antiprostático CRAWLER, te ayudará a llevar una mejor posición, o a incurrir menos en los errores al colocarte, porque ese hueco te permitirá no equivocarte en la posición de tus isquiones, te servirá de referencia.

¡APROVECHA!

- \* Apto para los tubos de silla con base.
- \* Libera la presión de la zona perineal, favoreciendo el flujo de la sangre hasta los genitales.
- \* Talla ÚNICA
- \* Artículo Nuevo.
- \* Somos Distribuidores de la Marca.
- \* Entregas el Mismo Día. (Bogotá)

¡MAS!

- \* Modelo: CRAWLER ANTIPROSTATICO.
- \* Diseño ergonómico y anatomico unisex.
- \* Dimensiones 280mm Largo x 140mm ancho x 50mm alto.
- \* Para MTB y Ruta.
- \* Peso 278g.
- \* Relleno suave de espuma, perforación central diseñada para aliviar la presión.

### Descripción

#### POSTE DE SILLA DE BICICLETA CON CODO SCHWALBE



- Material: Aluminio Liviano
- Color: Negro
- Marca: SCHWALBE
- Fácil de instalar
- Diámetro: 25.4 mm
- Largo total: 35 cm
- Peso: 333 g aprox.



Combo:

Manubrio GW INSTINCT MTB + Potencia GW MTB Oversay

- Material: Aluminio
- Color: Negro
- Largo de Potencia: 80mm
- Resistente
- Para Bicicleta Todoterreno
- Ancho: 71cm
- Diámetro de la Potencia: 31.8mm
- Peso : 290gr.

Potencia GW MTB Aluminio Negra Oversay

- Marca: GW
- Material; Aluminio
- Manubrio; MTB
- Tubo tipo; Oversay
- Peso 190 Gramos
- Color: Negro
- Largo: 80mm
- Diámetro Manillar: 31.8mm

## Descripción

Grips Manilares Mangos Bicicleta Mtb Fixed Bmx Gw Gorila

Modelo: Gorila

Marca: GW

Material: Goma

Largo: 130mm



Pedales MTB doble función



Pedal multi propósito para mtb y bmx y citybike 9/16" se puede utilizar para calas spd, zapatilla flat, extracción con llave hexagonal # 8, eje en cr-mo jaula y cuerpo en aluminio adaptador de clip en acero

- **Categoría/modalidad:** BMX/URBAN/MTB
- **Anclaje:** una cara
- **Material:** aluminio
- **Compatible con spd:** si
- **Reflectivo:** si (complemento)
- **Incluye calas:** si





size: 70 \* 20 \* 20 MM product weight: 22 g  
 battery capacity : 210MAH built-in lithium battery  
 Charging time : 1.5 hours  
 Endurance time: always on 8 hours, Full light flash for 16 hours  
 , Alternate flash for 20 hours, Alternate slow flash for 30 hours  
 Lamp beads: 2835 chip lamp beads  
 Lighting gear: 4 gear : Alternate slow flash,  
 Full light flash, Alternate flash, always on  
 Brightness (lumens) : 30 lumens  
 Warning distance: 200M  
 Material: ABS Power display: IPX-5





size: 103 \* 39 \* 38 MM  
 product weight: 120g  
 battery capacity: 2400MAH built-in lithium battery  
 Charging time : 2 hours  
 Endurance time: Highlight 4 hours, Low light for 15 hours, Flash for 10 hours  
 Lamp beads: Double T6 lamp beads  
 Lighting gear: 6 gear: Strong light (wide flood light) / low light (wide flood light)  
 / strong light (concentrated light) / strong light (full light) / breathing flash / burst flash  
 Brightness (lumens): 1200 lumens  
 Range: 200M  
 Material: All aluminum alloy frame + acrylic lens  
 Waterproof level: IPX-6  
 ★Double T6 lamp beads★  
 ★Power display★  
 ★Can be used as a charger★





**Apéndice E. Fichas de los procesos de manufactura y producción de la bicicleta eléctrica con módulo de transporte de carga.**


	<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		<b>Ficha técnica N° F01</b>
			<b>FORMATO UNICO</b>
<b>Universidad Industrial de Santander</b> <b>Escuela de Ingeniería Mecánica</b>		<b>Código:</b> BEM	
<b>Nombre:</b> Bicicleta eléctrica urbana con módulo de carga removible		<b>Costo:</b> \$ 9'672.964 COP	
<b>Autores:</b> Camilo Andrés González Rueda María Alejandra Mogollón Martínez		<b>Director:</b> Jorge Luis Chacón Velasco <b>Co-Director:</b> Ricardo Alfonso Jaimés Rolón	
DESCRIPCIÓN			
		Bicicleta eléctrica urbana con módulo de carga removible para promover la movilidad urbana sostenible en el Área metropolitana de Bucaramanga	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
<b>Especificaciones</b>	Capacidad de Carga: 160 kg Capacidad de carga del módulo: 55 kg Peso aproximado de la bicicleta: 20 kg Peso aproximado del módulo de carga: 7 kg Dimensiones aproximadas de la bicicleta: 1700x660x1040 mm Dimensiones con el módulo de carga: 2560x715x1040 mm Autonomía: 40 km/h (dependiendo de las condiciones de manejo) Luz delantera (blanca) y trasera (roja)		
<b>Chasis</b>	Chasis tipo tubular Diseño Clásico Material: Aleación de aluminio 6061 - T6		
<b>Módulo de Carga</b>	Módulo de carga removible con sujeción a la rueda trasera Dimensiones aproximadas: 1220x415x718 Material: Aleación de aluminio 6061 - T6		
<b>Motor</b>	Tipo: Engranajes de buje sin escobillas en la rueda trasera (Geared Hub) Potencia: 36 V - 350 W Velocidad Máxima: 25 km/h Torque Máximo: 45 N-m		
<b>Batería</b>	Tipo: Batería ion - Litio Capacidad: 36 V - 13 Ah Tiempo de Carga: 8,5 h Cargador de 42 V		
<b>Transmisión</b>	Coronilla 32t - piñón 10t Cadena shimano 12v		
<b>Frenos</b>	Freno de disco de 160mm		
<b>Suspensión</b>	Suspensión delantera con tubo de 1" para rueda de 26"		
<b>Llantas</b>	Rin MTB de 26 " x 1.95		
<b>Luces</b>	Luz LED 1200 Lumen, 1200 mAh, 6 modos, carga USB		
<b>Elaborado por:</b> - Maria Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 25/03/2023		<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chacón Velasco <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023	


		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		<b>Ficha Componentes Bicicleta Eléctrica N° F02</b>	
				<b>FORMATO UNICO</b>	
<b>Nombre:</b> Bicicleta eléctrica urbana con módulo de carga removible				<b>Código:</b> BEM	
<b>Autores:</b> Camilo Andrés González Rueda, María Alejandra Mogollón Martínez					
<b>Descripción:</b> Componentes de la bicicleta eléctrica con módulo de carga				<b>Hoja N° 01 de 02</b>	
Código	Componente	Descripción	Cantidad	Fabricante	
BEM - 1	Cuadro	Cuadro clásico tipo tubular	1	Autores	
BEM - 2.1	Módulo de carga	Módulo de carga removible	1	Autores	
BEM - 2.2	Rueda módulo de carga	Rueda de neumático antipinchazos de 13"x3.15" con rodamiento y agujero de eje de 0.63"	2	AR-PRO	
BEM - 3.1	Rueda con motor	Motor de engranajes de buje sin escobillas en la rueda trasera	1	Yose Power	
BEM - 3.2	Batería con cargador	Batería de ión-Litio	1	Yose Power	
BEM - 3.3	Controlador	Controlador integrado para batería	1	Lishui	
BEM - 3.4	Cable de conexión	Cable de conexión 4 en 1	1	Yose Power	
BEM - 3.5	Sensor PAS	Sensor PAS de 12 señales	1	Yose Power	
BEM - 3.6	Pantalla LCD	Pantalla LCD de 3,5"	1	Yose Power	
BEM - 3.7	Acelerador de pulgar	Acelerador de pulgar	1	Wuxing	
BEM - 3.8	Cadena	Cadena 12 v	1	Shimano	
BEM - 3.9	Coronilla	Coronilla 32t	1	Shimano	
BEM - 3.10	Desviador	Tensor m6100 12v	1	Shimano	
BEM - 3.11	Cassette	Cassette m6100 10-51 (MICRO SPLINE)	1	Shimano	
BEM - 3.12	Palanca de cambios	Palanca izquierda m6100 12v (montaje directo)	1	Shimano	
BEM - 3.13	Cartucho	Cartucho de centro roscado	1	Shimano	
<b>Elaborado por:</b> - Maria Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 25/03/2023			<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023		


		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		<b>Ficha Componentes Bicicleta Eléctrica N° F02</b>	
				<b>FORMATO UNICO</b>	
<b>Nombre:</b> Bicicleta eléctrica urbana con módulo de carga removible				<b>Código:</b> BEM	
<b>Autores:</b> Camilo Andrés González Rueda, María Alejandra Mogollón Martínez					
<b>Descripción:</b> Componentes de la bicicleta eléctrica con módulo de carga				<b>Hoja N° 02 de 02</b>	
Código	Componente	Descripción	Cantidad	Fabricante	
BEM - 3.14	Biela	Bielas m6100 (170mm)	2	Shimano	
BEM - 3.15	Pedales	Pedales MTB doble función	2	GW	
BEM - 4.1	Horquilla	Horquilla de suspensión neumática	1	BOLANY	
BEM - 4.2	Rueda delantera	Rueda Delantera MTB Cyber 10 26''	1	Gurpil	
BEM - 4.3	Llanta	Llanta rigida MTB 26 x 1.95.	2	CHAOYANG	
BEM - 4.4	Neumático	Neumático MTB 26 x 1.95 con válvula americana	2	CHAOYANG	
BEM - 4.5	Manubrio	Manubrio INSTINCT MTB 710 mm x 31.8mm	1	GW	
BEM - 4.6	Vástago	Potencia MTB Oversay 80 mm x 31.8 mm	2	GW	
BEM - 4.7	Mangos manillares	Mangos Manillares Mtb 130 mm	2	GW	
BEM - 4.8	Palanca de freno	Palancas de freno m6100	2	Shimano	
BEM - 4.9	Disco de freno	Disco de freno center lock 160mm	2	Shimano	
BEM - 5.1	Sillín	Sillín Antiprostatico Mtb	1	Crawler	
BEM - 5.2	Tija	Tubo Tija Sillín Aluminio Liviano 25.4 * 350	1	Schwalbe	
BEM - 6.1	Luz delantera	Faro de luz blanca LED para bicicleta	1	X-TIGER	
BEM - 6.2	Luz trasera	Luz roja LED para bicicleta	2	X-TIGER	
<b>Elaborado por:</b> - Maria Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 25/03/2023			<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023		


		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		<b>Ficha Manufactura N° F03</b>	
<b>FORMATO UNICO</b>					
<b>Nombre:</b> Fabricación de la bicicleta				<b>Código:</b> BEM-F	
<b>Material:</b> Varios					
<b>Descripción:</b> Instrucciones para la fabricación y manufactura de la bicicleta				<b>Hoja N° 01 de 01</b>	
<b>Código actividad</b>	<b>Tipo de actividad</b>	<b>Descripción</b>	<b>P</b>	<b>T(min)</b>	
F-01	F	Fabricacion del cuadro para bicicleta	1	8 (horas)	
F-02	F	Fabricación del módulo de carga	1	10 (horas)	
E-01	E	Ensamble de las ruedas al módulo de carga	1	5	
A-01	A	Armado de las llantas de la bicicleta	1	10	
E-02	E	Ensamble de la suspensión y dirección	1	15	
E-03	E	Ensamble del sistema de propulsión eléctrico	1	15	
E-04	E	Ensamble del sistema de transmisión	1	15	
E-05	E	Ensamble del sistema de frenado	1	10	
E-06	E	Ensamble del sillín y la tija	1	10	
E-07	E	Ensamble accesorios	1	5	
E-08	E	Ensamble del módulo de carga a la bicicleta	1	2	
<b>Elaborado por:</b> - Maria Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 25/03/2023			<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023		


		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		<b>Ficha Componentes Bicicleta Eléctrica N° F03.1.1</b>	
				<b>FORMATO UNICO</b>	
<b>Nombre:</b> Cuadro				<b>Código:</b> BEM-1	
<b>Autores:</b> Camilo Andrés González Rueda, María Alejandra Mogollón Martínez					
<b>Descripción:</b> Componentes del cuadro de aleación de aluminio 6061 T6				<b>Hoja N° 01 de 01</b>	
Código	Componente	Descripción	Cantidad	Fabricante	
BEM-1.1	Caja del pedalier	Tubería de perfil circular diámetro 38.8 mm, espesor de 2mm y longitud 68 mm	1	Autores	
BEM-1.2	Tubo de dirección	Tubería de perfil circular diámetro 29,4 mm, espesor de 2mm y longitud 163 mm	1	Autores	
BEM-1.3	Tubo vertical	Tubería de perfil circular diámetro 29,4 mm, espesor de 2mm y longitud 570 mm	1	Autores	
BEM-1.4	Tubo superior	Tubería de perfil circular diámetro 24 mm, espesor de 2mm y longitud 560 mm	1	Autores	
BEM-1.5	Tubo inferior	Tubería de perfil circular diámetro 24 mm, espesor de 2mm, longitud 685 mm y agujero diámetro 6 mm	1	Autores	
BEM-1.6	Tubo estabilizador	Tubería de perfil circular diámetro 15 mm, espesor de 2mm y longitud 65 mm	2	Autores	
BEM-1.7	Vaina	Tubería de perfil circular diámetro 15 mm, espesor de 2mm, longitud 330 mm, con un dobléz a 140°	2	Autores	
BEM-1.8	Tirante	Tubería de perfil circular diámetro 15 mm, espesor de 2mm, longitud 430 mm, con un dobléz a 140°	2	Autores	
BEM-1.9	Unión tirante y vaina	Tubería de perfil circular diámetro 15 mm, espesor de 2mm, longitud 110 mm, con un dobléz a 69°	2	Autores	
BEM-1.10	Unión eje trasero	Lámina con espesor 5mm, 76 mm de ancho y 32 mm de largo cortado según especificaciones del plano	2	Autores	
<b>Elaborado por:</b> - María Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 25/03/2023			<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023		


		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		<b>Ficha Instrucciones Manufactura N° F03.1.2</b>	
				<b>FORMATO UNICO</b>	
<b>Nombre:</b> Fabricación del cuadro para bicicleta				<b>Código:</b> F-01	
<b>Material:</b> Aleación de Aluminio 6061 T6					
<b>Descripción:</b> Instrucciones para la manufactura del cuadro para la bicicleta eléctrica.				<b>Hoja N° 01 de 01</b>	
<b>Código</b>	<b>Tipo de actividad</b>	<b>Descripción</b>	<b>P</b>	<b>T(min)</b>	
F-01-C1	C	Corte de los tubos	1	10	
F-02-PF	PF	Perforado de los agujeros	1	2	
F-01-CB	CB	Corte boca de pez de los tubos	1	10	
F-01-CP	CP	Corte por plasma de lámina	1	10	
F-01-L1	L	Limpieza de los tubos	1	2	
F-01-D1	D	Doblado de los tubos	1	5	
F-01-S1	S	Soldadura de los componentes	1	30	
F-01-PL	PL	Pulida del cuadro para la bicicleta	1	10	
F-01-L2	L	Limpieza del cuadro	1	2	
F-01-PT	PT	Aplicación del anticorrosivo	1	6,5 (horas)	
<b>Elaborado por:</b> - Maria Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 25/03/2023			<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023		


 <b>ESQUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		<b>Ficha ejecución de procedimiento N° F03.1.3</b>	
				<b>FORMATO UNICO</b>	
<b>Nombre del Proceso:</b> Corte de los tubos				<b>Código del Proceso:</b> F-01-C1	
<b>Descripción:</b> Corte en húmedo de los tubos para la fabricación del marco a la longitud especificada en los planos. Proceso compatible con las piezas BEM: 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9,				<b>Hoja N° 01 de 01</b>	
				<b>Personal</b> 1	<b>Tiempo</b> 10 (min)
<b>Tipo de Actividad:</b> C: <u>X</u> D: ___ PF: ___ S: ___ L: ___ PL: ___ PT: ___ E: ___ A: ___ CB: ___ CP: ___					
<b>Entradas del proceso:</b> Tubos de Aleación de aluminio 6061 T6			<b>Salidas del Proceso:</b> Tubos cortados a la longitud especificada en los planos		
<b>N° De paso</b>	<b>Descripción</b>		<b>Equipos, herramientas, instrumentos y materiales</b>		
1	Separar los tubos por orden de menor a mayor diámetro		Tubos		
2	Marcar la distancia a la cual se va a realizar el corte según indicaciones en los planos		Marcador, tubos, lámina		
3	Posicionar el tubo en la sierra cortadora de mesa		Sierra cortadora de mesa, tubos		
4	Cortar el tubo a la distancia indicada en la sierra cortadora de mesa, realizando el corte en húmedo		Sierra cortadora de mesa, tubos		
5	Retirar el tubo		Tubos		
6	Repetir los pasos 3 a 5 hasta completar todos los cortes		Sierra cortadora de mesa, tubos		
<b>Elaborado por:</b> - Maria Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 26/03/2023			<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023		


		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		<b>Ficha ejecución de procedimiento N° F03.1.3</b>	
				<b>FORMATO UNICO</b>	
<b>Nombre del Proceso:</b> Perforado de los agujeros				<b>Código del Proceso:</b> F-01-PF	
<b>Descripción:</b> Perforar los agujeros de media pulgada la sujeción de las ruedas. Proceso compatible con las piezas BEM: 1.5				<b>Hoja N° 01 de 01</b>	
				<b>Personal</b>	<b>Tiempo</b>
				1	5 (min)
<b>Tipo de Actividad:</b> C:___ D:___ PF: <u>X</u> S:___ L:___ PL:___ PT:___ E:___ A:___ CB:___ CP:___					
<b>Entradas del proceso:</b> Tubo sin perforado			<b>Salidas del Proceso:</b> Tubo perforado		
<b>N° De paso</b>	<b>Descripción</b>		<b>Equipos, herramientas, instrumentos y materiales</b>		
1	Preparar el taladro con la sierra copa del tamaño especificado en los planos		Taladro, sierra copa		
2	Sujetar el tubo para que no se mueva durante el proceso de perforado		Tubo, prensa		
3	Marcar el lugar donde se va a realizar la perforación		Marcador, tubo		
4	Perforar el agujero en el tubo		Taladro, sierra copa, tubo		
<b>Elaborado por:</b> - Maria Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 26/03/2023				<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023	


		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		<b>Ficha ejecución de procedimiento N° F03.1.3</b>	
				<b>FORMATO UNICO</b>	
<b>Nombre del Proceso:</b> Corte boca de pez de los tubos				<b>Código del Proceso:</b> F-01-CB	
<b>Descripción:</b> Realizar el corte boca de pez a los tubos para facilitar su ensamble. Proceso compatible con las piezas BEM: 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9				<b>Hoja N° 01 de 01</b>	
				<b>Personal</b> 1	<b>Tiempo</b> 15 (min)
<b>Tipo de Actividad:</b> C:___ D:___ PF:___ S:___ L:___ PL:___ PT:___ E:___ A:___ CB: <u>X</u> CP:					
<b>Entradas del proceso:</b> Tubos de extremo recto			<b>Salidas del Proceso:</b> Tubos con extremo de boca de pez		
<b>N° De paso</b>	<b>Descripción</b>		<b>Equipos, herramientas, instrumento y materiales</b>		
1	Realizar un croquis con un marcador de la geometría del extremo		Marcador, tubos		
2	Posicionar la tubería en el esmeril		Tubos, estructura de sujeción, esmeril		
3	Remover material hasta lograr las dimensiones adecuadas de la boca de pescado		Tubos, estructura de sujeción, esmeril		
4	Retirar la tubería del esmeril		Tubos, estructura de sujeción, esmeril		
5	Pulir la superficie resultante de la boca de pescado		Tubos, pulidora		
<b>Elaborado por:</b> - Maria Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 26/03/2023			<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023		


		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		Ficha ejecución de procedimiento N° F03.1.3	
				<b>FORMATO UNICO</b>	
<b>Nombre del Proceso:</b> Corte por plasma de lámina				<b>Código del Proceso:</b> F-01-CP	
<b>Descripción:</b> Corte de la lámina para darle la forma establecida en los planos. Proceso compatible con las piezas BEM: 1.10				<b>Hoja N° 01 de 01</b>	
				<b>Personal</b> 1	<b>Tiempo</b> 10 (min)
<b>Tipo de Actividad:</b> C:___ D:___ PF:___ S:___ L:___ PL:___ PT:___ E:___ A:___ CB:___ CP: <u>X</u>					
<b>Entradas del proceso:</b> Lámina			<b>Salidas del Proceso:</b> Lamina cortada con la forma especificada en los planos		
<b>N° De paso</b>	<b>Descripción</b>		<b>Equipos, herramientas, instrumentos y materiales</b>		
1	Realizar un croquis con un marcador de la geometría de las láminas especificada en planos		Marcador, lámina		
2	Posicionar la lámina en un apoyo fijo y nivelado		Lámina, apoyo		
3	Cortar lámina hasta lograr las dimensiones especificadas en los planos		Lámina, máquina de corte por plasma		
<b>Elaborado por:</b> - María Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 26/03/2023				<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023	


		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		Ficha ejecución de procedimiento N° F03.1.3	
				<b>FORMATO UNICO</b>	
<b>Nombre del Proceso:</b> Limpieza de los tubos y láminas				<b>Código del Proceso:</b> F-01-L1	
<b>Descripción:</b> Limpieza de los tubos para eliminar residuos del proceso de corte. Proceso compatible con las piezas BEM: 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 1.10				<b>Hoja N° 01 de 01</b>	
				<b>Personal</b> 1	<b>Tiempo</b> 2 (min)
<b>Tipo de Actividad:</b> C:___ D:___ PF:___ S:___ L: <u>X</u> PL:___ PT:___ E:___ A:___ CB:___ CP:___					
<b>Entradas del proceso:</b> Tubos y láminas sucios			<b>Salidas del Proceso:</b> Tubos y láminas limpios		
<b>N° De paso</b>	<b>Descripción</b>			<b>Equipos, herramientas, instrumentos y materiales</b>	
1	Humedecer el paño con acetona o una solución alcalina suave			Paño, acetona o solución alcalina suave	
2	Limpiar toda la superficie exterior e interior de tubo			Paño, acetona o solución alcalina suave, tubos	
3	Repetir el paso 2 hasta terminar con los tubos			Paño, acetona o solución alcalina suave, tubos	
<b>Elaborado por:</b> - Maria Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 26/03/2023				<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco  <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023	


		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		<b>Ficha ejecución de procedimiento N° F03.1.3</b>	
		<b>FORMATO UNICO</b>			
<b>Nombre del Proceso:</b> Doblado de los tubos				<b>Código del Proceso:</b> F-01-D1	
<b>Descripción:</b> Doblar los tubos para darles la forma deseada.				<b>Hoja N° 01 de 01</b>	
Proceso compatible con las piezas BEM: 1.7, 1.8, 1.9				<b>Personal</b>	<b>Tiempo</b>
				1	5 (min)
<b>Tipo de Actividad:</b> C: ___ D: <u>X</u> PF: ___ S: ___ L: ___ PL: ___ PT: ___ E: ___ A: ___ CB: ___ CP: ___					
<b>Entradas del proceso:</b> Tubos cortados			<b>Salidas del Proceso:</b> Tubos doblados		
N° De paso	Descripción		Equipos, herramientas, instrumento y materiales		
1	Ajustar la dobladora con los rodillos de radios y grados de doblado especificados en los planos		Dobladora de tubos		
2	Posicionar los tubos en la dobladora		Dobladora de tubos, tubos		
3	Doblar el tubo		Dobladora de tubos, tubos		
4	Retirar el tubo doblado de la dobladora		Tubos		
5	Repetir los pasos 2 a 4 hasta terminar con los tubos		Dobladora de tubos, tubos		
<b>Elaborado por:</b> - Maria Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 26/03/2023				<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco  <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023	


		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		<b>Ficha ejecución de procedimiento N° F03.1.3</b>	
				<b>FORMATO UNICO</b>	
<b>Nombre del Proceso:</b> Soldadura de los componentes				<b>Código del Proceso:</b> F-01-S1	
<b>Descripción:</b> Soldar los tubos y láminas mediante soldadura TIG para ensamblar el cuadro de la bicicleta. Proceso compatible con las piezas BEM: 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 1.10				<b>Hoja N° 01 de 01</b>	
				<b>Personal</b>	<b>Tiempo</b>
				1	30 (min)
<b>Tipo de Actividad:</b> C:___ D:___ PF:___ S: <u>X</u> L:___ PL:___ PT:___ E:___ A:___ CB:___ CP:___					
<b>Entradas del proceso:</b> Tubos para el cuadro			<b>Salidas del Proceso:</b> Cuadro de la bicicleta unido		
<b>N° De paso</b>	<b>Descripción</b>		<b>Equipos, herramientas, instrumentos y materiales</b>		
1	Ubicar los tubos o láminas en una estructura base para dar forma y apoyo		Estructura base, tubos, láminas		
2	Soldar los tubos y láminas con un cordón de soldadura tipo costura con las medidas especificadas en los planos		Equipo de soldadura TIG		
3	Eliminar el material sobrante de la soldadura		Martillo pica escoria, cepillo de alambre		
<b>Elaborado por:</b> - Maria Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 26/03/2023			<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco  <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023		


		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		<b>Ficha ejecución de procedimiento N° F03.1.3</b>	
				<b>FORMATO UNICO</b>	
<b>Nombre del Proceso:</b> Pulido del cuadro para la bicicleta				<b>Código del Proceso:</b> F-01-PL	
<b>Descripción:</b> Pulido de las unines con soldadura para suavizar las uniones y perfeccionar el cuadro. Proceso compatible con las piezas BEM: 1				<b>Hoja N° 01 de 01</b>	
				<b>Personal</b>	<b>Tiempo</b>
				1	15 (min)
<b>Tipo de Actividad:</b> C: ___ D: ___ PF: ___ S: ___ L: ___ PL: <u>X</u> PT: ___ E: ___ A: ___ CB: ___ CP: ___					
<b>Entradas del proceso:</b> Cuadro unido			<b>Salidas del Proceso:</b> Cuadro pulido		
<b>N° De paso</b>	<b>Descripción</b>		<b>Equipos, herramientas, instrumentos y materiales</b>		
1	Preparar la pulidora con un disco para pulir metal de 24 granos		Pulidora, disco de grano 24		
2	Apoyar suavemente el cuadro de tal manera que se quede quieta pero sin afectar la integridad de la estructura		Apoyo, cuadro		
3	Pulir las uniones para eliminar los excesos de soldadura y dar un acabado más suave.		Pulidora, cuadro		
4	Retirar el cuadro del apoyo		Cuadro		
<b>Elaborado por:</b> - Maria Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 26/03/2023				<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco  <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023	


		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		Ficha ejecución de procedimiento N° F03.1.3	
				<b>FORMATO UNICO</b>	
<b>Nombre del Proceso:</b> Limpieza del cuadro				<b>Código del Proceso:</b> F-01-L2	
<b>Descripción:</b> Limpieza del cuadro para eliminar residuos de la pulida. Proceso compatible con las piezas BEM: 1				<b>Hoja N° 01 de 01</b>	
				<b>Personal</b>	<b>Tiempo</b>
				1	2 (min)
<b>Tipo de Actividad:</b> C:___ D:___ PF:___ S:___ L: <u>X</u> PL:___ PT:___ E:___ A:___ CB:___ CP:___					
<b>Entradas del proceso:</b> Cuadro de bicicleta sucio			<b>Salidas del Proceso:</b> Cuadro de bicicleta limpio		
<b>N° De paso</b>	<b>Descripción</b>		<b>Equipos, herramientas, instrumentos y materiales</b>		
1	Humedecer el paño con acetona o una solución alcalina suave		Paño, acetona o solución alcalina suave		
2	Limpiar toda la superficie e interior visible del cuadro para bicicleta		Paño, acetona o solución alcalina suave, cuadro		
<b>Elaborado por:</b> - Maria Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 26/03/2023			<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023		


		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		<b>Ficha ejecución de procedimiento N° F03.1.3</b>	
				<b>FORMATO UNICO</b>	
<b>Nombre del Proceso:</b> Aplicación del anticorrosivo				<b>Código del Proceso:</b> F-01-PT	
<b>Descripción:</b> Aplicación del anticorrosivo al cuadro de la bicicleta. Proceso compatible con las piezas BEM: 1				<b>Hoja N° 01 de 01</b>	
				<b>Personal</b> 1	<b>Tiempo</b> 6,5 horas
<b>Tipo de Actividad:</b> C:___ D:___ PF:___ S:___ L:___ PL:___ PT: <u>X</u> E:___ A:___ CB:___ CP:___					
<b>Entradas del proceso:</b> Cuadro de la bicicleta			<b>Salidas del Proceso:</b> Cuadro de la bicicleta con anticorrosivo		
<b>N° De paso</b>	<b>Descripción</b>		<b>Equipos, herramientas, instrumentos y materiales</b>		
1	Asegurar el cuadro de la bicicleta de tal manera que no afecte en la aplicación		Soporte, cuadro		
2	Cubrir los orificios expuestos del cuadro con cinta de enmascarar para no ser pintados		Cinta de enmascarar, cuadro		
3	Aplicar la pintura anticorrosiva al cuadro a una distancia de 8 cm		Pintura anticorrosiva, compresor de pintura, cuadro		
4	Dejar secar por 6 horas en un lugar libre de polvo		Cuadro		
<b>Elaborado por:</b> - Maria Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 26/03/2023			<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco  <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023		


		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		<b>Ficha Componentes Bicicleta Eléctrica N° F03.2.1</b>	
				<b>FORMATO UNICO</b>	
<b>Nombre:</b> Módulo de carga				<b>Código:</b> BEM-2.1	
<b>Autores:</b> Camilo Andrés González Rueda, María Alejandra Mogollón Martínez					
<b>Descripción:</b> Componentes del módulo de carga de aleación de aluminio 6061 T6				<b>Hoja N° 01 de 01</b>	
<b>Código</b>	<b>Componente</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Fabricante</b>	
BEM-2.1.1	Base módulo	Lámina con espesor 3 mm, 700 mm de ancho y 517 mm de largo, con dos agujeros de diámetro 16 mm	1	Autores	
BEM-2.1.2	Tubo de soporte	Tubería de perfil circular diámetro 25,4 mm, espesor de 2mm, longitud 818,5 mm, con dos dobleces a 90°	2	Autores	
BEM-2.1.3	Tubo de apoyo frontal	Tubería de perfil circular diámetro 12.7 mm, espesor de 2mm y longitud 405 mm	4	Autores	
BEM-2.1.4	Tubo de apoyo lateral	Tubería de perfil circular diámetro 12.7 mm, espesor de 2mm y longitud 645 mm	4	Autores	
BEM-2.1.5	Soporte base 1	Lámina con espesor 3 mm, 700 mm de ancho y 29 mm de largo	1	Autores	
BEM-2.1.6	Soporte base 2	Lámina con espesor 3 mm, 222 mm de ancho y 29 mm de largo	4	Autores	
BEM-2.1.7	Tubo protector rueda	Tubería de perfil circular diámetro 25,4 mm, espesor de 2mm, longitud 668.5 mm, con dos dobleces a 90°	2	Autores	
BEM-2.1.8	Soporte de sujeción	Tubería de perfil circular diámetro 15 mm, espesor de 2mm, longitud 991 mm, con un doblez a 18° y un agujero de diámetro 16 mm	2	Autores	
BEM-2.1.9	Unión eje trasero	Lámina con espesor 5mm, 75 mm de ancho y 36 mm de largo cortado según especificaciones del plano	2	Autores	
<b>Elaborado por:</b> - María Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 25/03/2023			<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023		


		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		<b>Ficha Instrucciones Manufactura N° F03.2.2</b>	
				<b>FORMATO UNICO</b>	
<b>Nombre:</b> Fabricación del módulo de carga				<b>Código:</b> F-02	
<b>Material:</b> Aleación de Aluminio 6061 T6					
<b>Descripción:</b> Instrucciones para manufacturar el módulo de carga para la bicicleta eléctrica.				<b>Hoja N° 01 de 01</b>	
<b>Código</b>	<b>Tipo de actividad</b>	<b>Descripción</b>	<b>P</b>	<b>T(min)</b>	
F-02-C1	C	Corte de los tubos	1	10	
F-02-C2	C	Corte de la lámina	1	10	
F-02-PF	PF	Perforado de los agujeros	1	5	
F-02-CB	CB	Corte boca de pez de los tubos	1	15	
F-02-CP	CP	Corte por plasma de lámina	1	10	
F-02-L1	L	Limpieza de las piezas	1	5	
F-02-D1	D	Doblado de los tubos	1	10	
F-02-D2	D	Doblado de la lámina base	1	10	
F-02-S1	S	Soldadura de la base	1	30	
F-02-S2	S	Soldadura de los tubos	1	60	
F-02-PL	PL	Pulida del módulo de carga	1	15	
F-02-L2	L	Limpieza del módulo	1	2	
F-02-PT	PT	Aplicación del anticorrosivo	1	6,5 (horas)	
<b>Elaborado por:</b> - Maria Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 25/03/2023			<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023		


		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		<b>Ficha ejecución de procedimiento N° F03.2.3</b>	
				<b>FORMATO UNICO</b>	
<b>Nombre del Proceso:</b> Corte de los tubos				<b>Código del Proceso:</b> F-02-C1	
<b>Descripción:</b> Corte en húmedo de los tubos para la fabricación del módulo de carga a la longitud especificada en los planos. Proceso compatible con las piezas BEM: 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4, 2.1.5, 2.1.6, 2.1.7, 2.1.8, 2.1.9				<b>Hoja N° 01 de 01</b>	
				<b>Personal</b>	<b>Tiempo</b>
				1	10 (min)
<b>Tipo de Actividad:</b> C: <input checked="" type="checkbox"/> D: <input type="checkbox"/> PF: <input type="checkbox"/> S: <input type="checkbox"/> L: <input type="checkbox"/> PL: <input type="checkbox"/> PT: <input type="checkbox"/> E: <input type="checkbox"/> A: <input type="checkbox"/> CB: <input type="checkbox"/> CP: <input type="checkbox"/>					
<b>Entradas del proceso:</b> Tubos de Aleación de aluminio 6061 T6			<b>Salidas del Proceso:</b> Tubos de cortados a la longitud especificada en los planos		
<b>N° De paso</b>	<b>Descripción</b>			<b>Equipos, herramientas, instrumento y materiales</b>	
1	Separar los tubos por orden de menor a mayor diámetro			Tubos	
2	Marcar la distancia a la cual se va a realizar el corte según indicaciones en los planos			Marcador, tubos	
3	Posicionar el tubo en la sierra cortadora de mesa			Sierra cortadora de mesa, tubos	
4	Cortar el tubo a la distancia indicada en la sierra cortadora de mesa, realizando el corte en húmedo			Sierra cortadora de mesa, tubos	
5	Retirar el tubo			Tubos	
6	Repetir los pasos 3 a 5 hasta completar todos los cortes			Sierra cortadora de mesa, tubos	
<b>Elaborado por:</b> - Maria Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 26/03/2023				<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco  <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023	


		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		<b>Ficha ejecución de procedimiento N° F03.2.3</b>	
				<b>FORMATO UNICO</b>	
<b>Nombre del Proceso:</b> Corte de la lámina				<b>Código del Proceso:</b> F-02-C2	
<b>Descripción:</b> Corte de los tubos para la fabricación del módulo de carga a las dimensiones especificadas en los planos. Proceso compatible con las piezas BEM: 2.1.1, 2.1.5, 2.1.6, 2.1.9				<b>Hoja N° 01 de 01</b>	
				<b>Personal</b>	<b>Tiempo</b>
				1	10 (min)
<b>Tipo de Actividad:</b> C: <u>X</u> D: ___ PF: ___ S: ___ L: ___ PL: ___ PT: ___ E: ___ A: ___ CB: ___ CP: ___					
<b>Entradas del proceso:</b> Lamina de Aleación de aluminio 6061 T6			<b>Salidas del Proceso:</b> Laminas cortadas con las dimensiones especificadas en los planos		
<b>N° De paso</b>	<b>Descripción</b>			<b>Equipos, herramientas, instrumento y materiales</b>	
1	Marcar la distancia a la cual se va a realizar el corte según indicaciones en los planos			Marcador, lámina	
2	Posicionar la lámina en la mesa de corte			Mesa de corte, lámina	
3	Cortar la lámina según las indicaciones en los planos			Mesa de corte, lámina	
4	Montar lámina en la máquina de corte por plasma para realizar la forma con las medidas especificadas en los planos			Cortadora por plasma, lámina	
5	Ejecutar el proceso de corte por plasma para realizar la forma con las medidas especificadas en los planos			Cortadora por plasma, lámina	
6	Desmontar lámina en la fresadora para realizar la forma con las medidas especificadas en los planos			Cortadora por plasma, lámina	
<b>Elaborado por:</b> - Maria Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 26/03/2023				<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco  <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023	


		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		Ficha ejecución de procedimiento N° F03.2.3	
				<b>FORMATO UNICO</b>	
<b>Nombre del Proceso:</b> Perforado de los agujeros				<b>Código del Proceso:</b> E-02-PF	
<b>Descripción:</b> Perforar los agujeros de media pulgada la sujeción de las ruedas. Proceso compatible con las piezas BEM: 2.1.1, 2.1.7				<b>Hoja N° 01 de 01</b>	
				<b>Personal</b>	<b>Tiempo</b>
				1	5 (min)
<b>Tipo de Actividad:</b> C:___ D:___ PF: <u>X</u> S:___ L:___ PL:___ PT:___ E:___ A:___ CB:___ CP:___					
<b>Entradas del proceso:</b> Tubos y lámina rectos sin perforado			<b>Salidas del Proceso:</b> Tubos y lámina perforados		
<b>N° De paso</b>	<b>Descripción</b>		<b>Equipos, herramientas, instrumentos y materiales</b>		
1	Preparar el taladro con la sierra copa del tamaño especificado en los planos		Taladro, sierra copa		
2	Sujetar el tubo para que no se mueva durante el proceso de perforado		Tubo, prensa		
3	Marcar el lugar donde se va a realizar la perforación		Marcador, tubo		
4	Perforar el agujero en el tubo		Taladro, sierra copa, tubo		
5	Soltar el tubo y encajar el segundo tubo		Tubo, prensa		
6	Repetir los pasos 2 a 4 en el segundo tubo		Taladro, sierra copa, marcador, tubo		
7	Ubicar la lámina en la mesa de corte		Lámina, mesa de corte		
8	Repetir los pasos 2 a 4 en la lámina		Taladro, sierra copa, marcador, lámina		
<b>Elaborado por:</b> - Maria Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 26/03/2023			<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023		


		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		Ficha ejecución de procedimiento N° F03.2.3	
				<b>FORMATO UNICO</b>	
<b>Nombre del Proceso:</b> Corte boca de pez de los tubos				<b>Código del Proceso:</b> F-02-CB	
<b>Descripción:</b> Realizar el corte boca de pez a los tubos para facilitar su ensamble. Proceso compatible con las piezas BEM: 2.1.3, 2.1.4, 2.1.8				<b>Hoja N° 01 de 01</b>	
				<b>Personal</b> 1	<b>Tiempo</b> 15 (min)
<b>Tipo de Actividad:</b> C:___ D:___ PF:___ S:___ L:___ PL:___ PT:___ E:___ A:___ CB: <u>X</u> CP:___					
<b>Entradas del proceso:</b> Tubos de extremo recto			<b>Salidas del Proceso:</b> Tubos con extremo de boca de pez		
<b>N° De paso</b>	<b>Descripción</b>		<b>Equipos, herramientas, instrumento y materiales</b>		
1	Realizar un croquis con un marcador de la geometría del extremo		Marcador, tubos		
2	Posicionar la tubería en el esmeril		Tubos, estructura de sujeción, esmeril		
3	Remover material hasta lograr las dimensiones adecuadas de la boca de pescado		Tubos, estructura de sujeción, esmeril		
4	Retirar la tubería del esmeril		Tubos, estructura de sujeción, esmeril		
5	Pulir la superficie resultante de la boca de pescado		Tubos, pulidora		
<b>Elaborado por:</b> - Maria Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 26/03/2023				<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023	


		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		Ficha ejecución de procedimiento N° F03.2.3	
				<b>FORMATO UNICO</b>	
<b>Nombre del Proceso:</b> Corte por plasma de lámina				<b>Código del Proceso:</b> F-02-CP	
<b>Descripción:</b> Corte de la lámina para darle la forma establecida en los planos. Proceso compatible con las piezas BEM: 2.1.9				<b>Hoja N° 01 de 01</b>	
				<b>Personal</b> 1	<b>Tiempo</b> 10 (min)
<b>Tipo de Actividad:</b> C:___ D:___ PF:___ S:___ L:___ PL:___ PT:___ E:___ A:___ CB:___ CP: <u>X</u>					
<b>Entradas del proceso:</b> Lámina			<b>Salidas del Proceso:</b> Lamina cortada con la forma especificada en los planos		
<b>N° De paso</b>	<b>Descripción</b>		<b>Equipos, herramientas, instrumento y materiales</b>		
1	Realizar un croquis con un marcador de la geometría de las láminas especificada en planos		Marcador, lámina		
2	Posicionar la lámina en un apoyo fijo y nivelado		Lámina, apoyo		
3	Cortar lámina hasta lograr las dimensiones especificadas en los planos		Lámina, máquina de corte por plasma		
<b>Elaborado por:</b> - María Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 26/03/2023				<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco  <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023	


		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		<b>Ficha ejecución de procedimiento N° F03.2.3</b>	
				<b>FORMATO UNICO</b>	
<b>Nombre del Proceso:</b> Limpieza de las piezas cortadas				<b>Código del Proceso:</b> F-02-L1	
<b>Descripción:</b> Limpieza de los tubos para eliminar residuos del proceso de corte. Proceso compatible con las piezas BEM: 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4, 2.1.5, 2.1.6, 2.1.7, 2.1.8, 2.1.9				<b>Hoja N° 01 de 01</b>	
				<b>Personal</b>	<b>Tiempo</b>
				1	2 (min)
<b>Tipo de Actividad:</b> C:___ D:___ PF:___ S:___ L: <u>X</u> PL:___ PT:___ E:___ A:___ CB:___ CP:___					
<b>Entradas del proceso:</b> Tubos y láminas sucios			<b>Salidas del Proceso:</b> Tubos y láminas limpias		
<b>N° De paso</b>	<b>Descripción</b>			<b>Equipos, herramientas, instrumento y materiales</b>	
1	Humedecer el paño con acetona o una solución alcalina suave			Paño, acetona o solución alcalina suave	
2	Limpiar toda la superficie e interior de tubo			Paño, acetona o solución alcalina suave, tubos	
3	Repetir el paso 2 hasta terminar con los tubos, agregando más acetona si es necesario			Paño, acetona o solución alcalina suave, tubos	
4	Limpiar toda la superficie de las láminas, agregando más acetona si es necesario			Paño, acetona o solución alcalina suave, láminas	
<b>Elaborado por:</b> - María Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 26/03/2023				<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco  <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023	


		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		<b>Ficha ejecución de procedimiento N° F03.2.3</b>	
				<b>FORMATO UNICO</b>	
<b>Nombre del Proceso:</b> Doblado de los tubos				<b>Código del Proceso:</b> F-02-D1	
<b>Descripción:</b> Doblar los tubos para darles la forma deseada. Proceso compatible con las piezas BEM: 2.1.2, 2.1.7, 2.1.8				<b>Hoja N° 01 de 01</b>	
				<b>Personal</b> 1	<b>Tiempo</b> 5 (min)
<b>Tipo de Actividad:</b> C:___ D: <u>X</u> PF:___ S:___ L:___ PL:___ PT:___ E:___ A:___ CB:___ CP:___					
<b>Entradas del proceso:</b> Tubos rectos			<b>Salidas del Proceso:</b> Tubos doblados		
<b>N° De paso</b>	<b>Descripción</b>			<b>Equipos, herramientas, instrumentos y materiales</b>	
1	Ajustar la dobladora con los rodillos de radios y grados de doblado especificados en los planos			Dobladora de tubos	
2	Posicionar los tubos en la dobladora			Dobladora de tubos, tubos	
3	Doblar el tubo			Dobladora de tubos, tubos	
4	Retirar el tubo doblado de la dobladora			Tubos	
5	Repetir los pasos 2 a 4 hasta terminar con los tubos			Dobladora de tubos, tubos	
<b>Elaborado por:</b> - Maria Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 26/03/2023				<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco  <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023	


		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		<b>Ficha ejecución de procedimiento N° F03.2.3</b>	
				<b>FORMATO UNICO</b>	
<b>Nombre del Proceso:</b> Doblado de la lámina base				<b>Código del Proceso:</b> F-02-D2	
<b>Descripción:</b> Doblar los lámina para darles la forma deseada. Proceso compatible con las piezas BEM: 2.1.1				<b>Hoja N° 01 de 01</b>	
				<b>Personal</b> 1	<b>Tiempo</b> 5 (min)
<b>Tipo de Actividad:</b> C:___ D: <u>X</u> PF:___ S:___ L:___ PL:___ PT:___ E:___ A:___ CB:___ CP:___					
<b>Entradas del proceso:</b> Lámina recta			<b>Salidas del Proceso:</b> Lámina doblada		
<b>N° De paso</b>	<b>Descripción</b>		<b>Equipos, herramientas, instrumentos y materiales</b>		
1	Marcar la distancia la cual se va a realizar los doblados en la lámina		Marcador, lámina		
2	Ajustar la dobladora para realizar el dobléz a 90°		Dobladora de láminas		
3	Posicionar la lámina en la dobladora		Dobladora de láminas, lámina		
4	Realizar el dobléz a 90° en lugar marcado		Dobladora de láminas, lámina		
5	Posicionar la lámina para realizar el siguiente dobléz		Dobladora de láminas, lámina		
6	Repetir los pasos 4 y 5 hasta terminar con todos los dobleces		Dobladora de láminas, lámina		
<b>Elaborado por:</b> - Maria Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 26/03/2023			<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023		


		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		<b>Ficha ejecución de procedimiento N° F03.2.3</b>	
		<b>FORMATO UNICO</b>			
<b>Nombre del Proceso:</b> Soldadura de la base del módulo				<b>Código del Proceso:</b> F-02-S1	
<b>Descripción:</b> Soldar las láminas de la base del módulo mediante soldadura TIG. Proceso compatible con las piezas BEM: 2.1.1, 2.1.5, 2.1.6				<b>Hoja N° 01 de 01</b>	
				<b>Personal</b>	<b>Tiempo</b>
				1	30 (min)
<b>Tipo de Actividad:</b> C:___ D:___ PF:___ S: <u>X</u> L:___ PL:___ PT:___ E:___ A:___ CB:___ CP:___					
<b>Entradas del proceso:</b> Láminas para la base del módulo			<b>Salidas del Proceso:</b> Base del módulo unida		
<b>N° De paso</b>	<b>Descripción</b>			<b>Equipos, herramientas, instrumento y materiales</b>	
1	Ubicar las láminas en una estructura base para dar forma y apoyo			Estructura base, láminas	
2	Soldar los pliegues de doblado de la lámina base con un cordón de soldadura tipo filete con las medidas especificadas en los planos			Equipo de soldadura TIG	
3	Soldar las láminas de soporte a la lámina base con puntos intermitentes de soldadura con las medidas especificadas en los planos			Equipo de soldadura TIG	
4	Eliminar el material sobrante de la soldadura			Martillo pica escoria, cepillo de alambre	
<b>Elaborado por:</b> - María Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 26/03/2023				<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco  <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023	


		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		Ficha ejecución de procedimiento N° F03.2.3	
				<b>FORMATO UNICO</b>	
<b>Nombre del Proceso:</b> Soldadura de los tubos al módulo de carga				<b>Código del Proceso:</b> F-02-S2	
<b>Descripción:</b> Soldar los tubos a la base del módulo mediante soldadura TIG unir el módulo de carga. Proceso compatible con las piezas BEM: 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4, 2.1.7, 2.1.8, 2.1.9				<b>Hoja N° 01 de 01</b>	
				<b>Personal</b>	<b>Tiempo</b>
				1	60 (min)
<b>Tipo de Actividad:</b> C:___ D:___ PF:___ S: <u>X</u> L:___ PL:___ PT:___ E:___ A:___ CB:___ CP:___					
<b>Entradas del proceso:</b> Tubos para el módulo y base del módulo			<b>Salidas del Proceso:</b> Módulo de carga unido		
<b>N° De paso</b>	<b>Descripción</b>			<b>Equipos, herramientas, instrumentos y materiales</b>	
1	Ubicar los tubos y láminas en una estructura base para dar forma y apoyo			Estructura base, tubos, láminas	
2	Soldar los tubos y láminas con un cordón de soldadura tipo costura con las medidas especificadas en los planos			Equipo de soldadura TIG	
3	Eliminar el material sobrante de la soldadura			Martillo pica escoria, cepillo de alambre	
<b>Elaborado por:</b> - Maria Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 26/03/2023				<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco  <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023	


		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		<b>Ficha ejecución de procedimiento N° F03.2.3</b>	
				<b>FORMATO UNICO</b>	
<b>Nombre del Proceso:</b> Pulido del módulo de carga				<b>Código del Proceso:</b> F-02-PL	
<b>Descripción:</b> Pulido de las unines con soldadura para suavizar las uniones y perfeccionar el módulo. Proceso compatible con las piezas BEM: 2.1				<b>Hoja N° 01 de 01</b>	
				<b>Personal</b>	<b>Tiempo</b>
				1	15 (min)
<b>Tipo de Actividad:</b> C: ___ D: ___ PF: ___ S: ___ L: ___ PL: <u>X</u> PT: ___ E: ___ A: ___ CB: ___ CP: ___					
<b>Entradas del proceso:</b> Módulo de carga unido			<b>Salidas del Proceso:</b> Módulo de carga pulido		
<b>N° De paso</b>	<b>Descripción</b>			<b>Equipos, herramientas, instrumentos y materiales</b>	
1	Preparar la pulidora con un disco para pulir metal de 24 granos			Pulidora, disco de grano 24	
2	Apoyar suavemente el módulo de tal manera que se quede quieta pero sin afectar la integridad de la estructura			Apoyo, módulo	
3	Pulir las uniones para eliminar los excesos de soldadura y dar un acabado más suave.			Pulidora, módulo	
4	Retirar el módulo del apoyo			Cuadro	
<b>Elaborado por:</b> - Maria Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 26/03/2023				<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco  <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023	


		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		<b>Ficha ejecución de procedimiento N° F03.2.3</b>	
				<b>FORMATO UNICO</b>	
<b>Nombre del Proceso:</b> Limpieza del módulo de carga				<b>Código del Proceso:</b> F-02-L2	
<b>Descripción:</b> Limpieza del módulo para eliminar residuos de la pulida.  Proceso compatible con las piezas BEM: 2.1				<b>Hoja N° 01 de 01</b>	
				<b>Personal</b> 1	<b>Tiempo</b> 2 (min)
<b>Tipo de Actividad:</b> C: ___ D: ___ PF: ___ S: ___ L: <u>X</u> PL: ___ PT: ___ E: ___ A: ___ CB: ___ CP: ___					
<b>Entradas del proceso:</b> Cuadro de bicicleta sucio			<b>Salidas del Proceso:</b> Cuadro de bicicleta limpio		
<b>N° De paso</b>	<b>Descripción</b>		<b>Equipos, herramientas, instrumentos y materiales</b>		
1	Humedecer el paño con acetona o una solución alcalina suave		Paño, acetona o solución alcalina suave		
2	Limpiar toda la superficie del módulo de carga		Paño, acetona o solución alcalina suave, módulo		
<b>Elaborado por:</b> - Maria Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 26/03/2023			<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco  <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023		


		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		<b>Ficha ejecución de procedimiento N° F03.2.3</b>	
				<b>FORMATO UNICO</b>	
<b>Nombre del Proceso:</b> Aplicación del anticorrosivo al módulo				<b>Código del Proceso:</b> F-02-PT	
<b>Descripción:</b> Aplicación del anticorrosivo al módulo de carga.				<b>Hoja N° 01 de 01</b>	
Proceso compatible con las piezas BEM: 2.1				<b>Personal</b> 1	<b>Tiempo</b> 6,5 horas
<b>Tipo de Actividad:</b> C:___ D:___ PF:___ S:___ L:___ PL:___ PT: <u>X</u> E:___ A:___ CB:___ CP:___					
<b>Entradas del proceso:</b> Módulo de carga			<b>Salidas del Proceso:</b> Módulo de carga con anticorrosivo		
<b>N° De paso</b>	<b>Descripción</b>		<b>Equipos, herramientas, instrumentos y materiales</b>		
1	Asegurar el módulo de carga de tal manera que no afecte en la aplicación		Soporte, módulo		
2	Aplicar la pintura anticorrosiva al cuadro a una distancia de 8 cm		Pintura anticorrosiva, compresor de pintura, módulo		
3	Dejar secar por 6 horas en un lugar libre de polvo		Módulo de carga		
<b>Elaborado por:</b> - Maria Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 26/03/2023			<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023		


		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		<b>Ficha ejecución de procedimiento N° F03.3</b>	
				<b>FORMATO UNICO</b>	
<b>Nombre del Proceso:</b> Ensamble de las ruedas al módulo de carga				<b>Código del Proceso:</b> E-01	
<b>Descripción:</b> Ensamble de las ruedas de 13 pulgadas al módulo de carga. Proceso compatible con las piezas BEM: 2.1, 2.2				<b>Hoja N° 01 de 01</b>	
				<b>Personal</b>	<b>Tiempo</b>
				1	5 (min)
<b>Tipo de Actividad:</b> C:___ D:___ PF:___ S:___ L:___ PL:___ PT:___ E: <u>X</u> A:___ CB:___ CP:___					
<b>Entradas del proceso:</b> Módulo de carga, ruedas 12 1/2" x 2 1/4"			<b>Salidas del Proceso:</b> Módulo de carga ensamblado		
<b>N° De paso</b>	<b>Descripción</b>			<b>Equipos, herramientas, instrumentos y materiales</b>	
1	Insertar un extremo del eje de la rueda al agujero de la base del módulo de carga			Módulo de carga, rueda	
2	Insertar el otro extremo en el agujero del tubo arco para la rueda			Módulo de carga, rueda	
3	Roscar los dos extremos de la rueda con las tuercas de tal manera que la rueda no choque con el módulo de carga			Módulo de carga, rueda, llave	
4	Repetir los pasos 1 a 3 con la otra rueda en el otro lado del módulo de carga			Módulo de carga, rueda, llave	
<b>Elaborado por:</b> - Maria Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 26/03/2023				<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco  <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023	


		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		<b>Ficha ejecución de procedimiento N° F03.3</b>	
				<b>FORMATO UNICO</b>	
<b>Nombre del Proceso:</b> Armado de las llantas de la bicicleta				<b>Código del Proceso:</b> A-01	
<b>Descripción:</b> Armar las llantas con el neumático y la cubierta MTB rin 26" x 1,95 " Proceso compatible con las piezas BEM: 3.1, 4.2, 4.3, 4.4				<b>Hoja N° 01 de 01</b>	
				<b>Personal</b>	<b>Tiempo</b>
				1	10 (min)
<b>Tipo de Actividad:</b> C:___ D:___ PF:___ S:___ L:___ PL:___ PT:___ E: <u>X</u> A:___ CB:___ CP:___					
<b>Entradas del proceso:</b> Lanta, neumático, cubierta			<b>Salidas del Proceso:</b> Llanta armada		
<b>N° De paso</b>	<b>Descripción</b>		<b>Equipos, herramientas, instrumentos y materiales</b>		
1	Inserta la el neumático en la cubierta		Neumático, cubierta, llanta		
2	Insertar la cubierta con el neumático en el neumático en la llanta de tal manera que la válvula salga por el orificio de la rueda para esta		Neumático, cubierta		
3	Inflar la rueda hasta una presión aproximada de 65 psi		Neumático, cubierta, llanta, inflador o compresor		
4	Repetir los pasos 1 a 3 con la otra llanta		Neumático, cubierta, llanta, inflador o compresor		
<b>Elaborado por:</b> - Maria Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 26/03/2023			<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023		


		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		Ficha ejecución de procedimiento N° F03.3	
				<b>FORMATO UNICO</b>	
<b>Nombre del Proceso:</b> Ensamble de la suspensión y dirección				<b>Código del Proceso:</b> E-02	
<b>Descripción:</b> Ensamble de la horquilla con suspensión, la rueda delantera, tija, manubrio y los mangos del manubrio al cuadro de la bicicleta. Proceso compatible con las piezas BEM: 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7				<b>Hoja N° 01 de 02</b>	
				<b>Personal</b>	<b>Tiempo</b>
				1	15 (min)
<b>Tipo de Actividad:</b> C:___ D:___ PF:___ S:___ L:___ PL:___ PT:___ E: <u>X</u> A:___ CB:___ CP:___					
<b>Entradas del proceso:</b>			<b>Salidas del Proceso:</b>		
Horquilla con suspensión, rueda delantera , manubrio, vástago, mangod del manubrio, y cuadro			Ensamble de dirección y suspensión		
<b>N° De paso</b>	<b>Descripción</b>		<b>Equipos, herramientas, instrumento y materiales</b>		
1	Insertar la taza inferior en la horquilla		Taza inferior, horquilla		
2	Engrasar los extremos del tubo de dirección		Cuadro de la bicicleta, grasa para bicicleta		
3	Insertar la horquilla en el tubo de dirección		Rodamiento, cuadro de la bicicleta		
4	Insertar el rodamiento en el extremo superior del tubo de dirección		Horquilla, cuadro de la bicicleta		
5	Insertar el cubrepolvo del rodamiento y ajustar la horquilla		Horquilla, cubrepolvo, cuadro de la bicicleta		
6	Insertar el vástago entre la horquilla y el tubo de dirección de tal manera que el espacio donde va el manillar quede perpendicular a la horquilla		Cuadro de la bicicleta, vástago		
7	Roscarla a la altura determinada hasta que quede estática		Tija, llave allen		
8	Insertar el manubrio en el vástago de tal manera que el espacio a ambos lados sea igual		Manubrio, vástago		
<b>Elaborado por:</b> - Maria Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 26/03/2023				<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco  <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023	


		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		<b>Ficha ejecución de procedimiento N° F03.3</b>	
				<b>FORMATO UNICO</b>	
<b>Nombre del Proceso:</b> Ensamble de la suspensión y dirección				<b>Código del Proceso:</b> E-02	
<b>Descripción:</b> Ensamble de la horquilla con suspensión, la rueda delantera, tija, manubrio y los mangos del manubrio al cuadro de la bicicleta. Proceso compatible con las piezas BEM: 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7				<b>Hoja N° 02 de 02</b>	
				<b>Personal</b>	<b>Tiempo</b>
				1	15 (min)
<b>Tipo de Actividad:</b> C:___ D:___ PF:___ S:___ L:___ PL:___ PT:___ E: <u>X</u> A:___ CB:___ CP:___					
<b>Entradas del proceso:</b> Horquilla con suspensión, rueda delantera , manubrio, vástago, mangod del manubrio, y cuadro			<b>Salidas del Proceso:</b> Ensamble de dirección y suspensión		
<b>N° De paso</b>	<b>Descripción</b>		<b>Equipos, herramientas, instrumento y materiales</b>		
9	Roscarla hasta que quede fija		Manubrio, vástago, llave allen		
10	Comprobar que el giro de manubrio coincida con el giro de la rueda delantera		Manubrio, horquilla, rueda delantera		
11	Instalar los mangos del manubrio en el manubrio		Mangos del manubrio, manubrio		
<b>Elaborado por:</b> - Maria Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 26/03/2023			<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco  <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023		


		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		<b>Ficha ejecución de procedimiento N° F03.3</b>	
				<b>FORMATO UNICO</b>	
<b>Nombre del Proceso:</b> Ensamble del sistema de propulsión eléctrico				<b>Código del Proceso:</b> E-03	
<b>Descripción:</b> Ensamble de la rueda trasera con motor eléctrico, batería, pantalla LCD, controlador, acelerador. Proceso compatible con las piezas BEM: 2.2, 3.2, 3.3, 3.4, 3.6, 3.7				<b>Hoja N° 01 de 01</b>	
				<b>Personal</b>	<b>Tiempo</b>
				1	15 (min)
<b>Tipo de Actividad:</b> C: ___ D: ___ PF: ___ S: ___ L: ___ PL: ___ PT: ___ E: <u>X</u> A: ___ CB: ___ CP: ___					
<b>Entradas del proceso:</b> Rueda trasera con motor eléctrico, batería y controlador, acelerador.			<b>Salidas del Proceso:</b> Ensamble del sistema de potencia eléctrico		
<b>N° De paso</b>	<b>Descripción</b>		<b>Equipos, herramientas, instrumentos y materiales</b>		
1	Colocar las arandelas a la rueda trasera con motor para poder encajarla en el cuadro de la bicicleta		Rueda trasera con motor, arandelas		
2	insertar la rueda en las pinzas de sujeción que trae el cuadro de la bicicleta		Rueda trasera con motor, cuadro		
3	Colocar las arandela y las tuercas en cada extremo de la rueda trasera con motor y luego roscarla de tal manera que no se salga.		Rueda trasera con motor, arandelas, tuercas, llave		
4	Realizar dos perforaciones al cuadro para insertar la case con controlador de la batería		Cuadro de la bicicleta, taladro		
5	Colocar la base para la batería en el cuadro y asegurarla con pernos y tuercas		Cuadro de la bicicleta, base con controlador, pernos y tuercas, llave		
6	Insertar la batería en la base con controlador		Batería, base con controlador		
7	Insertar el acelerador y la pantalla LED en el manubrio, roscandolos hasta que queden fijos		Acelerador, pantalla LCD, manubrio		
8	Realizar las conexiones de los cables como se indica en el manual del kit de conversión eléctrica		Cables		
<b>Elaborado por:</b> - Maria Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 26/03/2023			<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco  <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023		


		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		Ficha ejecución de procedimiento N° F03.3	
				<b>FORMATO UNICO</b>	
<b>Nombre del Proceso:</b> Ensamble del sistema de transmisión.				<b>Código del Proceso:</b> E-04	
<b>Descripción:</b> Ensamble de la corona, pedalier, coronilla, biela, desviador, y cadena a la bicicleta. Proceso compatible con las piezas BEM: 3.8, 3.9, 3.10, 3.11, 3.12, 3.13, 3.14, 3.15				<b>Hoja N° 01 de 01</b>	
				<b>Personal</b>	<b>Tiempo</b>
				1	15 (min)
<b>Tipo de Actividad:</b> C: ___ D: ___ PF: ___ S: ___ L: ___ PL: ___ PT: ___ E: <u>X</u> A: ___ CB: ___ CP: ___					
<b>Entradas del proceso:</b> Pedalier, coronilla, bielas, palanca de cambios, cassette, cadena, pedales			<b>Salidas del Proceso:</b> Ensamble del sistema de transmisión a la bicicleta		
<b>N° De paso</b>	<b>Descripción</b>			<b>Equipos, herramientas, instrumentos y materiales</b>	
1	Desenroscar el extremo izquierdo del pedalier o cartucho, instalarlo en la caja del pedalier y rosacar el extremo izquierdo de tal manera que quede fijo			Pedalier o cartucho, cuadro, llave para pedalier	
2	Insertar la coronilla con biela en el pedalier y la otra biela en el otro extremo de tal manera que esta apunte al sentido opuesto y rosarla hasta asegurarla			Pedalier o cartucho, coronilla 32t con biela, biela, llave allen	
3	Instalar el desviador en la rueda trasera teniendo en cuenta que este debe ir colgando y aseguraralo			Desviador, llave allen	
4	Insertar la palanca de cambios en el manubrio en la parte izquierda y asegurarla para que quede fija			Palanca de cambios, manubrio, llave allen	
5	Conectar la palanca de cambios al desviador y asegurarla roscandola			Palanca de cambios, desviador, llave allen	
6	Desroscar el extremo derecho de la rueda trasera e insertar el cassette de 12v, posteriormente volver a rosacar la rueda para asegurarla			Rueda trasera, cassette 12v, llave	
7	Instalar la cadena de la coronilla al desviador, luego al cassette y de vuelta a la coronilla y cerrar la cadena con el eslabón de apertura y cierre			Coronilla, desviador, cassette, cadena	
8	Instalar los pedales en las bielas roscandolos de tal manera que queden fijos			Pedales, bielas, llave	
<b>Elaborado por:</b> - Maria Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 26/03/2023				<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco  <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023	


		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		<b>Ficha ejecución de procedimiento N° F03.3</b>	
				<b>FORMATO UNICO</b>	
<b>Nombre del Proceso:</b> Ensamble del sistema de frenado				<b>Código del Proceso:</b> E-05	
<b>Descripción:</b> Ensamble de los discos y palancas de freno.				<b>Hoja N° 01 de 01</b>	
Proceso compatible con las piezas BEM: 4.8, 4.9				<b>Personal</b>	<b>Tiempo</b>
				1	10 (min)
<b>Tipo de Actividad:</b> C: ___ D: ___ PF: ___ S: ___ L: ___ PL: ___ PT: ___ E: <u>X</u> A: ___ CB: ___ CP: ___					
<b>Entradas del proceso:</b> Discos, palancas de freno, bicicleta			<b>Salidas del Proceso:</b> Ensamble del sistema de frenado a la bicicleta		
<b>N° De paso</b>	<b>Descripción</b>		<b>Equipos, herramientas, instrumento y materiales</b>		
1	Retirar la tuerca del lado derecho de la rueda delantera		Rueda delantera, tuerca, llave		
2	Insertar el disco de freno en la rueda y volverla a acomodar en la horquilla.		Disco de freno, rueda delantera		
3	Insertar la tuerca y roscaarla hasta que quede fija		Rueda delantera, tuerca, llave		
4	Repetir los pasos 1 a 3 en la rueda trasera pero en el lado derecho		Rueda delantera, disco de freno, tuerca, llave		
5	Insertar las palancas de freno en cada uno de los lados del manubrio y roscairlas hasta que queden fijas		Palancas de freno, manubrio, llave allen		
6	Fijar el puente de freno en el extremo derecho de la horquilla de tal manera que la pastilla toque con el disco y roscarlo para asegurarlo		Puente de freno, horquilla, llave allen		
7	Fijar el puente de freno en un extremo izquierdo tirante de tal manera que la pastilla toque con el disco y roscarlo para asegurarlo para la rueda trasera		Puente de freno, cuadro, llave allen		
<b>Elaborado por:</b> - Maria Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 26/03/2023					
<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023					


		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		Ficha ejecución de procedimiento N° F03.3	
				<b>FORMATO UNICO</b>	
<b>Nombre del Proceso:</b> Ensamble del sillín y la tija				<b>Código del Proceso:</b> E-06	
<b>Descripción:</b> Ensamble de la tija, el sillín al cuadro de la bicicleta.				<b>Hoja N° 01 de 01</b>	
Proceso compatible con las piezas BEM: 5.1, 5.2				<b>Personal</b> 1	<b>Tiempo</b> 10 (min)
<b>Tipo de Actividad:</b> C: ___ D: ___ PF: ___ S: ___ L: ___ PL: ___ PT: ___ E: <u>X</u> A: ___ CB: ___ CP: ___					
<b>Entradas del proceso:</b> Tija y sillín			<b>Salidas del Proceso:</b> Tija y sillín unidos al cuadro de la bicicleta		
<b>N° De paso</b>	<b>Descripción</b>		<b>Equipos, herramientas, instrumentos y materiales</b>		
1	Instalar el sillín en la tija roscandolo de tal manera que quede fijo		Sillín, tija, llave allen		
2	Introducir la tija al tubo vertical a la altura establecida y asegurarla roscando hasta que quede fija		Tija, sillín, cuadro, llave allen		
<b>Elaborado por:</b> - Maria Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 26/03/2023				<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023	

		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		<b>Ficha ejecución de procedimiento N° F03.3</b>	
				<b>FORMATO UNICO</b>	
<b>Nombre del Proceso:</b> Ensamble de los accesorios				<b>Código del Proceso:</b> E-07	
<b>Descripción:</b> Ensamble de la del sensor PAS y las luces  Proceso compatible con las piezas BEM: 3,5, 6,1, 6,2				<b>Hoja N° 01 de 01</b>	
				<b>Personal</b> 1	<b>Tiempo</b> 5 (min)
<b>Tipo de Actividad:</b> C: ___ D: ___ PF: ___ S: ___ L: ___ PL: ___ PT: ___ E: <u>X</u> A: ___ CB: ___ CP: ___					
<b>Entradas del proceso:</b> Sensor PAS, las luces y bicicleta			<b>Salidas del Proceso:</b> Bicicleta ensamblada		
<b>N° De paso</b>	<b>Descripción</b>			<b>Equipos, herramientas, instrumentos y materiales</b>	
1	Desenroscar la biela izquierda e intalar el sensor pas			Biela izquierda, sensor pas	
2	Asegurar la biela teniendo en cuenta que debe apuntar al sentido opuesto de la otra biela y conectarlo al sistema de potencia eléctrico			Biela izquierda, sensor pas, sistema de potencia eléctrico	
3	Instalar el foco de luz blanca en el manubrio de tal manera que quede lo más centrado posible			Foco de luz blanca, manubrio	
4	Instalar el foco de roja un poco debajo de sillín de tal manera que sea visible a la hora de manejar			Foco de luz roja, cuadro	
5	Instalar el foco de roja en la parte trasera del módulo de carga			Foco de luz roja, módulo	
<b>Elaborado por:</b> - Maria Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 26/03/2023				<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco  <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023	

		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		<b>Ficha ejecución de procedimiento N° F03.3</b>	
				<b>FORMATO UNICO</b>	
<b>Nombre del Proceso:</b> Ensamble del módulo de carga a la bicicleta				<b>Código del Proceso:</b> E-08	
<b>Descripción:</b> Ensamble del módulo de carga removible a la bicicleta eléctrica.				<b>Hoja N° 01 de 01</b>	
Proceso compatible con las piezas: BEM, BEM 2				<b>Personal</b>	<b>Tiempo</b>
<b>Tipo de Actividad:</b> C: ___ D: ___ PF: ___ S: ___ L: ___ PL: ___ PT: ___ E: <u>X</u> A: ___ CB: ___ CP:				1	2 (min)
<b>Entradas del proceso:</b> Bicicleta eléctrica y módulo de carga			<b>Salidas del Proceso:</b> Bicicleta eléctrica con módulo de carga		
<b>N° De paso</b>	<b>Descripción</b>		<b>Equipos, herramientas, instrumentos y materiales</b>		
1	Desenroscar las tuercas de la rueda trasera		Rueda trasera, tuercas, llave		
2	Acomodar el módulo de carga de tal manera que la unión del eje trasero se enganche al eje de la rueda		Módulo de carga, rueda trasera		
3	Roscar las tuercas de tal manera que todos los componentes queden asegurados		Tuercas, llave		
<b>Elaborado por:</b> - Maria Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 26/03/2023				<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco  <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023	

		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		<b>Ficha de Calidad N° F04</b>	
		<b>FORMATO UNICO</b>			
<b>Nombre:</b> Pruebas de calidad de la bicicleta				<b>Código:</b> BEM-CA	
<b>Descripción:</b> Pruebas de calidad a realizar para verificar el correcto funcionamiento de la bicicleta eléctrica con el módulo de carga				<b>Hoja N° 01 de 01</b>	
<b>Código actividad</b>	<b>Descripción</b>	<b>P</b>	<b>T(min)</b>		
CA-01	Prueba para el cuadro ISO 4210 - 6: Métodos de ensayo del cuadro	1	-		
CA-02	Prueba de conducción y carga para la bicicleta eléctrica con el módulo de carga.	3	-		
<b>Elaborado por:</b> - Maria Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto  <b>Fecha:</b> 25/03/2023		<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco  <b>Cargo:</b> Director de Proyecto  <b>Fecha:</b> 30/03/2023			

		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		<b>Ficha de procedimiento de pruebas de calidad N° F04.1</b>	
				<b>FORMATO UNICO</b>	
<b>Nombre del Proceso:</b> Prueba para el cuadro ISO 4210 - 6: Métodos de ensayo del cuadro				<b>Código del Proceso:</b> CA-01	
<b>Descripción:</b> Prueba de cargas para verificar el funcionamiento del cuadro de la bicicleta.				<b>Hoja N° 01 de 01</b>	
				<b>Personal</b>	<b>Tiempo</b>
				1	-
<b>Tipo de Actividad:</b> Prueba de calidad de la bicicleta eléctrica					
<b>Entradas del proceso:</b> Cuadro de la bicicleta			<b>Salidas del Proceso:</b> Cuadro certificado según norma ISO 4210-6		
<b>N° de Prueba</b>	<b>Descripción</b>		<b>Equipos, herramientas, instrumento y materiales</b>		
1	Ensayo de choque (caída de una masa) Ver ANEXO E		Ver ANEXO E		
2	Conjunto cuadro y horquilla delantera. Ensayo de choque (caída del cuadro) Ver ANEXO E		Ver ANEXO E		
3	Ensayo de fatiga con fuerzas de pedaleo Ver ANEXO E		Ver ANEXO E		
4	Ensayo de fatiga por fuerzas horizontales Ver ANEXO E		Ver ANEXO E		
5	Ensayo de fatiga con una fuerza vertical Ver ANEXO E		Ver ANEXO E		
<b>Elaborado por:</b> - Maria Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 26/03/2023				<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco  <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023	

		<b>PROYECTO BICICLETA ELÉCTRICA CON MÓDULO DE CARGA</b>		<b>Ficha de procedimiento de pruebas de calidad N° F04.2</b>	
				<b>FORMATO UNICO</b>	
<b>Nombre del Proceso:</b> Prueba del funcionamiento de la bicicleta				<b>Código del Proceso:</b> CA-02	
<b>Descripción:</b> Prueba de conducción y carga para la bicicleta eléctrica con el módulo de carga.				<b>Hoja N° 01 de 01</b>	
				<b>Personal</b> 3	<b>Tiempo</b> -
<b>Tipo de Actividad:</b> Prueba de calidad de la bicicleta eléctrica					
<b>Entradas del proceso:</b> Bicicleta eléctrica con el módulo de carga			<b>Salidas del Proceso:</b> Bicicleta con su funcionamiento comprobado		
<b>N° de Prueba</b>	<b>Descripción</b>		<b>Equipos, herramientas, instrumento y materiales</b>		
1	Realizar un recorrido con la bicicleta con su máxima capacidad de carga para comprobar el funcionamiento.		Bicicleta eléctrica con módulo de carga, conductores evaluadores		
2	Recargar la batería a su máxima capacidad y realizar una prueba de manejo hasta que se descargue midiendo el tiempo y las velocidades de manejo.		Bicicleta eléctrica con módulo de carga, conductores evaluadores		
3	Recargar la batería a su máxima capacidad y realizar una prueba de manejo en un circuito cerrado a máxima velocidad para medir su autonomía.		Bicicleta eléctrica con módulo de carga, conductores evaluadores		
<b>Elaborado por:</b> - Maria Alejandra Mogollón M. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto - Camilo Andrés González R. <b>Cargo:</b> Autor de Proyecto <b>Fecha:</b> 26/03/2023			<b>Aprobado por:</b> Jorge Luis Chachón Velasco  <b>Cargo:</b> Director de Proyecto <b>Fecha:</b> 30/03/2023		

**Apéndice F. Pruebas de calidad ISO 4210-6: métodos de ensayo del cuadro.**

# norma española

## UNE-EN ISO 4210-6

Enero 2015

### TÍTULO

**Ciclos**

**Requisitos de seguridad para bicicletas**

**Parte 6: Métodos de ensayo del cuadro y la horquilla**

(ISO 4210-6:2014, Versión corregida 2014-11-01)

*Cycles. Safety requirements for bicycles. Part 6: Frame and fork test methods (ISO 4210-6:2014, Corrected version 2014-11-01).*

*Cycles. Exigences de sécurité des bicyclettes. Partie 6: Méthodes d'essai du cadre et de la fourche (ISO 4210-6:2014, Version corrigée 2014-11-01).*

### CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN ISO 4210-6:2014, que a su vez adopta la Norma Internacional ISO 4210-6:2014.

### OBSERVACIONES

Esta norma anulará y sustituirá a las Normas UNE-EN 14764:2006, UNE-EN 14766:2006, y UNE-EN 14781:2006 antes de 2015-08-01.

### ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 121 *Ciclos* cuya Secretaría desempeña ANFAC.

Editada e impresa por AENOR  
Depósito legal: M 1030:2015

© AENOR 2015  
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

**AENOR** Asociación Española de  
Normalización y Certificación

Génova, 6  
28004 MADRID-España

info@aenor.es  
www.aenor.es

Tel.: 902 102 201  
Fax: 913 104 032

29 Páginas

AENOR

NORMA EUROPEA  
EUROPEAN STANDARD  
NORME EUROPÉENNE  
EUROPÄISCHE NORM

**EN ISO 4210-6**

Julio 2014

ICS 43.150

Sustituye a EN 14764:2005, EN 14766:2005, EN 14781:2005

Versión en español

**Ciclos**  
**Requisitos de seguridad para bicicletas**  
**Parte 6: Métodos de ensayo del cuadro y la horquilla**  
(ISO 4210-6:2014, Versión corregida 2014-11-01)

Cycles. Safety requirements for bicycles.  
Part 6: Frame and fork test methods.  
(ISO 4210-6:2014, Corrected version  
2014-11-01)

Cycles. Exigences de sécurité des  
bicyclettes. Partie 6: Méthodes d'essai du  
cadre et de la fourche.  
(ISO 4210-6:2014, Version corrigée  
2014-11-01)

Fahrräder. Sicherheitstechnische  
Anforderungen an Fahrräder. Teil 6:  
Prüfverfahren für Rahmen und Gabel.  
(ISO 4210-6:2014, korrigierte Fassung  
2014-11-01)

Esta norma europea ha sido aprobada por CEN el 2014-06-21.

Los miembros de CEN están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional. Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales pueden obtenerse en el Centro de Gestión de CEN, o a través de sus miembros.

Esta norma europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CEN en su idioma nacional, y notificada al Centro de Gestión, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CEN son los organismos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Antigua República Yugoslava de Macedonia, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Croacia, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumanía, Suecia, Suiza y Turquía.

**CEN**  
**COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN**  
European Committee for Standardization  
Comité Européen de Normalisation  
Europäisches Komitee für Normung  
**CENTRO DE GESTIÓN: Avenue Marnix, 17-1000 Bruxelles**

© 2014 CEN. Derechos de reproducción reservados a los Miembros de CEN.

AENOR

NORMA EUROPEA  
EUROPEAN STANDARD  
NORME EUROPÉENNE  
EUROPÄISCHE NORM

**EN ISO 4210-6**

Julio 2014

ICS 43.150

Sustituye a EN 14764:2005, EN 14766:2005, EN 14781:2005

Versión en español

**Ciclos**  
**Requisitos de seguridad para bicicletas**  
**Parte 6: Métodos de ensayo del cuadro y la horquilla**  
(ISO 4210-6:2014, Versión corregida 2014-11-01)

Cycles. Safety requirements for bicycles.  
Part 6: Frame and fork test methods.  
(ISO 4210-6:2014, Corrected version  
2014-11-01)

Cycles. Exigences de sécurité des  
bicyclettes. Partie 6: Méthodes d'essai du  
cadre et de la fourche.  
(ISO 4210-6:2014, Version corrigée  
2014-11-01)

Fahrräder. Sicherheitstechnische  
Anforderungen an Fahrräder. Teil 6:  
Prüfverfahren für Rahmen und Gabel.  
(ISO 4210-6:2014, korrigierte Fassung  
2014-11-01)

Esta norma europea ha sido aprobada por CEN el 2014-06-21.

Los miembros de CEN están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional. Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales pueden obtenerse en el Centro de Gestión de CEN, o a través de sus miembros.

Esta norma europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CEN en su idioma nacional, y notificada al Centro de Gestión, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CEN son los organismos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Antigua República Yugoslava de Macedonia, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Croacia, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumanía, Suecia, Suiza y Turquía.

**CEN**  
**COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN**  
European Committee for Standardization  
Comité Européen de Normalisation  
Europäisches Komitee für Normung  
**CENTRO DE GESTIÓN: Avenue Marnix, 17-1000 Bruxelles**

© 2014 CEN. Derechos de reproducción reservados a los Miembros de CEN.

## Prólogo

El texto de la Norma EN ISO 4210-6:2014 ha sido elaborado por el Comité Técnico ISO/TC 149 *Ciclos* en colaboración con el Comité Técnico CEN/TC 333 *Ciclos*, cuya Secretaría desempeña UNI.

Esta norma europea debe recibir el rango de norma nacional mediante la publicación de un texto idéntico a ella o mediante ratificación antes de finales de julio de 2015, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deben anularse antes de finales de julio de 2015.

Se llama la atención sobre la posibilidad de que algunos de los elementos de este documento estén sujetos a derechos de patente. CEN y/o CENELEC no es(son) responsable(s) de la identificación de dichos derechos de patente.

Esta norma anula y sustituye a la Norma EN 14764:2005, EN 14766:2005, EN 14781:2005.

Esta norma europea ha sido elaborada bajo un Mandato dirigido a CEN por la Comisión Europea y por la Asociación Europea de Libre Comercio, y sirve de apoyo a los requisitos esenciales de las Directivas europeas.

De acuerdo con el Reglamento Interior de CEN/CENELEC, están obligados a adoptar esta norma europea los organismos de normalización de los siguientes países: Alemania, Antigua República Yugoslava de Macedonia, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Croacia, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumanía, Suecia, Suiza y Turquía.

## Declaración

El texto de la Norma ISO 4210-6:2014, versión corregida 2014-11-01 ha sido aprobado por CEN como Norma EN 4210-6:2014 sin ninguna modificación.

## Índice

Prólogo.....	6
0 <b>Introducción</b> .....	7
1 <b>Objeto y campo de aplicación</b> .....	7
2 <b>Normas para consulta</b> .....	7
3 <b>Términos y definiciones</b> .....	7
4 <b>Métodos de ensayo del cuadro</b> .....	7
4.1    Cuadro. Ensayo de choque (caída de una masa).....	7
4.2    Conjunto cuadro y horquilla delantera. Ensayo de choque (caída del cuadro) .....	10
4.3    Cuadro. Ensayo de fatiga con fuerzas de pedaleo.....	12
4.4    Cuadro. Ensayo de fatiga por fuerzas horizontales .....	14
4.5    Cuadro. Ensayo de fatiga con una fuerza vertical .....	15
5 <b>Métodos de ensayo para horquillas</b> .....	16
5.1    Horquillas de suspensión. Ensayo de juego del neumático .....	16
5.2    Horquillas de suspensión. Ensayo de tracción .....	17
5.3    Horquilla delantera. Ensayo estático de flexión .....	17
5.4    Horquilla delantera. Ensayo de choque trasero.....	18
5.5    Horquilla delantera. Ensayo de fatiga por flexión y ensayo de choque hacia atrás .....	21
5.6    Horquillas diseñadas para ser utilizadas con frenos de tambor o de disco .....	21
5.7    Ensayo de tracción para una horquilla no soldada .....	23
Anexo A (Normativo)    Características de una falsa horquilla.....	24
Anexo B (Normativo)    Dispositivo de fijación de la horquilla .....	26
Anexo C (Informativo)   Cuadros suspendidos. Ensayo de juego del neumático .....	28

## Prólogo

ISO (Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (organismos miembros de ISO). El trabajo de preparación de las normas internacionales normalmente se realiza a través de los comités técnicos de ISO. Cada organismo miembro interesado en una materia para la cual se haya establecido un comité técnico, tiene el derecho de estar representado en dicho comité. Las organizaciones internacionales, públicas y privadas, en coordinación con ISO, también participan en el trabajo. ISO colabora estrechamente con la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) en todas las materias de normalización electrotécnica.

En la parte 1 de las Directivas ISO/IEC se describen los procedimientos utilizados para desarrollar esta norma y para su mantenimiento posterior. En particular debería tomarse nota de los diferentes criterios de aprobación necesarios para los distintos tipos de documentos ISO. Esta norma se redactó de acuerdo a las reglas editoriales de la parte 2 de las Directivas ISO/IEC. [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives).

Se llama la atención sobre la posibilidad de que algunos de los elementos de este documento puedan estar sujetos a derechos de patente. ISO no asume la responsabilidad por la identificación de cualquiera o todos los derechos de patente. Los detalles sobre cualquier derecho de patente identificado durante el desarrollo de esta norma se indican en la introducción y/o en la lista ISO de declaraciones de patente recibidas. [www.iso.org/patents](http://www.iso.org/patents).

Cualquier nombre comercial utilizado en esta norma es información a la atención de los usuarios y no constituyen una recomendación.

Para obtener una explicación sobre el significado de los términos específicos de ISO y expresiones relacionadas con la evaluación de la conformidad, así como información de la adhesión de ISO a los principios de la OMC (Organización Mundial del Comercio) respecto a los obstáculos técnicos al comercio (TBT), véase la siguiente dirección: [http://www.iso.org/iso/home/standards\\_development/resources-for-technical-work/foreword.htm](http://www.iso.org/iso/home/standards_development/resources-for-technical-work/foreword.htm).

El comité responsable de esta norma es el ISO/TC 149, *Ciclos*, Subcomité SC 1, *Ciclos y componentes principales*.

Esta primera edición de la Norma ISO 4210-6, junto con las Normas ISO 4210-1, ISO 4210-2, ISO 4210-3, ISO 4210-4, ISO 4210-5, ISO 4210-7, ISO 4210-8 y ISO 4210-9, anula y sustituye a la Norma ISO 4210:1996, que ha sido revisada técnicamente.

La Norma ISO 4210 consiste en las siguientes partes, bajo el título general *Ciclos. Requisitos de seguridad para bicicletas*:

- *Parte 1: Términos y definiciones.*
- *Parte 2: Requisitos para bicicletas de paseo, para adultos jóvenes, de montaña y de carreras.*
- *Parte 3: Métodos de ensayo comunes.*
- *Parte 4: Métodos de ensayo de frenado.*
- *Parte 5: Métodos de ensayo de la dirección.*
- *Parte 6: Métodos de ensayo del cuadro y la horquilla.*
- *Parte 7: Métodos de ensayo para ruedas y llantas.*
- *Parte 8: Métodos de ensayo de los pedales y del pedalier.*
- *Parte 9: Métodos de ensayo de los sillines y puestos de asiento.*

Esta versión corregida de la Norma ISO 4210-6:2014 incorpora una corrección en la figura 3.

## 0 Introducción

Esta norma internacional ha sido desarrollada como respuesta a una petición presente en todo el mundo y su objetivo es garantizar que las bicicletas producidas de conformidad con esta norma internacional sean tan seguras como sea posible. Los ensayos han sido concebidos para garantizar la resistencia y la durabilidad de los diferentes componentes y de la bicicleta en su conjunto, exigiendo una calidad elevada a todos los niveles y teniendo en cuenta los aspectos relacionados con la seguridad desde la etapa del diseño.

El campo de aplicación ha sido restringido a las cuestiones de seguridad y se ha evitado específicamente una normalización de los componentes.

Si la bicicleta está prevista para una utilización sobre la vía pública, se aplica la reglamentación nacional.

## 1 Objeto y campo de aplicación

Esta parte de la Norma ISO 4210 especifica los métodos de ensayo para el cuadro y la horquilla para la Norma ISO 4210-2.

## 2 Normas para consulta

Los documentos indicados a continuación, en su totalidad o en parte, son normas para consulta indispensables para la aplicación de este documento. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición (incluyendo cualquier modificación de ésta).

ISO 4210-1, *Ciclos. Requisitos de seguridad para bicicletas. Parte 1: Términos y definiciones.*

ISO 4210-2:2014, *Ciclos. Requisitos de seguridad para bicicletas. Parte 2: Requisitos para bicicletas de paseo, para adultos jóvenes, de montaña y de carreras.*

ISO 4210-3:2014, *Ciclos. Requisitos de seguridad para bicicletas. Parte 3: Métodos de ensayo comunes.*

## 3 Términos y definiciones

Para los fines de este documento, se aplican los términos y definiciones incluidos en la Norma ISO 4210-1.

## 4 Métodos de ensayo del cuadro

### 4.1 Cuadro. Ensayo de choque (caída de una masa)

#### 4.1.1 Generalidades

Se permite a los fabricantes de cuadros efectuar el ensayo con una falsa horquilla (véase el anexo A) situado en lugar de una horquilla delantera.

Cuando un cuadro es convertible para ciclistas hombre o mujer mediante la retirada de un tubo, se ensaya con el tubo retirado.

Si se equipa una horquilla de suspensión, el ensayo se realiza con la horquilla con su longitud libre en vacío. Si se equipa un sistema de suspensión trasera integrado en el cuadro, la suspensión se bloquea en una posición equivalente a la producida por un ciclista de 80 kg sentado en la bicicleta. Para bicicletas para adultos jóvenes, la suspensión se bloquea en una posición equivalente a la producida por un ciclista de 40 kg sentado en la bicicleta; si el tipo de sistema de suspensión no permite bloquear el sistema, se reemplaza la unidad resorte/amortiguador por una unión sólida que tenga una dimensión apropiada y provista de uniones de extremidad similares a los de la unidad resorte/amortiguador.

#### 4.1.2 Método de ensayo

Se coloca en la horquilla un rodillo delantero que tenga una masa inferior o igual a 1 kg y de dimensiones conformes a las indicadas en la figura 1. La dureza del rodillo no debe ser inferior a los 60 HRC en la superficie de choque. Si se utiliza una falsa horquilla en lugar de la horquilla, la barra debe tener un extremo redondeado, cuya forma sea equivalente a la del rodillo. Se sujeta el conjunto cuadro-horquilla o cuadro-barra en posición vertical en un dispositivo de fijación rígido, utilizando los puntos de fijación del eje trasero como se muestra en la figura 1.

Se coloca un percutor que tenga una masa de 22,5 kg sobre el rodillo colocado en las punteras de horquilla o sobre la extremidad redondeada de la falsa horquilla y se mide la distancia entre ejes. Se levanta el percutor a una altura de  $h_1$  por encima del rodillo de pequeña masa y se le suelta para que percuta al rodillo o a la tija de acero en un punto alineado con los centros de las ruedas y contra la dirección de inclinación de la horquilla o de la tija. Las alturas de caída se dan en la tabla 1. El percutor rebotará, lo que es normal. Cuando el percutor se detiene sobre el rodillo o la falsa horquilla, se mide de nuevo la distancia entre ejes.

Si la horquilla falla, el cuadro se debe ensayar con una falsa horquilla.

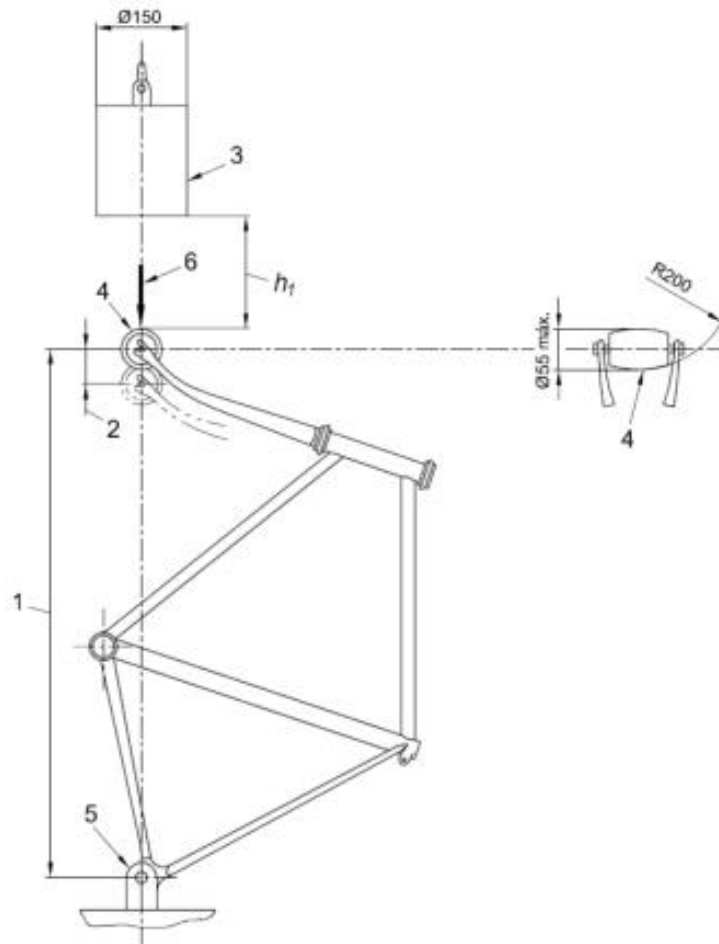
NOTA Véase el anexo B de la Norma ISO 4210-3:2014.

**Tabla 1 – Alturas de caída**

Medidas en milímetros

Tipo de bicicleta	Bicicletas de paseo	Bicicletas para adultos jóvenes	Bicicletas de montaña	Bicicletas de carreras
Altura de caída, $h_1$	180	180	360	212

Medidas en milímetros



## Leyenda

- $h_1$ : Altura de caída
- 1: Distancia entre ejes
- 2: Deformación permanente
- 3: Percutor de 22,5 kg
- 4: Rodillo de pequeña masa (1 kg máximo)
- 5: Fijación rígida en el punto de enganche del eje trasero
- 6: Sentido del choque trasero

**Figura 1 – Conjunto cuadro y horquilla delantera. Ensayo de choque (caída de una masa)**

## 4.2 Conjunto cuadro y horquilla delantera. Ensayo de choque (caída del cuadro)

### 4.2.1 Generalidades

Los fabricantes de bicicletas completas deben efectuar el ensayo con el cuadro equipado con la horquilla delantera apropiada.

Para los fabricantes de cuadros, cuando la horquilla destinada para el cuadro no esté disponible, se puede efectuar el ensayo con el cuadro equipado con una horquilla que cumpla los requisitos del ensayo de choque para horquilla como se describe en el apartado 4.9.5 de la Norma ISO 4210-2:2014.

Cuando un cuadro es convertible para ciclistas hombre o mujer mediante la retirada de un tubo, se ensaya con el tubo retirado.

Si hay una horquilla de suspensión, el ensayo debe realizarse con la horquilla con su longitud libre en vacío. Si la unidad muelle/amortiguador se puede bloquear, se debe hacer en su posición de longitud libre en vacío. Si el muelle/amortiguador no se puede bloquear, se utiliza uno de los dos procedimientos alternativos a continuación:

- se asegura la horquilla a su longitud libre en vacío por un método externo, o
- se reemplaza la horquilla por una horquilla rígida que se sepa que cumple los requisitos del ensayo de choque descritos en el apartado 4.9.5 de la Norma ISO 4210-2:2014 y de una longitud que sea consistente con un ciclista de 80 kg (en caso de una bicicleta para adultos jóvenes se aplican 40 kg) sentado en una posición normal de conducción sobre la bicicleta cuando está equipada con una horquilla.

Si en el cuadro hay un sistema de suspensión trasera integrado, la unidad muelle/amortiguador se bloquea en una posición correspondiendo a la producida por un ciclista de 80 kg (en caso de una bicicleta para adultos jóvenes se aplican 40 kg) sentado en la bicicleta; si el tipo de sistema de suspensión no permite bloquear el sistema, entonces se reemplaza la unidad resorte/amortiguador por una unión sólida que tenga una dimensión apropiada y provista de uniones de extremidad similares a los de la unidad resorte/amortiguador.

### 4.2.2 Método de ensayo

Se efectúa el ensayo sobre el conjunto utilizado para el ensayo del apartado 4.8.2 de la Norma ISO 4210-2:2014 o, en caso de un fabricante de cuadros que no fabrica horquillas, con el mismo cuadro equipado con una horquilla adecuada (véase 4.2.1).

Como se muestra en la figura 2, se monta el conjunto de cuadro-horquilla mediante los puntos de fijación de su eje trasero de forma que es libre de girar sobre su eje trasero en un plano vertical. Se coloca la horquilla delantera en un yunque liso de acero de forma que el cuadro esté en su posición normal de uso. Se fija de forma segura una masa  $M_1$  a la tija del sillín como se muestra en la figura 2 con el centro de gravedad a una distancia  $D$  ( $= 75$  mm) a lo largo del eje de la tija desde el punto de introducción, y se fijan masas de  $M_2$  y  $M_3$  (tabla 2) a la parte superior del tubo de eje de horquilla y la caja del pedalier, respectivamente, como se muestra en la figura 2.

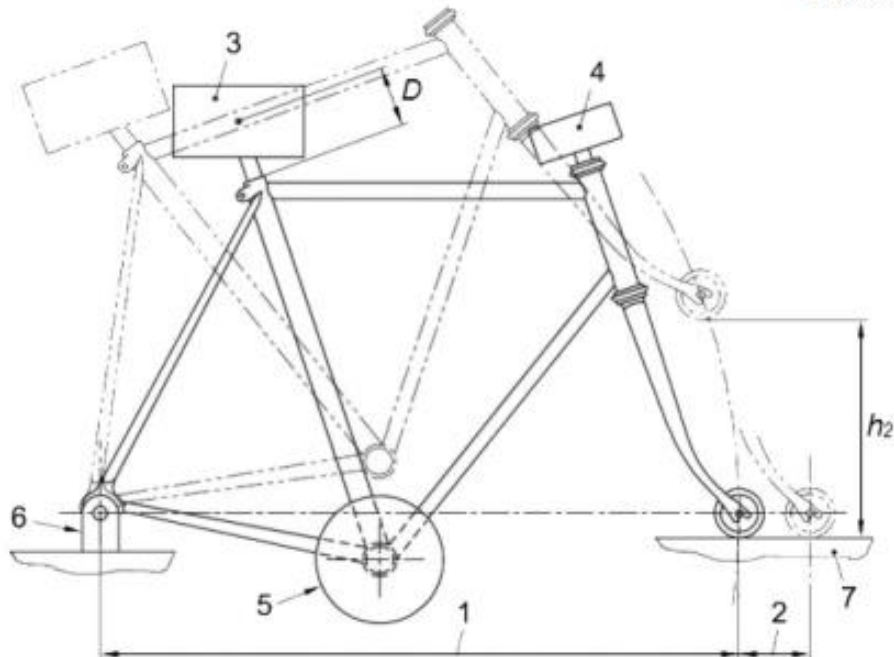
Se mide la distancia entre ejes con las tres masas colocadas. Se hace girar el conjunto alrededor del eje trasero hasta que la distancia entre el rodillo de pequeña masa y el yunque sea  $h_2$ , después se suelta el conjunto para que caiga libremente sobre el yunque.

Se repite el ensayo y después se mide de nuevo la distancia entre ejes con las tres masas en su lugar y el rodillo posado sobre el yunque.

Tabla 2 – Alturas de caída y distribución de las masas en la tija del sillín, la parte superior del tubo de eje de horquilla y la caja del pedalier

Tipo de bicicleta	Bicicletas de paseo	Bicicletas para adultos jóvenes	Bicicletas de montaña	Bicicletas de carreras
Masa 1 Tija, $M_1$ kg	50	40	30	30
Masa 2 parte superior del tubo de eje de horquilla, $M_2$ kg	10	10	10	10
Masa 3 caja del pedalier, $M_3$ kg	30	20	50	50
Altura de caída, $h_2$ mm	200	200	300	200

Medidas en milímetros



eyenda

- |                          |   |
|--------------------------|---|
| 1 Distancia entre ejes   | 6 Fijación rígida en el punto de enganche del eje trasero |
| 2 Deformación permanente | 7 Yunque de acero   |
| 3 Masa 1 ( $M_1$ )       | $D$ Distancia al centro de gravedad (75 mm)               |
| 4 Masa 2 ( $M_2$ )       | $h_2$ Altura de caída                                     |
| 5 Masa 3 ( $M_3$ )       |   |

Figura 2 – Conjunto cuadro y horquilla delantera. Ensayo de choque (caída del cuadro)

### 4.3 Cuadro. Ensayo de fatiga con fuerzas de pedaleo

#### 4.3.1 Generalidades

Todos los tipos de cuadro deben someterse a este ensayo.

Para los ensayos sobre los cuadros suspendidos con juntas pivotantes, se ajusta el resorte, la presión de aire, o el amortiguador con el fin de que la resistencia sea máxima, o, en el caso de un amortiguador neumático en el que la presión de aire no puede ajustarse, se reemplaza la unidad de suspensión por una unión rígida, asegurándose que los sistemas de fijación en los extremos y la rigidez lateral simulen de manera precisa las características del sistema de origen. Para los cuadros suspendidos en los que las vainas no tienen pivotes, sino que utilizan el fenómeno de flexión, se controla que los eventuales amortiguadores están ajustados de forma que ofrezcan una resistencia mínima con el fin de permitir un control apropiado del cuadro.

Cuando un cuadro suspendido tiene soportes o uniones regulables para hacer variar la resistencia de la bicicleta según la fuerza de contacto con el suelo o para modificar el aspecto de la bicicleta, se posicionan estos componentes regulables de forma que las fuerzas en el cuadro sean máximas.

#### 4.3.2 Método de ensayo

Se utiliza para el ensayo un conjunto cuadro/horquilla nuevo provisto de rodamientos para tubo de dirección normal. La horquilla delantera se puede reemplazar por una falsa horquilla (véase el anexo A) que tenga la misma longitud y al menos la misma rigidez que la horquilla de origen.

NOTA Si se utiliza una horquilla real, es posible un fallo de la horquilla; por lo que se aconseja utilizar una falsa horquilla más rígida y resistente que la verdadera horquilla.

Cuando un cuadro es convertible para ciclistas hombre o mujer mediante la retirada de un tubo, se ensaya con el tubo retirado.

Se monta el conjunto cuadro-horquilla sobre una base como se muestra en la figura 3 con la horquilla o la falsa horquilla fijada por su eje a un dispositivo de fijación de radio  $R_w$  (igual al radio del conjunto rueda/neumático  $\pm 30$  mm) y con el buje libre para girar alrededor de su eje. Se fijan las punteras traseras, por medio de un eje a una unión vertical rígida que tiene la misma altura que el dispositivo rígido delantero de fijación, estando libre la parte superior para oscilar alrededor del centro del eje, pero garantizando una rigidez en un plano lateral y estando provista la extremidad inferior de la unión de una rótula.

Se instala un conjunto biela, plato o juego de platos y cadena o, preferiblemente, un conjunto de sustitución rígido y resistente, en la caja de pedalier como se muestra en la figura 3 y como se describe en los puntos a) o b) a continuación.

- a) Si se utiliza un conjunto biela/plato - cadena, se dirigen las dos bielas hacia delante y hacia abajo con un ángulo de  $45^\circ$  (precisión de  $\pm 2,0^\circ$ ) respecto a la horizontal y se coloca la extremidad delantera de la cadena sobre el plato intermedio cuando hay tres, sobre el más pequeño cuando hay dos o sobre el único plato. Se fija el extremo trasero de la cadena a la parte superior de la unión trasera a nivel del eje trasero, a la misma altura que el eje trasero y perpendicularmente al centro de los ejes.
- b) Si se utiliza un adaptador de sustitución (como se muestra en la figura 3), se controla que el conjunto puede girar libremente alrededor del eje de la caja de pedalier y que los dos componentes de sustitución de las bielas tienen una longitud de 175 mm ( $L$ ) y están dirigidos hacia delante y hacia abajo con un ángulo de  $45^\circ$  (precisión de  $\pm 2,0^\circ$ ) respecto a la horizontal. Se bloquean los componentes de sustitución en esta posición con la ayuda de un brazo de palanca vertical (que sustituye al plato) y un tirante provisto de rótulas en ambos extremos y que se conecta al eje trasero perpendicularmente al eje del centro de rueda. La longitud del brazo vertical ( $R_c$ ) debe ser de 75 mm y el eje del tirante debe ser paralelo y estar a 50 mm del plano transversal vertical del cuadro.

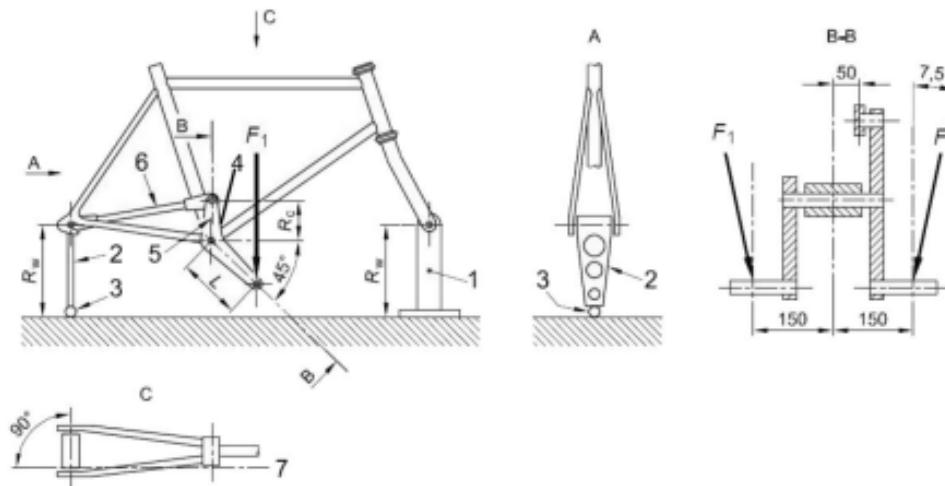
Se somete cada eje de pedal (o componente de ensayo equivalente) a una fuerza repetida de  $F_1$  en un punto situado a 150 mm del eje del cuadro en un plano transversal vertical y con una inclinación de  $7,5^\circ$  (precisión de  $\pm 0,5^\circ$ ) respecto al plano longitudinal del cuadro, como se muestra en la tabla 3 y la figura 3. Durante la aplicación de estas fuerzas de ensayo, se verifica que la fuerza sobre un "eje de pedal" ha descendido al 5% o menos de la fuerza máxima antes de comenzar a aplicar la fuerza de ensayo al otro "eje de pedal".

Se aplican las fuerzas de ensayo durante 100 000 ciclos de ensayo, sabiendo que un ciclo de ensayo consiste en aplicar y después en retirar las dos fuerzas de ensayo. La frecuencia máxima de ensayo se debe mantener como se especifica en el apartado 4.5 de la Norma ISO 4210-3:2014.

Tabla 3 – Fuerzas en el eje del pedal

Fuerzas en newtons				
Tipo de bicicleta	Bicicletas de paseo	Bicicletas para adultos jóvenes	Bicicletas de montaña	Bicicletas de carreras
Fuerza, $F_1$	1 000	1 000	1 200	1 100

Medidas en milímetros



Leyenda

- $R_m$  Altura del dispositivo de fijación rígida y unión vertical
- $R_c$  Longitud del brazo vertical (75 mm)
- $L$  Longitud de la biela (175 mm)
- 1 Montaje rígido
- 2 Unión vertical
- 3 Rótula
- 4 Montaje adaptador
- 5 Brazo vertical
- 6 Tirante
- 7 Eje del tirante

Figura 3 – Cuadro. Ensayo de fatiga con fuerzas de pedaleo

#### 4.4 Cuadro. Ensayo de fatiga por fuerzas horizontales

##### 4.4.1 Generalidades

Cuando un cuadro es convertible para ciclistas hombre o mujer mediante la retirada de un tubo, se ensaya con el tubo retirado.

No es indispensable instalar una horquilla real, con la condición de que la horquilla de sustitución tenga la misma longitud que la prevista (véase el anexo A) y que esté correctamente colocada entre los rodamientos del tubo de dirección. Si se trata de una horquilla con suspensión, se bloquea a una longitud correspondiente a la producida por un ciclista de 80 kg (en caso de una bicicleta para adultos jóvenes se aplican 40 kg) sentado sobre la bicicleta, ajustando la unidad muelle/amortiguador o con la ayuda de medios externos.

Durante los ensayos sobre cuadros con suspensión provistos de juntas pivotantes, se bloquea la parte móvil del cuadro en la posición que se obtendría con un ciclista de 80 kg, sentado sobre la bicicleta. Esto se puede lograr bloqueando la suspensión en una posición apropiada o, si el tipo de suspensión no permite ese bloqueo, la suspensión puede reemplazarse por una unión rígida que tenga el tamaño comprimido apropiado. Se verifica que los centros de los ejes delantero y trasero están alineados en el plano horizontal como se muestra en la figura 4. Para los cuadros con suspensión en los que las vainas no tienen pivotes sino que utilizan el fenómeno de flexión, se controla que los eventuales amortiguadores están regulados de forma que ofrezcan una resistencia mínima con el fin de permitir un control apropiado del cuadro.

Cuando un cuadro con suspensión tiene soportes o uniones regulables para hacer variar la resistencia de la bicicleta a la fuerza de contacto con el suelo o para modificar el aspecto de la bicicleta, se posicionan estos componentes regulables de forma que las fuerzas en el cuadro sean máximas.

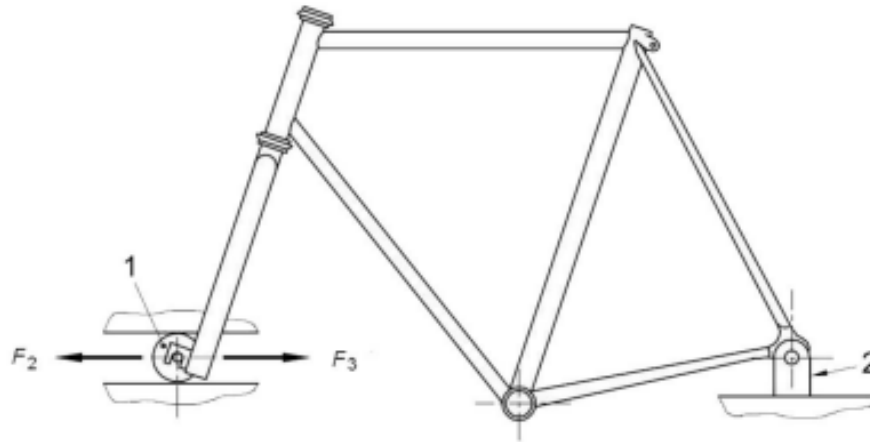
##### 4.4.2 Método de ensayo

Se instala el cuadro en su posición normal fijándolo por sus punteras traseras de tal forma que no esté limitada su rotación (es decir, preferentemente por el eje trasero) como se muestra en la figura 4. Se verifica que los centros de los ejes delantero y trasero están alineados en el plano horizontal.

Se aplican ciclos de fuerzas dinámicas horizontales de  $F_2$  hacia delante y de  $F_3$  hacia atrás en las punteras de la horquilla delantera durante  $C_1$  ciclos, como se muestra en la tabla 4 y figura 4, con la horquilla delantera bloqueada según la dirección vertical, pero con libertad para desplazarse en la dirección longitudinal bajo el efecto de las fuerzas aplicadas. La frecuencia máxima del ensayo debe ser mantenida como se especifica en el apartado 4.5 de la Norma ISO 4210-3:2014.

Tabla 4 – Fuerzas y ciclos en las punteras de la horquilla delantera

Tipo de bicicleta	Bicicletas de paseo	Bicicletas para adultos jóvenes	Bicicletas de montaña	Bicicletas de carreras
Fuerza hacia delante, $F_2$ N	450	450	1 200	600
Fuerza hacia detrás, $F_3$ N	450	450	600	600
Ciclos de ensayo, $C_1$	100 000	100 000	50 000	100 000



## Leyenda

- 1 Rodillo guiado que puede girar libremente
- 2 Montura pivotante rígida para el punto de fijación del eje trasero

**Figura 4 – Cuadro. Ensayo de fatiga por fuerzas horizontales**

## 4.5 Cuadro. Ensayo de fatiga con una fuerza vertical

### 4.5.1 Generalidades

Cuando un cuadro es convertible para ciclistas hombre o mujer mediante la retirada de un tubo, se ensaya con el tubo retirado.

Cuando un cuadro con suspensión tiene soportes o uniones regulables para hacer variar la resistencia de la bicicleta a la fuerza de contacto con el suelo o para modificar el aspecto de la bicicleta, se posicionan estos componentes regulables de forma que las fuerzas en el cuadro sean máximas. Se asegura la suspensión trasera como se describe en el apartado 4.3.1.

Si hay una horquilla de suspensión, se bloquea a una longitud equivalente a la producida por un ciclista de 80 kg (en caso de una bicicleta para adultos jóvenes se aplican 40 kg) sentado sobre la bicicleta, regulando la unidad muelle/amortiguador o con la ayuda de medios externos.

### 4.5.2 Método de ensayo

Se instala el cuadro en su posición normal, fijándolo a las punteras traseras, de tal forma que no esté limitado en su rotación (es decir, de preferencia por el eje trasero) como se muestra en la figura 5. Se instala un rodillo apropiado en el eje delantero para permitir al cuadro flexionar en el sentido longitudinal bajo el efecto de las fuerzas de ensayo.

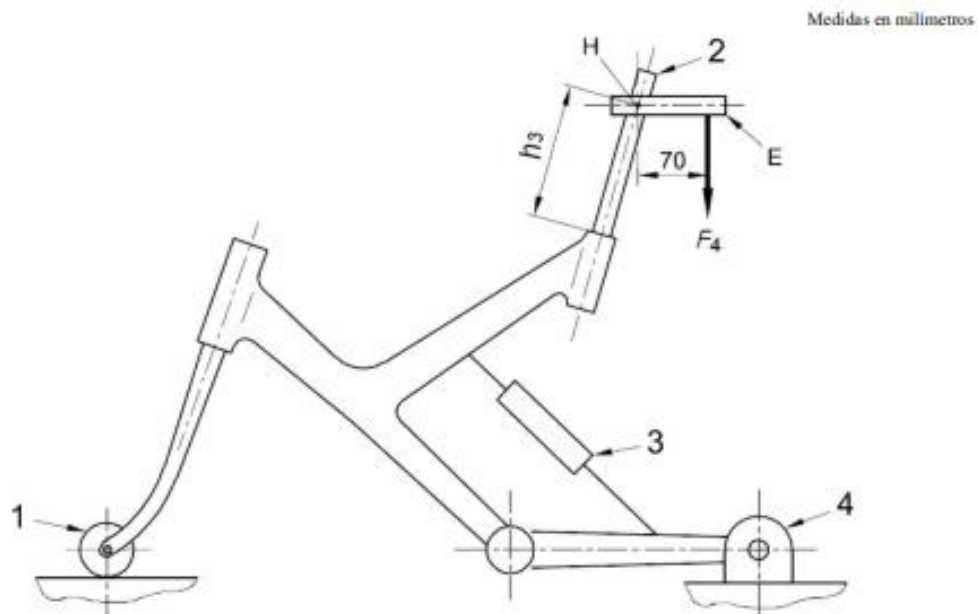
Se introduce la tija a la profundidad mínima de introducción o equivalente a una tija de sillín en la parte superior del tubo de sillín a una profundidad de 75 mm y se fija con la ayuda del dispositivo de sujeción normal y según las instrucciones del fabricante. Se fija rigidamente una extensión horizontal dirigida hacia atrás (E en la figura 5) a la parte superior de esta tija de tal forma que su longitud (dimensión  $h_3$  sobre la figura 5) coloca el punto H en una posición equivalente a la del centro del bastidor del sillín cuando la bicicleta está ajustada a la altura máxima de sillín recomendada para el cuadro en cuestión, o, si no se dispone de la información sobre la altura máxima del sillín,  $h_3$  debe ser 250 mm.

Se aplican ciclos de fuerza dinámica verticales de  $F_4$  en un punto situado a 70 mm detrás de la intersección de los ejes de la tija maciza de acero y de la extensión E, como se muestra en la figura 5, durante 50 000 ciclos de ensayo. Las fuerzas se dan en la tabla 5. Se debe mantener la frecuencia máxima de ensayo según se especifica en el apartado 4.5 de la Norma ISO 4210-3:2014.

**Tabla 5 – Fuerzas sobre la tija del sillín**

Fuerzas en newtons

Tipo de bicicleta	Bicicletas de paseo	Bicicletas para adultos jóvenes	Bicicletas de montaña	Bicicletas de carreras
Fuerza, $F_4$	1 000	500	1 200	1 200



**Leyenda**

- E Extensión horizontal rígida hacia detrás
- H Posición equivalente al centro de la fijación del sillín con la bicicleta
- 1 Rodillo que puede girar libremente
- 2 Barra de acero
- 3 Unidad de suspensión bloqueada o una unión rígida para vainas pivotantes
- 4 Montura pivotante rígida para el punto de fijación del eje trasero

**Figura 5 – Cuadro. Ensayo de fatiga con una fuerza vertical**

## 5 Métodos de ensayo para horquillas

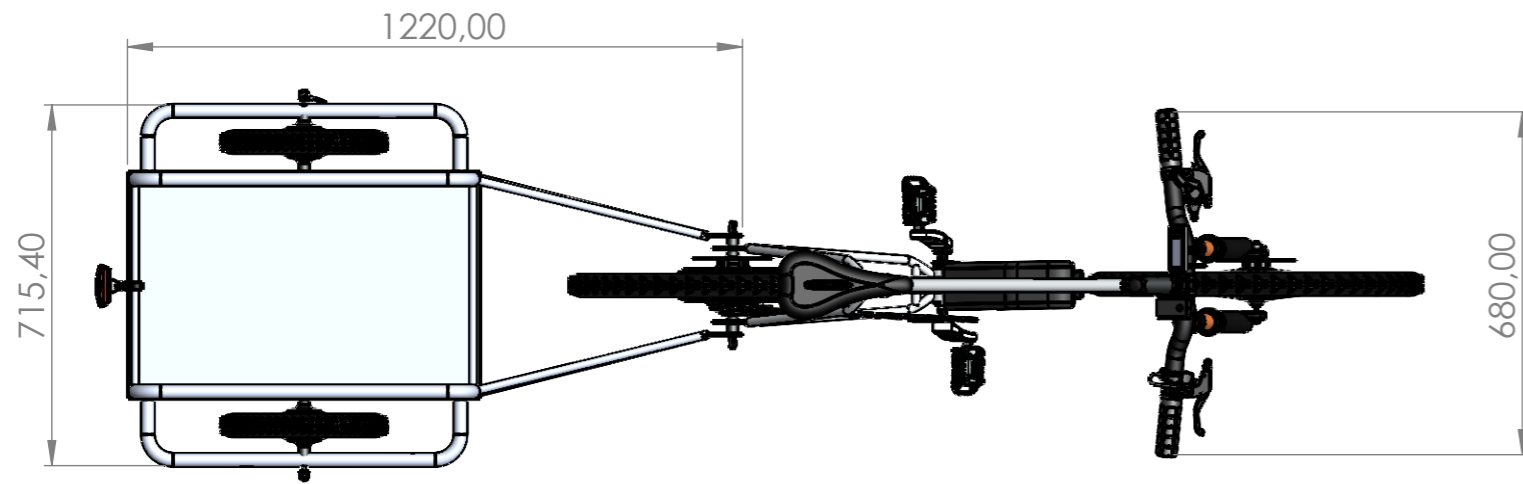
### 5.1 Horquillas de suspensión. Ensayo de juego del neumático

Para el ensayo del juego del neumático, primero se debe comprobar y ajustar si fuera necesario la horquilla de suspensión de acuerdo con los siguientes puntos:

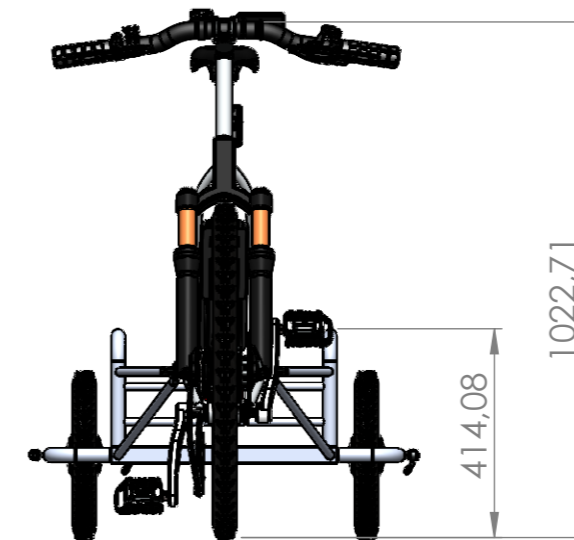
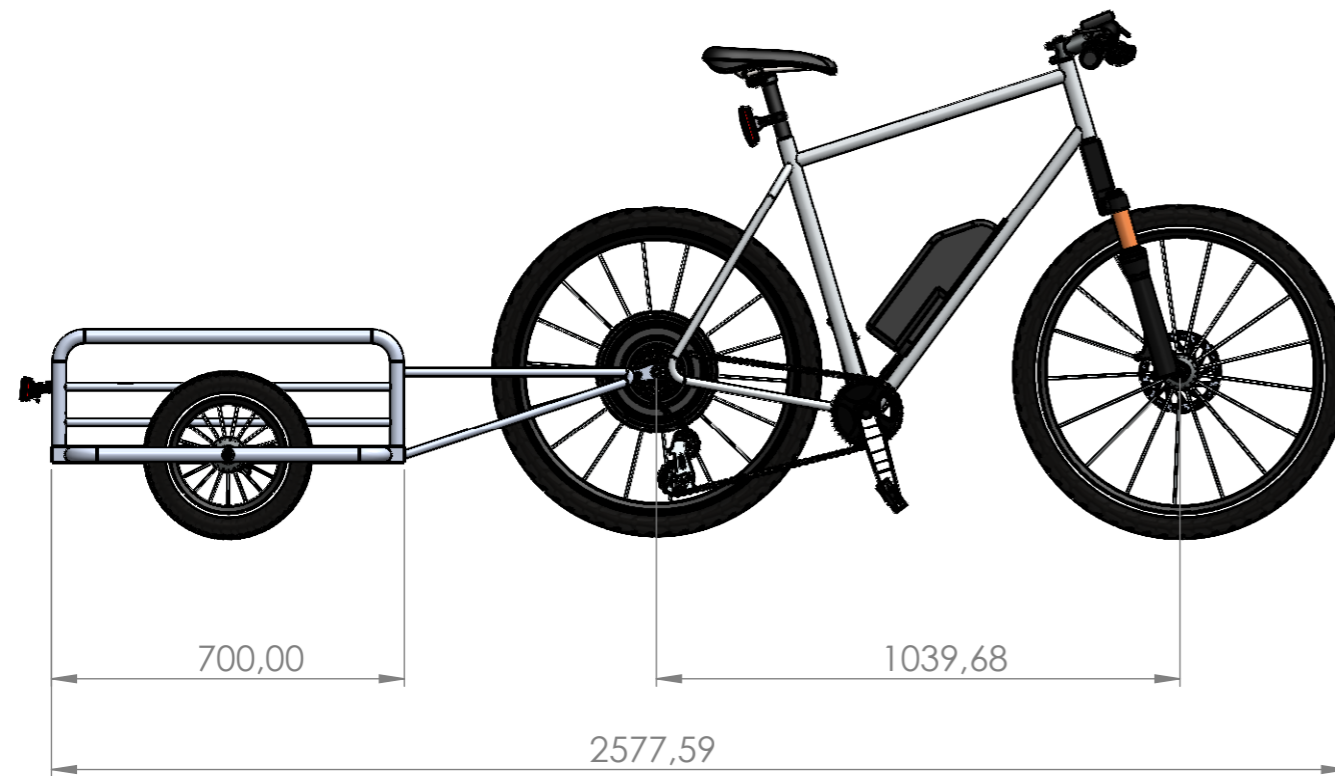
**Apéndice G. Lista de precios y descripción de los componentes de la bicicleta eléctrica.**



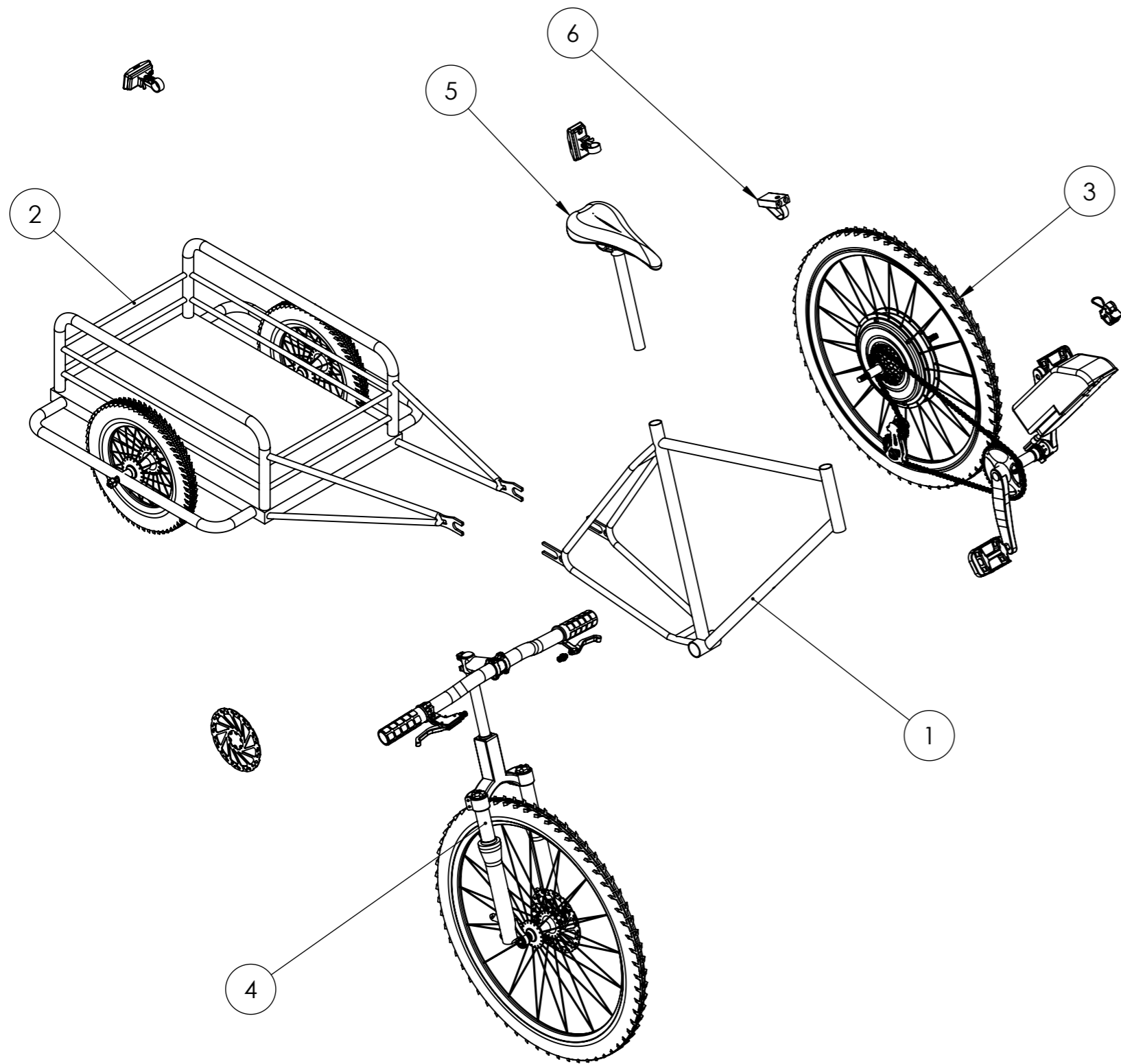
**Apéndice H. Planos de la bicicleta**



ESCALA 1:15



Universidad Industrial de Santander 		<b>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</b>	
FECHA: 19/04/2023		TITULO: DISEÑO DE UNA BICICLETA ELÉCTRICA CON UN MÓDULO DE TRANSPORTE DE CARGA QUE FOMENTE LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	
ESCALA: 1:15			
UNIDADES: mm		DIBUJO: Bicicleta con Módulo	CÓDIGO:
A3		AUTOR: Camilo Andrés González Rueda	HOJA: 01/37



ESCALA 1:15

6	SISTEMA DE ILUMINACIÓN	1	BEM - 6
5	ASIENTO	1	BEM - 5
4	SISTEMA DE DIRECCIÓN Y FRENADO	1	BEM - 4
3	SISTEMA DE TRANSMISIÓN Y POTENCIA ELÉCTRICA	1	BEM - 3
2	SISTEMA DEL MÓDULO DE CARGA	1	BEM - 2
1	CUADRO	1	BEM - 1
Nº	NOMBRE	CANTIDAD	CÓDIGO

Universidad  
Industrial de  
Santander



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL  
DE SANTANDER**

FECHA: 19/04/2023

TÍTULO: DISEÑO DE UNA BICICLETA ELÉCTRICA CON UN MÓDULO DE TRANSPORTE DE CARGA QUE FOMENTE LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA

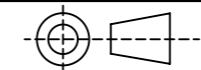
ESCALA: 1:12

UNIDADES: mm

DIBUJO: Explosionado por sistemas

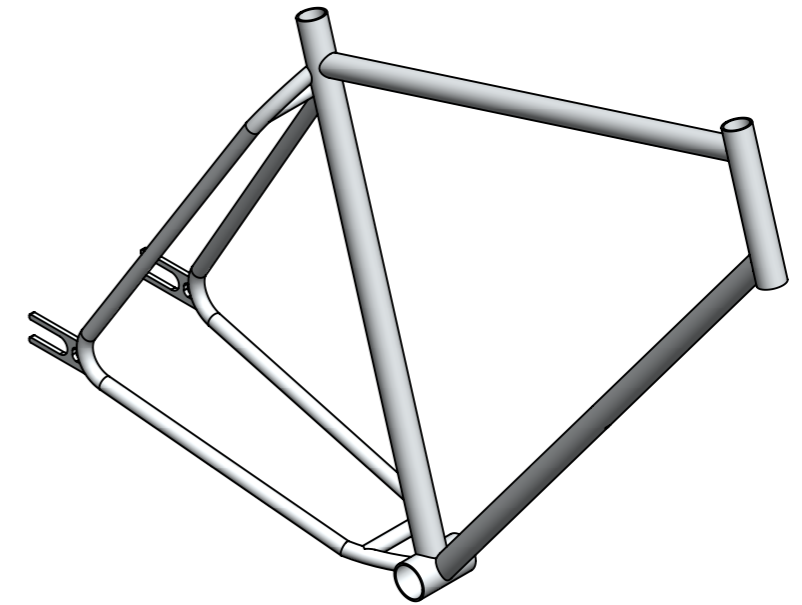
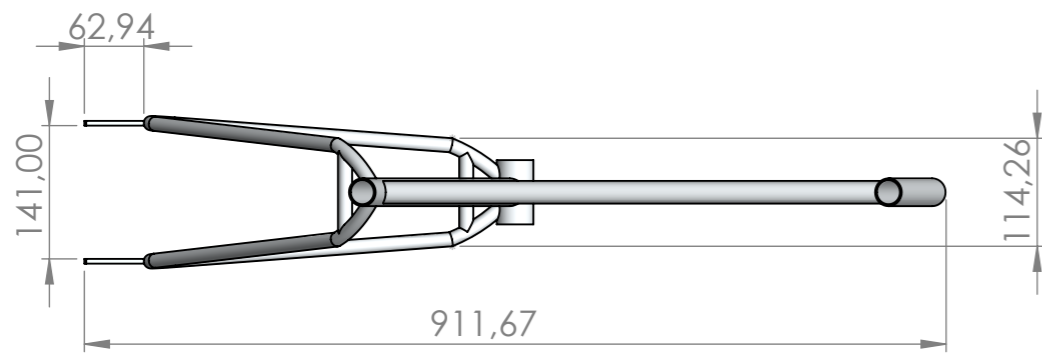
CÓDIGO:

A3

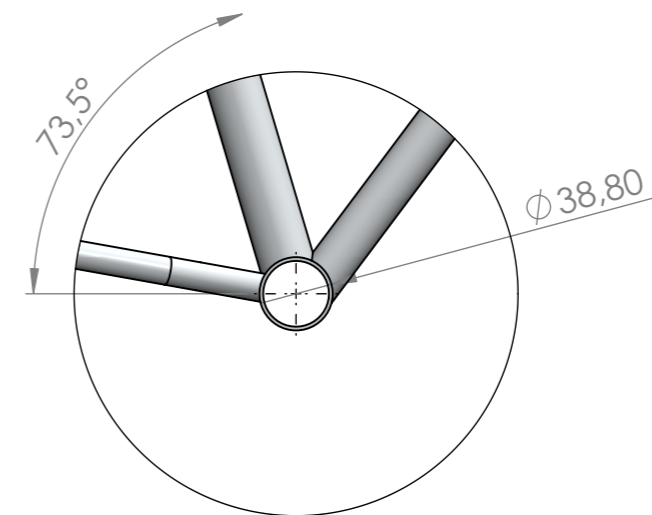
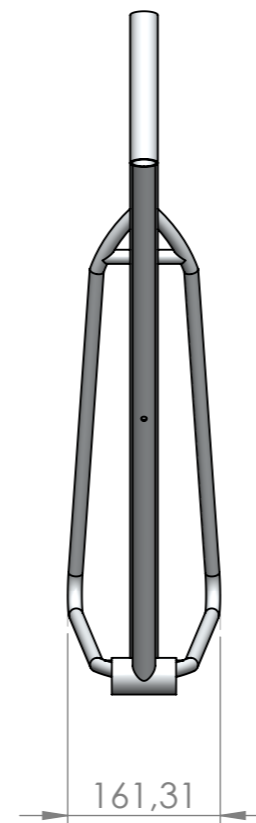
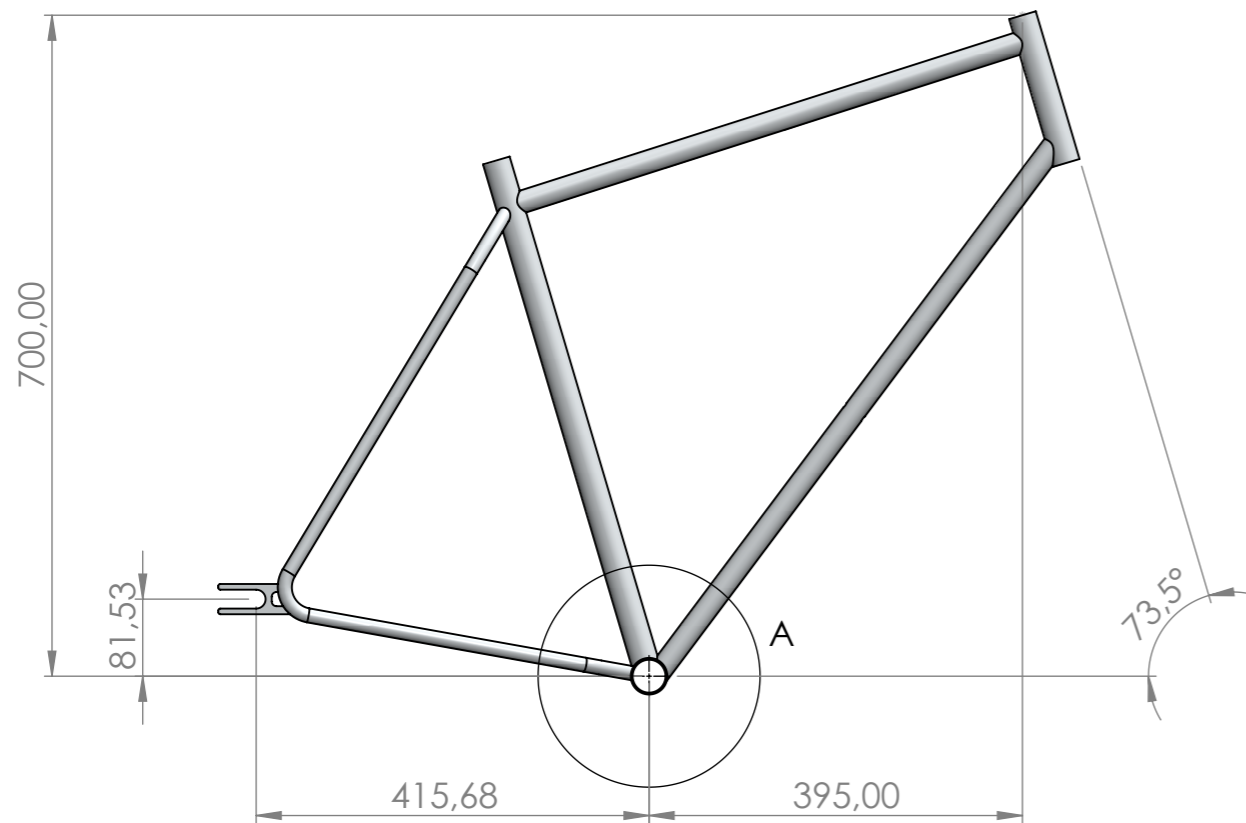


AUTOR: Camilo Andrés González Rueda

HOJA: 02/37



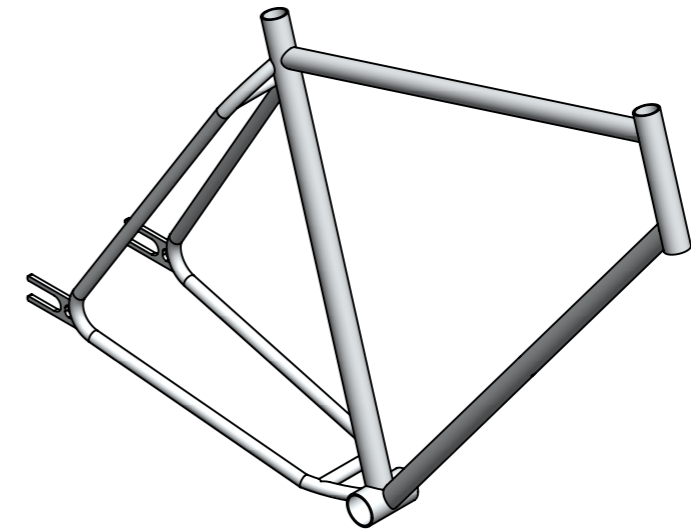
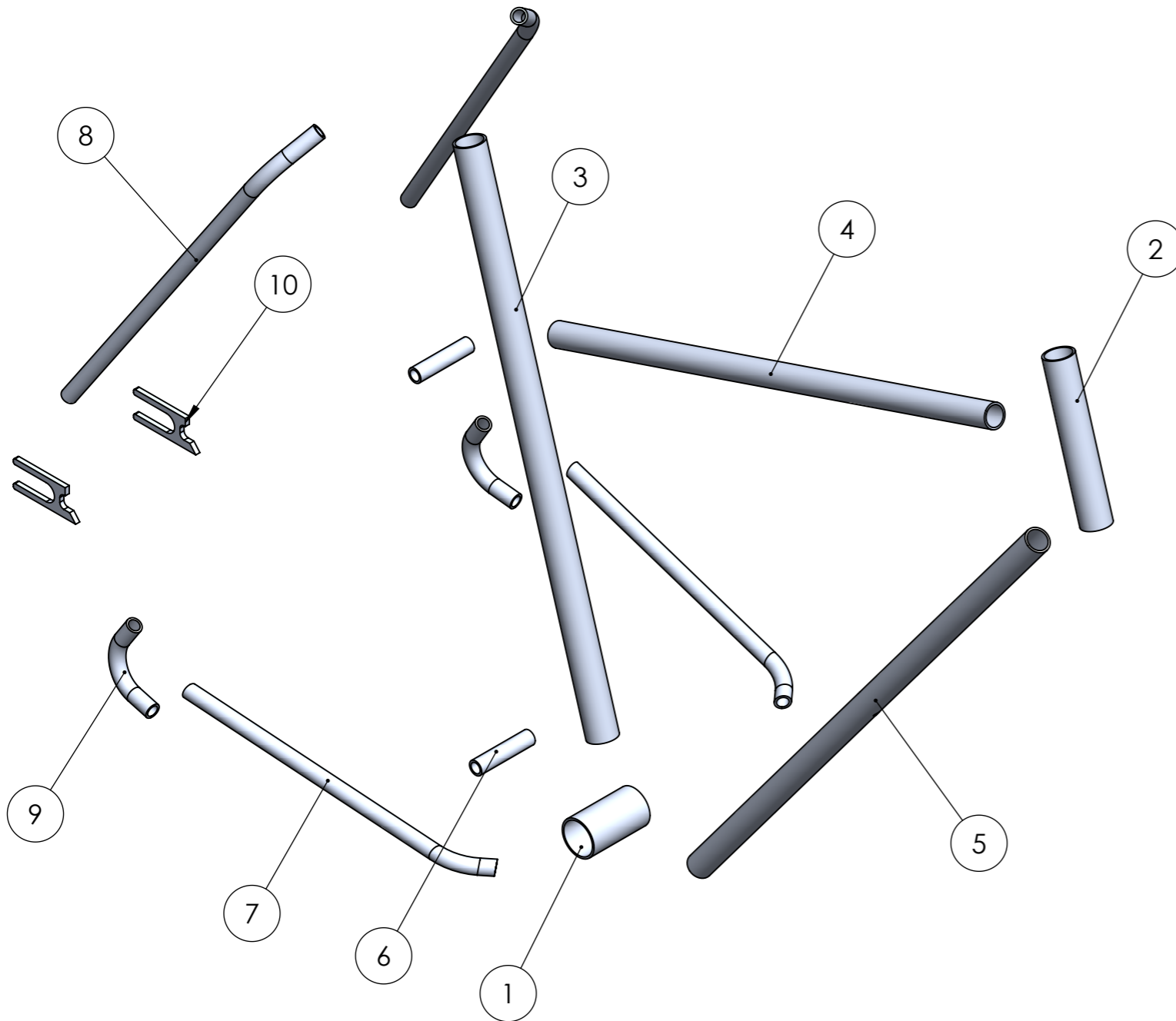
ESCALA 1:7



DETALLE A  
ESCALA 1 : 4

\*Nota: Todos los elementos tienen método de unión por soldadura TIG.

Universidad Industrial de Santander 		<b>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</b>	
FECHA: 19/04/2023		TITULO: DISEÑO DE UNA BICICLETA ELÉCTRICA CON UN MÓDULO DE TRANSPORTE DE CARGA QUE FOMENTE LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	
ESCALA: 1:7			
UNIDADES: mm		DIBUJO: Cuadro	CÓDIGO: BEM - 1
A3		AUTOR: Camilo Andrés González Rueda	HOJA: 03/37



ESCALA 1:8

10	UNIÓN EJE TRASERO	2	BEM - 1.10
9	UNIÓN TIRANTE Y VAINA	2	BEM - 1.9
8	TIRANTE	2	BEM - 1.8
7	VAINA	2	BEM - 1.7
6	TUBO ESTABILIZADOR	2	BEM - 1.6
5	TUBO INFERIOR	1	BEM - 1.5
4	TUBO SUPERIOR	1	BEM - 1.4
3	TUBO VERTICAL	1	BEM - 1.3
2	TUBO DE DIRECCIÓN	1	BEM - 1.2
1	CAJA PEDALIER	1	BEM - 1.1
Nº	NOMBRE	CANTIDAD	CÓDIGO

Universidad  
Industrial de  
Santander



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL  
DE SANTANDER**

FECHA: 19/04/2023

TÍTULO: DISEÑO DE UNA BICICLETA ELÉCTRICA CON UN  
MÓDULO DE TRANSPORTE DE CARGA QUE FOMENTE  
LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN EL ÁREA  
METROPOLITANA DE BUCARAMANGA

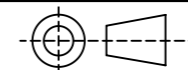
ESCALA: 1:5

UNIDADES: mm

DIBUJO: Explosionado del cuadro

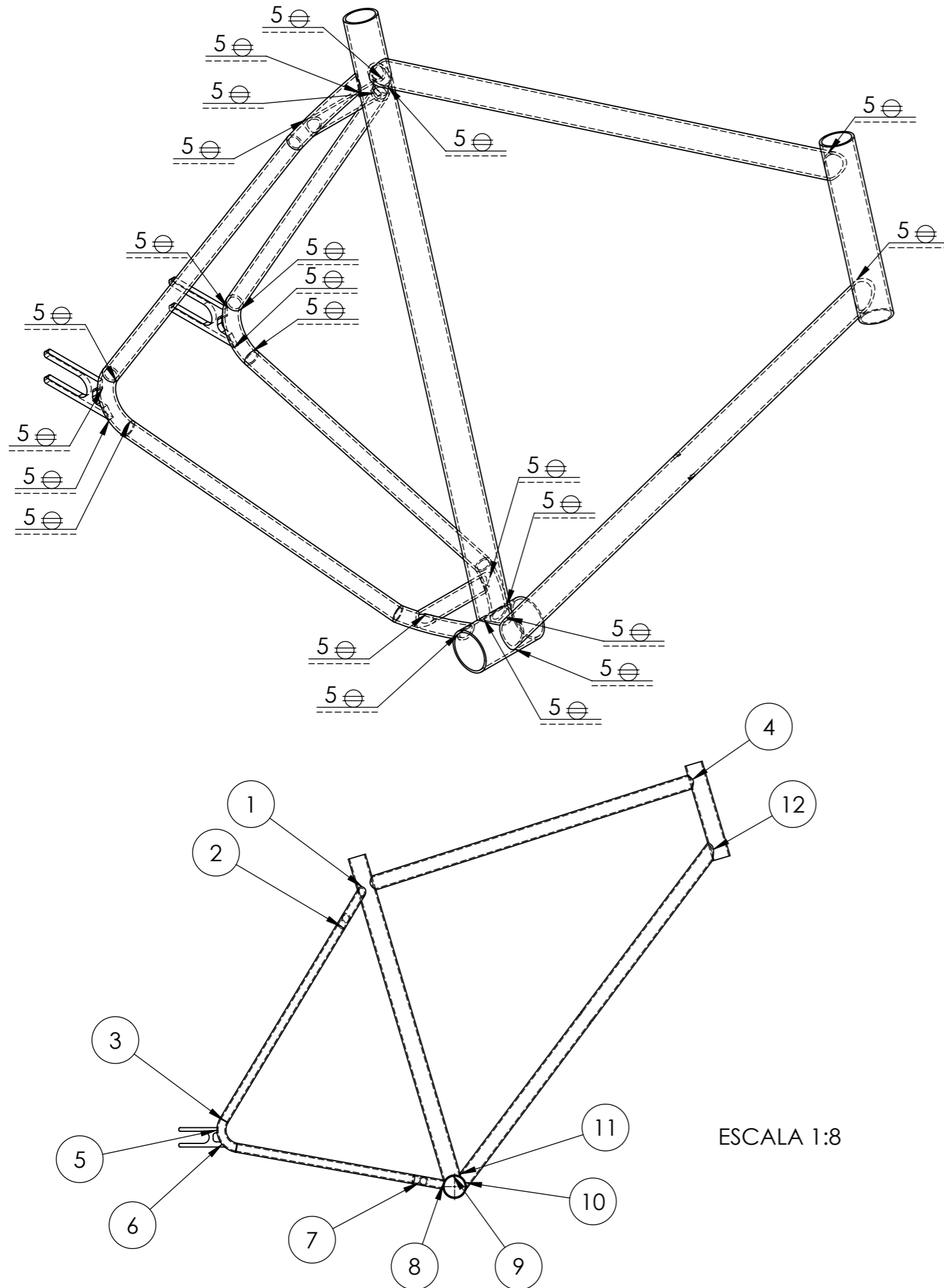
CÓDIGO: BEM - 1

A3



AUTOR: Camilo Andrés González Rueda

HOJA: 04/37

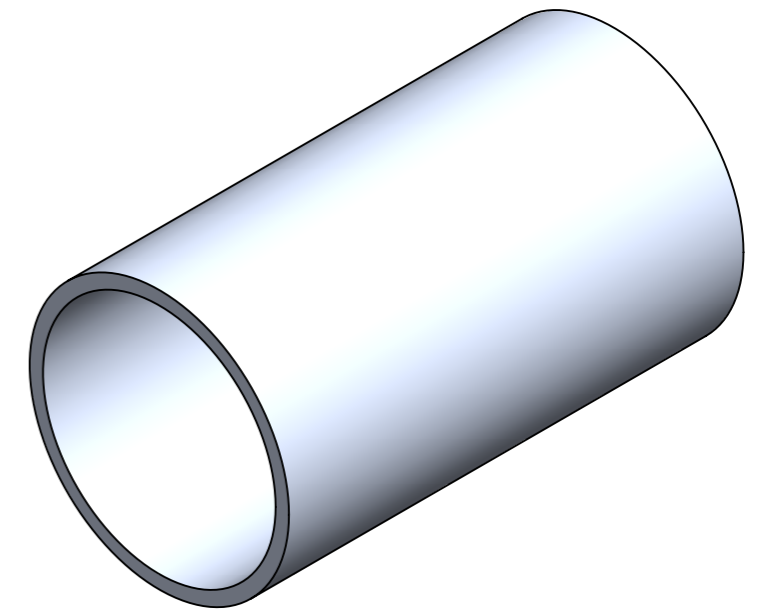
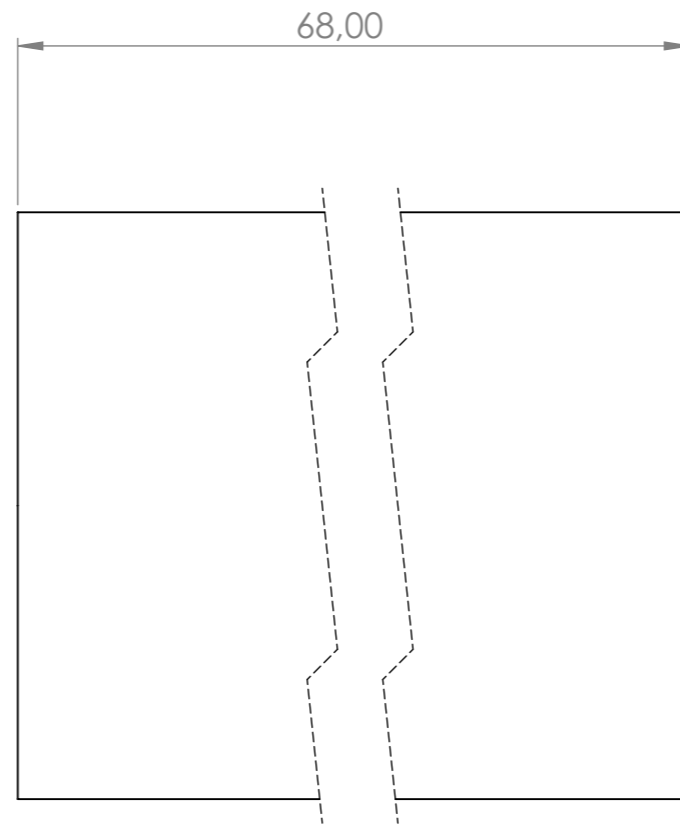
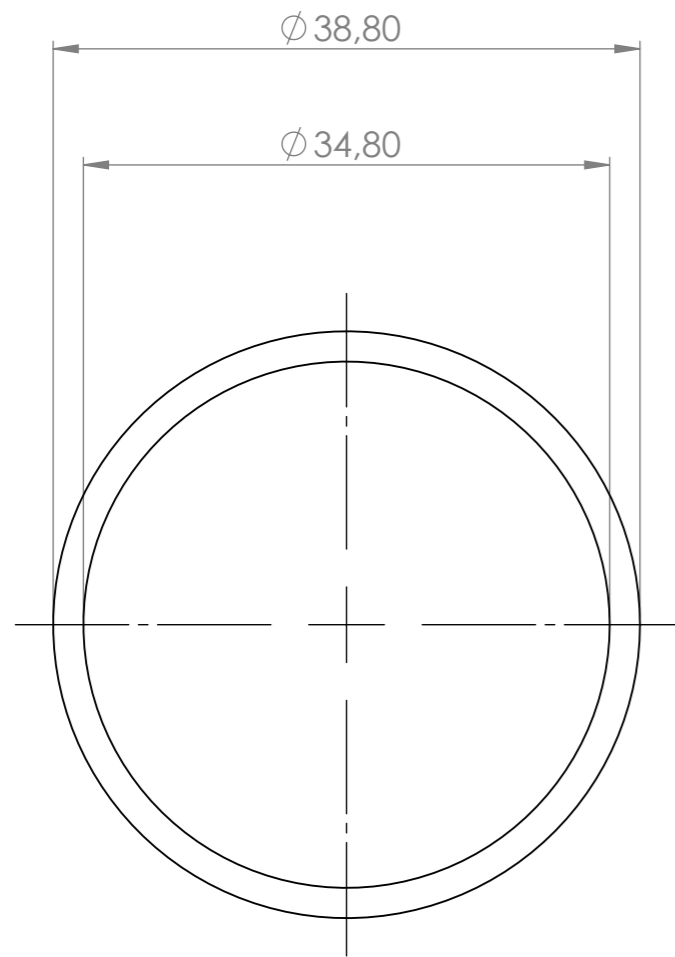


\*Nota: El método de soldadura empleado en todas las uniones es el método de soldadura TIG.

N.º DE ELEMENTO	TAMAÑO DE SOLDADURA	SÍMBOLO	LONGITUD DE SOLDADURA	MATERIAL DE SOLDADURA	CANTIDAD
1	5	⊖	51.93	Aleación de aluminio ER4043	2
2	5	⊖	60.41	Aleación de aluminio ER4043	2
3	5	⊖	47.12	Aleación de aluminio ER4043	4
4	5	⊖	80.23	Aleación de aluminio ER4043	2
5	5	⊖	26.66	Aleación de aluminio ER4043	2
6	5	⊖	32.04	Aleación de aluminio ER4043	2
7	5	⊖	61.93	Aleación de aluminio ER4043	2
8	5	⊖	55.54	Aleación de aluminio ER4043	2
9	5	⊖	82.13	Aleación de aluminio ER4043	1
10	5	⊖	67.57	Aleación de aluminio ER4043	1
11	5	⊖	16.96	Aleación de aluminio ER4043	1
12	5	⊖	90.28	Aleación de aluminio ER4043	1

Universidad Industrial de Santander 	<b>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</b>	
FECHA: 19/04/2023	TÍTULO: DISEÑO DE UNA BICICLETA ELÉCTRICA CON UN MÓDULO DE TRANSPORTE DE CARGA QUE FOMENTE LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	
ESCALA: 1:4	DIBUJO: Plano de soldadura cuadro	CÓDIGO: BEM - 1
UNIDADES: mm	AUTOR: Camilo Andrés González Rueda	HOJA: 05/37
A3		

ESCALA 1:8



ESCALA 5:4

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

MATERIAL: Aleación de Aluminio 6061-T6  
 Tubería de perfil circular  $\phi 38,8$ , espesor de 2mm  
 Cortar la tubería con las medidas especificadas.

Universidad  
 Industrial de  
 Santander



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL  
 DE SANTANDER**

FECHA: 19/04/2023

TITULO: DISEÑO DE UNA BICICLETA ELÉCTRICA CON UN  
 MÓDULO DE TRANSPORTE DE CARGA QUE FOMENTE  
 LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN EL ÁREA  
 METROPOLITANA DE BUCARAMANGA

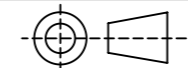
ESCALA: 2:1

UNIDADES: mm

DIBUJO: Caja pedalier

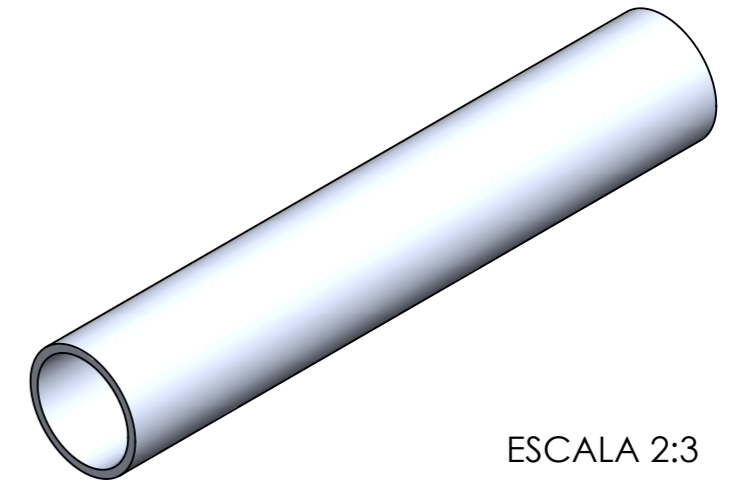
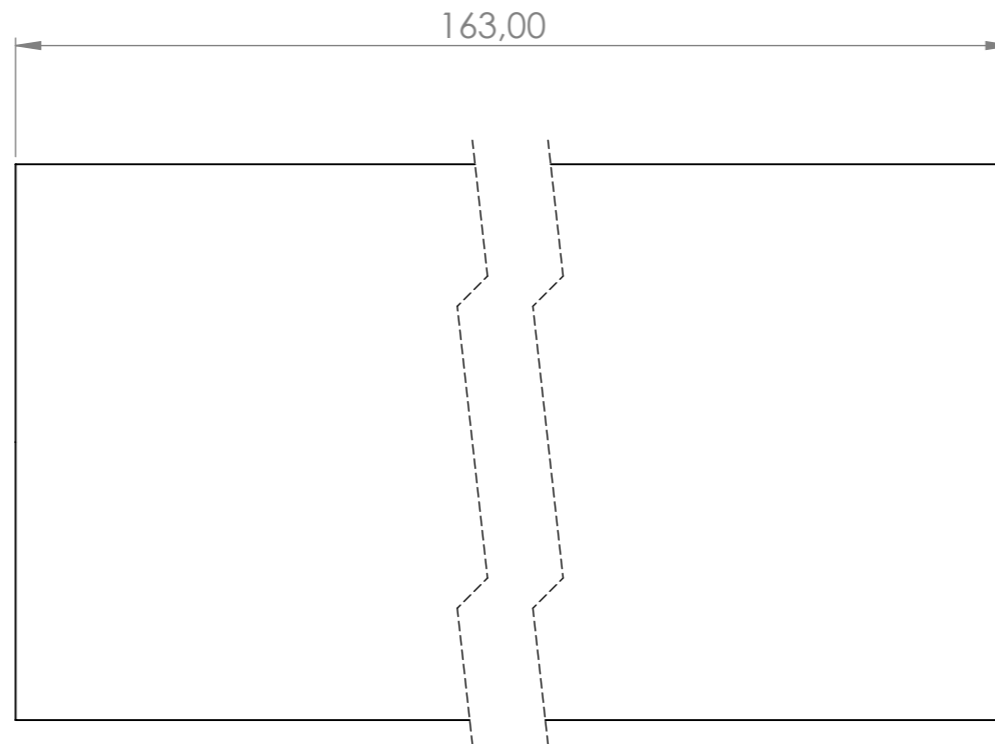
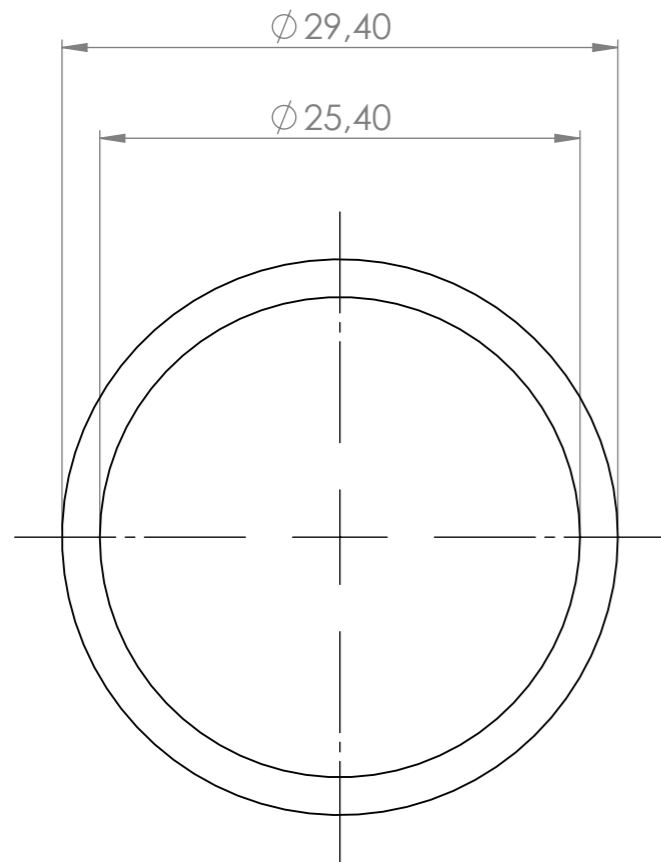
CÓDIGO: BEM - 1.1

A3



AUTOR: Camilo Andrés González Rueda

HOJA: 06/37



ESCALA 2:3

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

MATERIAL: Aleación de Aluminio 6061-T6  
 Tubería de perfil circular  $\phi 29.40$ , espesor de 2mm  
 Cortar la tubería con las medidas especificadas.

Universidad  
 Industrial de  
 Santander



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL  
 DE SANTANDER**

FECHA: 19/04/2023

TITULO: DISEÑO DE UNA BICICLETA ELÉCTRICA CON UN  
 MÓDULO DE TRANSPORTE DE CARGA QUE FOMENTE  
 LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN EL ÁREA  
 METROPOLITANA DE BUCARAMANGA

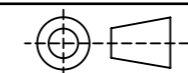
ESCALA: 5:2

UNIDADES: mm

DIBUJO: Tubo de dirección

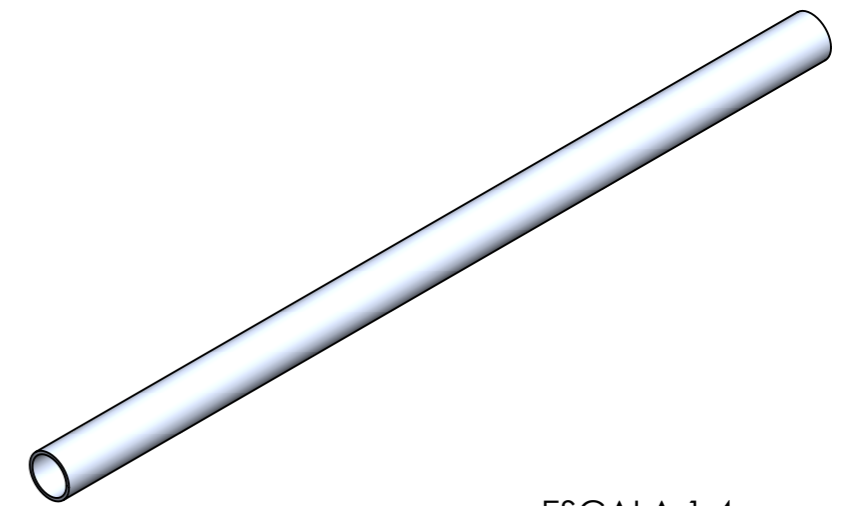
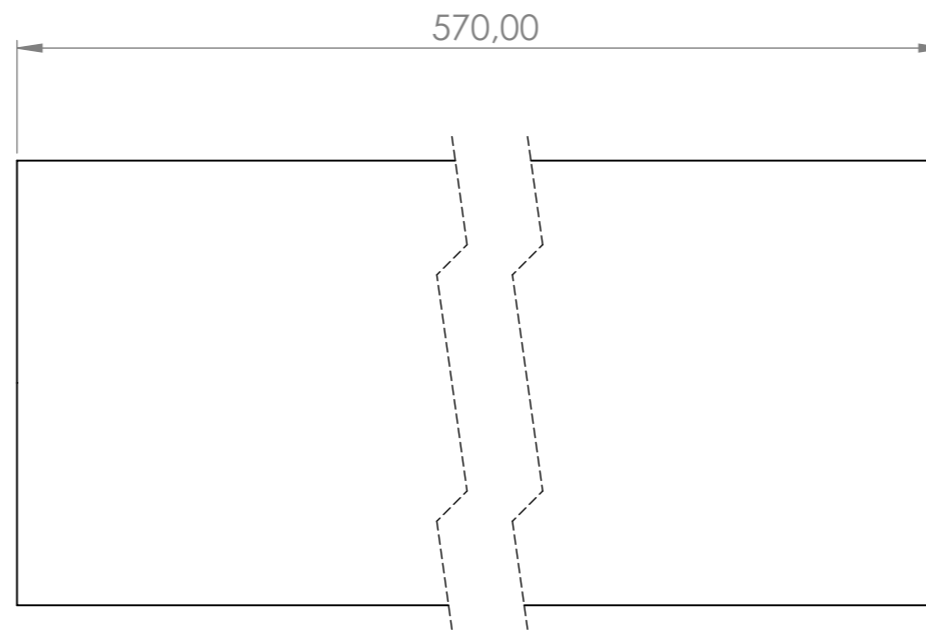
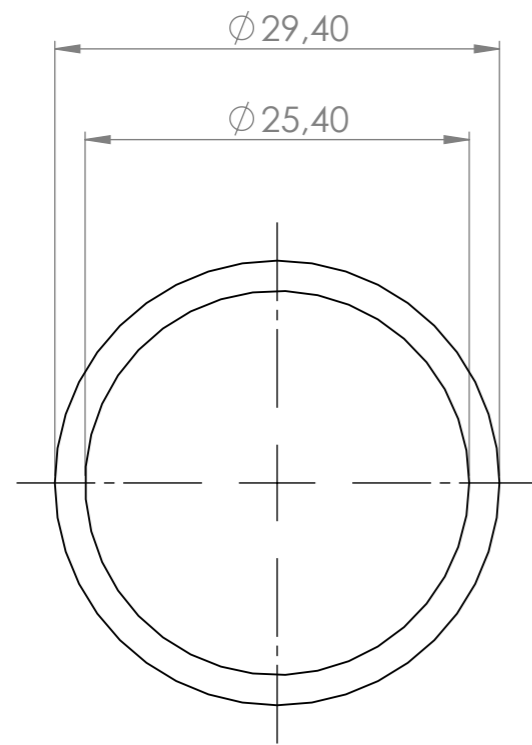
CÓDIGO: BEM - 1.2

A3



AUTOR: Camilo Andrés González Rueda

HOJA: 07/37



ESCALA 1:4

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

MATERIAL: Aleación de Aluminio 6061-T6  
 Tubería de perfil circular  $\phi 29.40$ , espesor de 2mm  
 Cortar la tubería con las medidas especificadas.

Universidad  
Industrial de  
Santander



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL  
DE SANTANDER**

FECHA: 19/04/2023

TITULO: DISEÑO DE UNA BICICLETA ELÉCTRICA CON UN  
MÓDULO DE TRANSPORTE DE CARGA QUE FOMENTE  
LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN EL ÁREA  
METROPOLITANA DE BUCARAMANGA

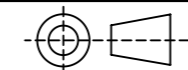
ESCALA: 2:1

UNIDADES: mm

DIBUJO: Tubo vertical

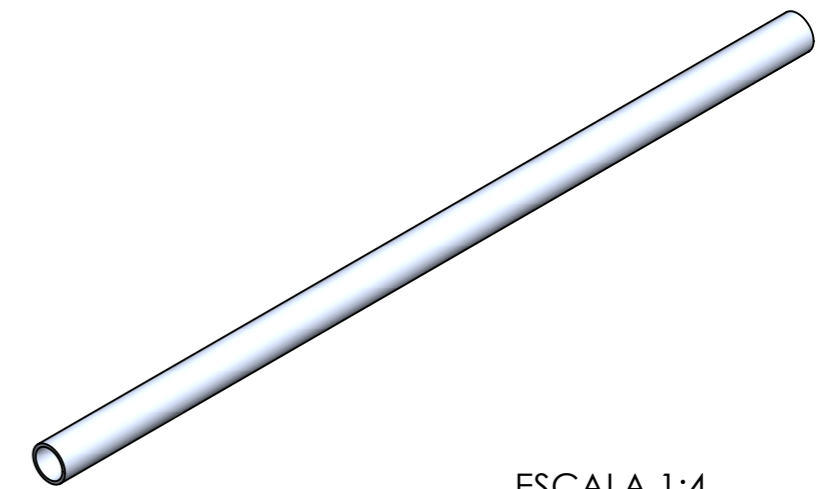
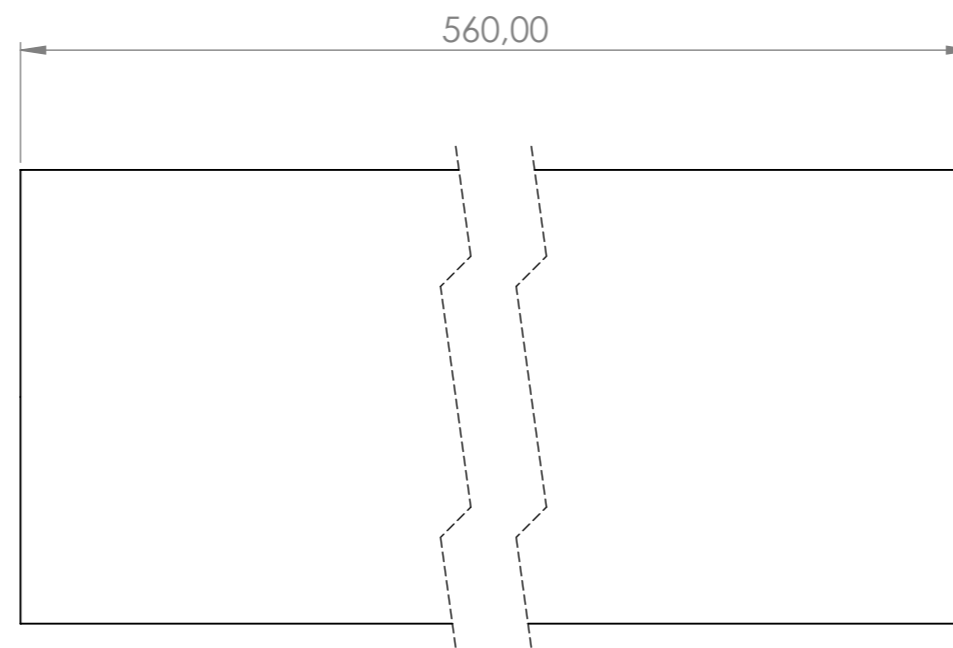
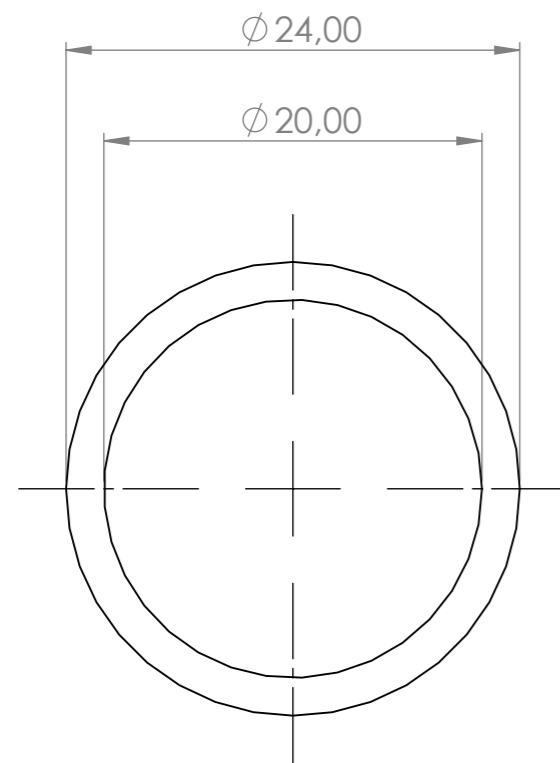
CÓDIGO: BEM - 1.3

A3



AUTOR: Camilo Andrés González Rueda

HOJA: 08/37



ESCALA 1:4

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

MATERIAL: Aleación de Aluminio 6061-T6  
 Tubería de perfil circular  $\phi$  24, espesor de 2mm  
 Cortar la tubería con las medidas especificadas.

Universidad  
 Industrial de  
 Santander



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL  
 DE SANTANDER**

FECHA: 19/04/2023

TITULO: DISEÑO DE UNA BICICLETA ELÉCTRICA CON UN  
 MÓDULO DE TRANSPORTE DE CARGA QUE FOMENTE  
 LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN EL ÁREA  
 METROPOLITANA DE BUCARAMANGA

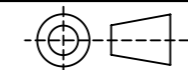
ESCALA: 5:2

UNIDADES: mm

DIBUJO: Tubo superior

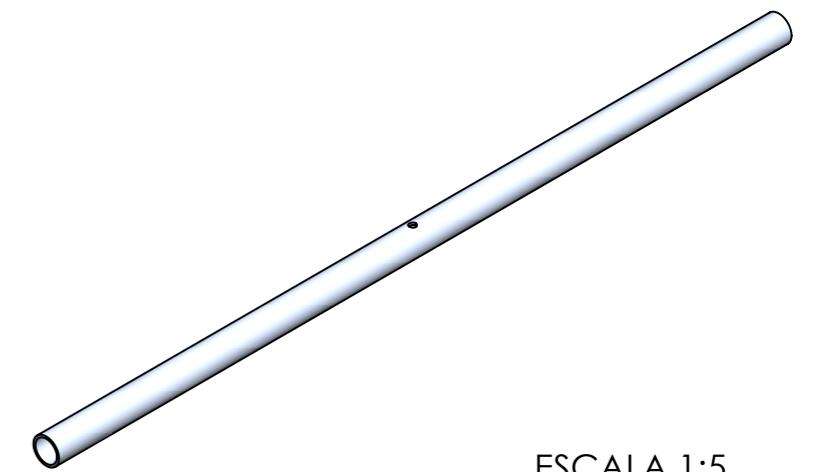
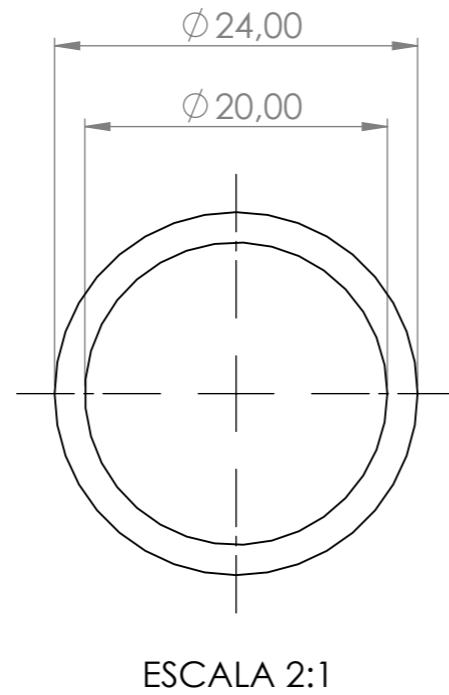
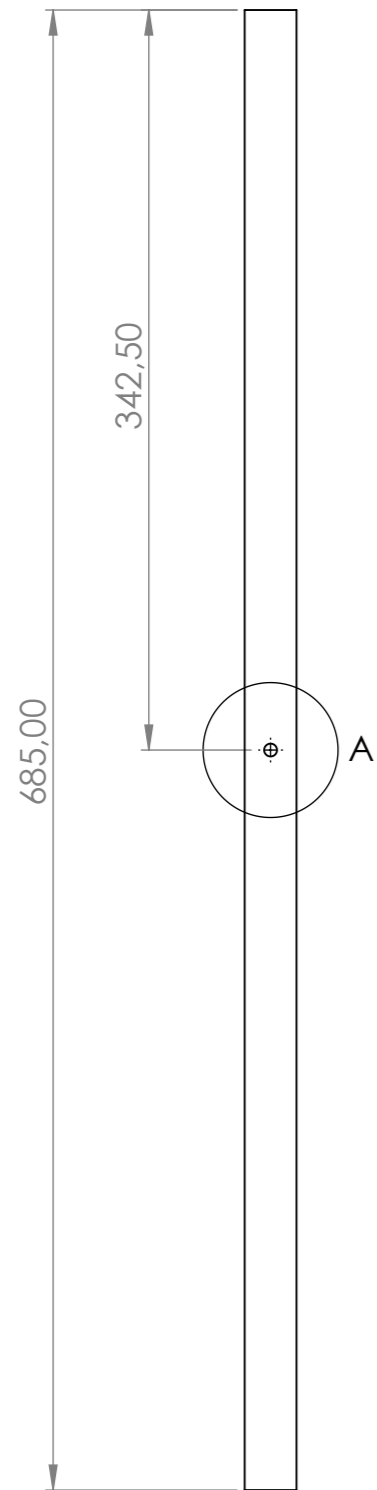
CÓDIGO: BEM - 1.4

A3

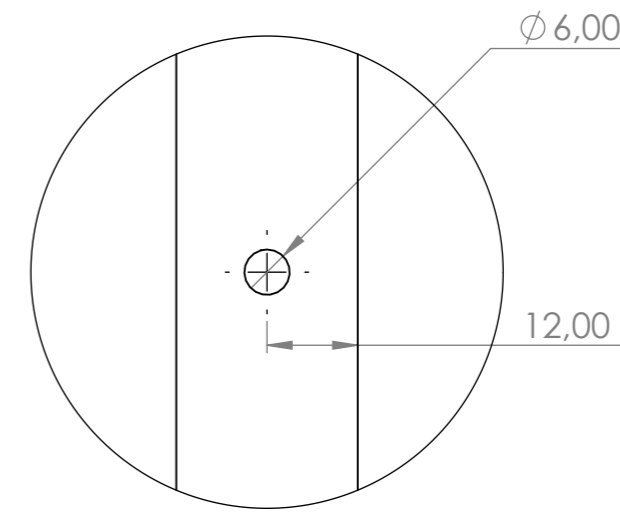


AUTOR: Camilo Andrés González Rueda

HOJA: 09/37



ESCALA 1:5



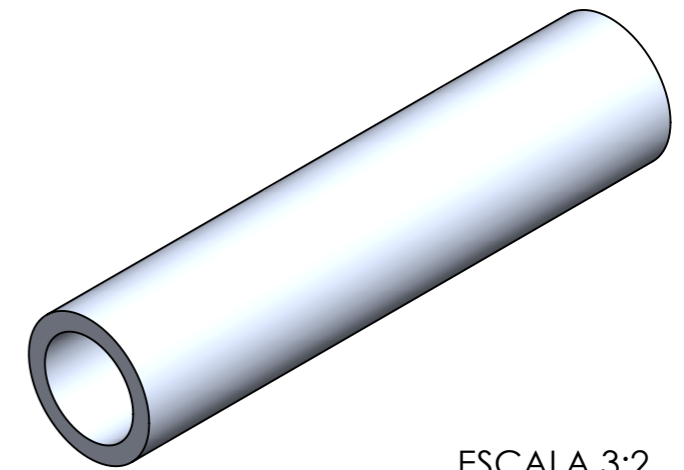
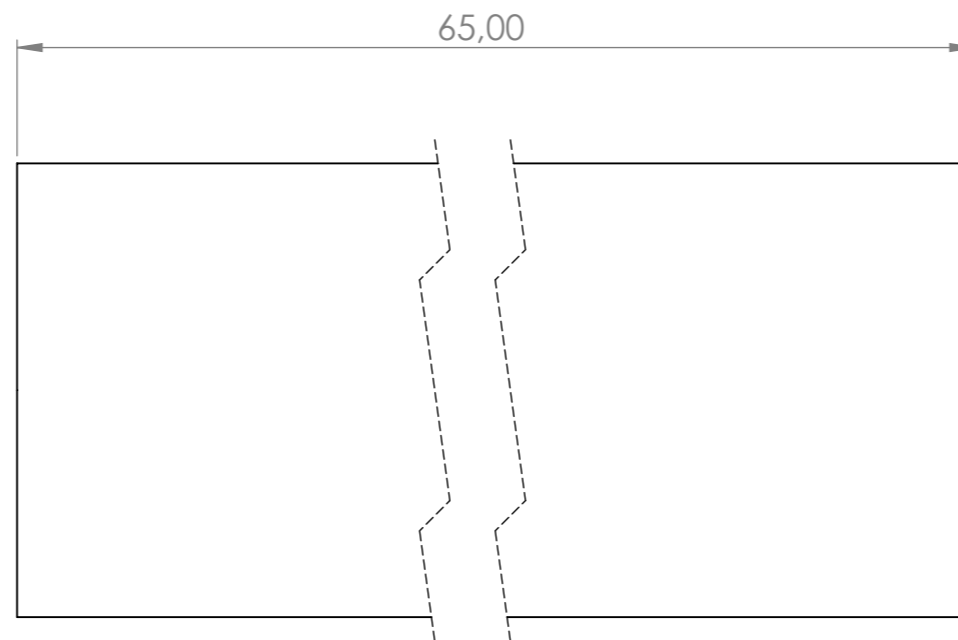
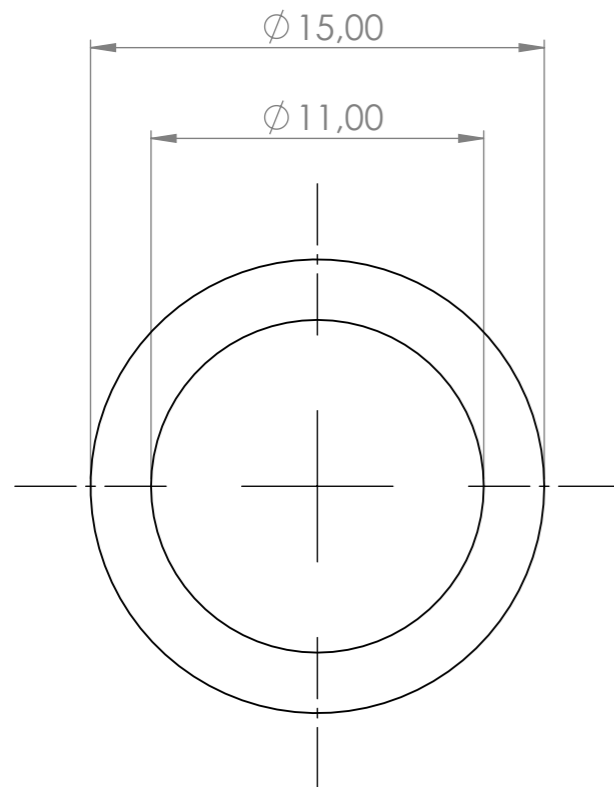
DETALLE A  
ESCALA 1 : 1

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

MATERIAL: Aleación de Aluminio 6061-T6  
 Tubería de perfil circular  $\phi$  24, espesor de 2mm  
 Cortar y taladrar la tubería con las medidas especificadas.

\*Nota: Se taladra un agujero  $\phi$  6 pasante.

Universidad Industrial de Santander 	<b>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</b>	
FECHA: 19/04/2023	TITULO: DISEÑO DE UNA BICICLETA ELÉCTRICA CON UN MÓDULO DE TRANSPORTE DE CARGA QUE FOMENTE LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	
ESCALA: 2:7	DIBUJO: Tubo inferior	CÓDIGO: BEM - 1.5
UNIDADES: mm	AUTOR: Camilo Andrés González Rueda	HOJA: 10/37
A3		



ESCALA 3:2

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

MATERIAL: Aleación de Aluminio 6061-T6  
 Tubería de perfil circular  $\phi 15$ , espesor de 2mm  
 Cortar la tubería con las medidas especificadas.

Universidad  
 Industrial de  
 Santander



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL  
 DE SANTANDER**

FECHA: 19/04/2023

TITULO: DISEÑO DE UNA BICICLETA ELÉCTRICA CON UN  
 MÓDULO DE TRANSPORTE DE CARGA QUE FOMENTE  
 LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN EL ÁREA  
 METROPOLITANA DE BUCARAMANGA

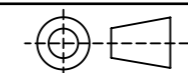
ESCALA: 4:1

UNIDADES: mm

DIBUJO: Tubo estabilizador

CÓDIGO: BEM - 1.6

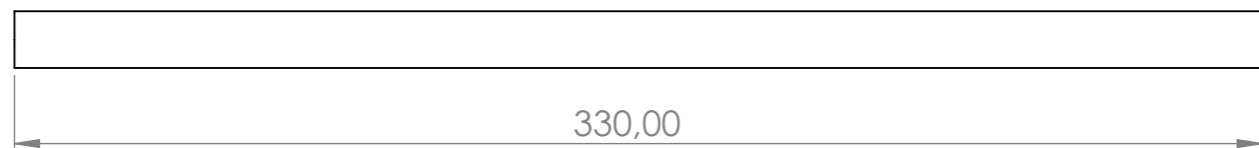
A3



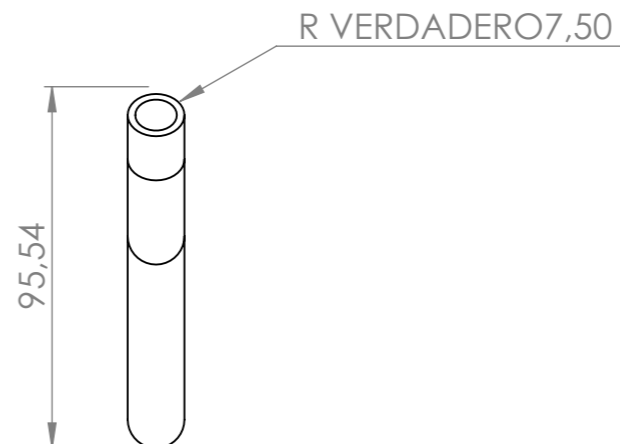
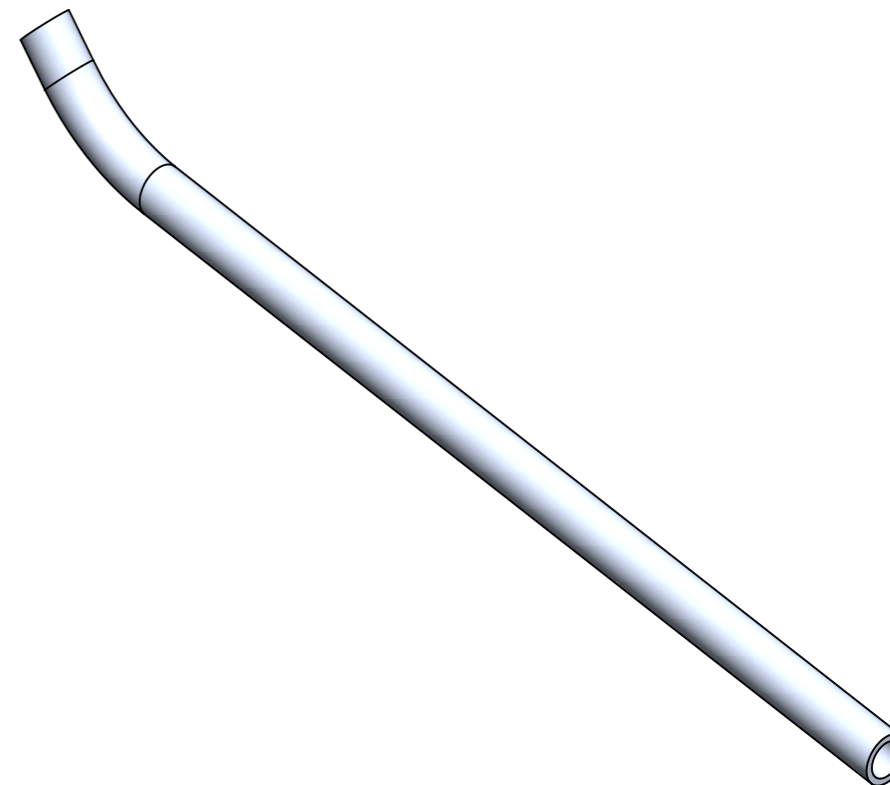
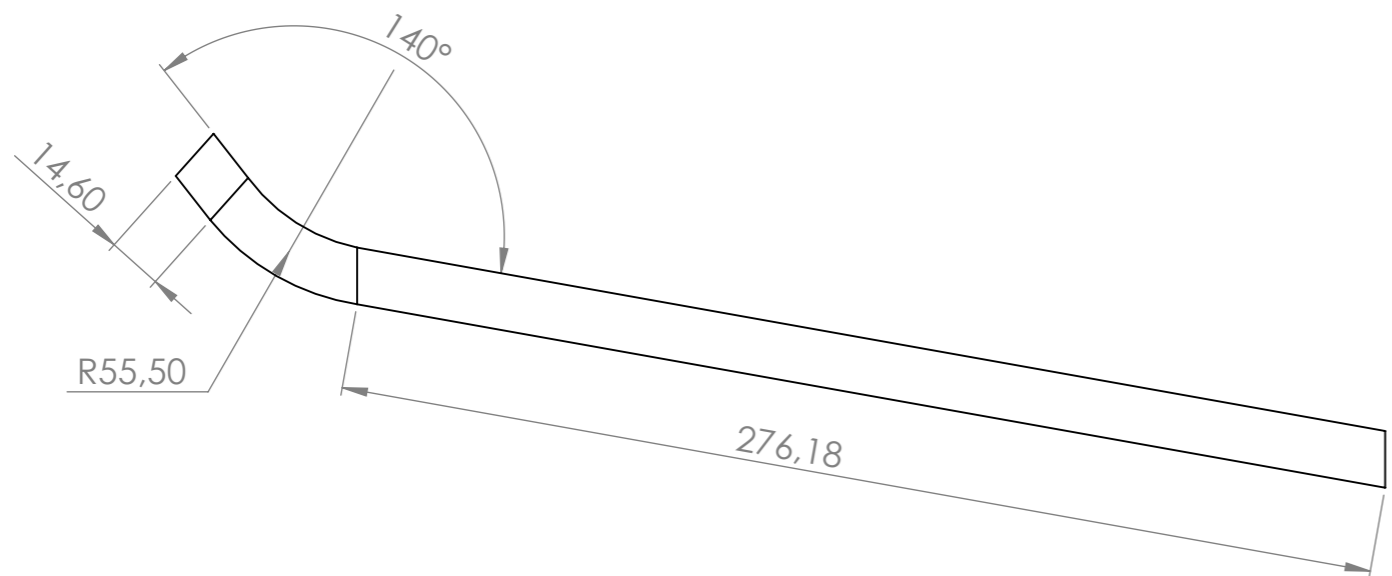
AUTOR: Camilo Andrés González Rueda

HOJA: 11/37

\*Nota: Vista de tubería antes del proceso de doblado.



ESCALA 1:2

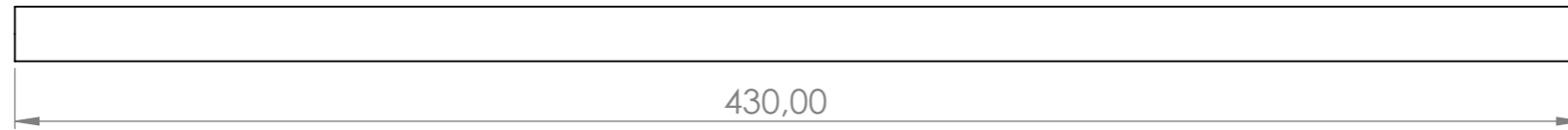


DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

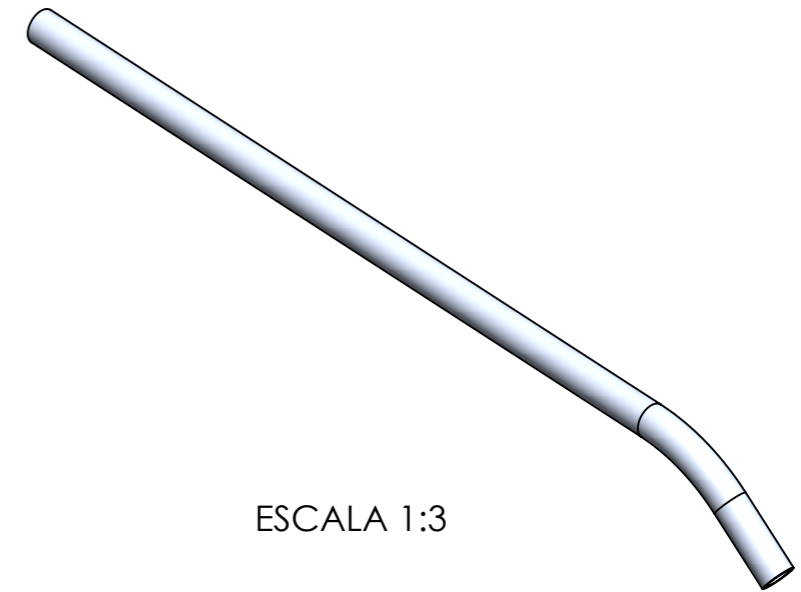
MATERIAL: Aleación de Aluminio 6061-T6  
 Tubería de perfil circular  $\phi$  15, espesor de 2mm  
 Cortar la tubería de 330mm y doblar con radio de 55.5mm a 140° con las medidas especificadas.

Universidad Industrial de Santander 	<b>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</b>	
FECHA: 19/04/2023	TITULO: DISEÑO DE UNA BICICLETA ELÉCTRICA CON UN MÓDULO DE TRANSPORTE DE CARGA QUE FOMENTE LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	
ESCALA: 1:2	DIBUJO: Vaina	CÓDIGO: BEM - 1.7
UNIDADES: mm	AUTOR: Camilo Andrés González Rueda	HOJA: 12/37
A3		

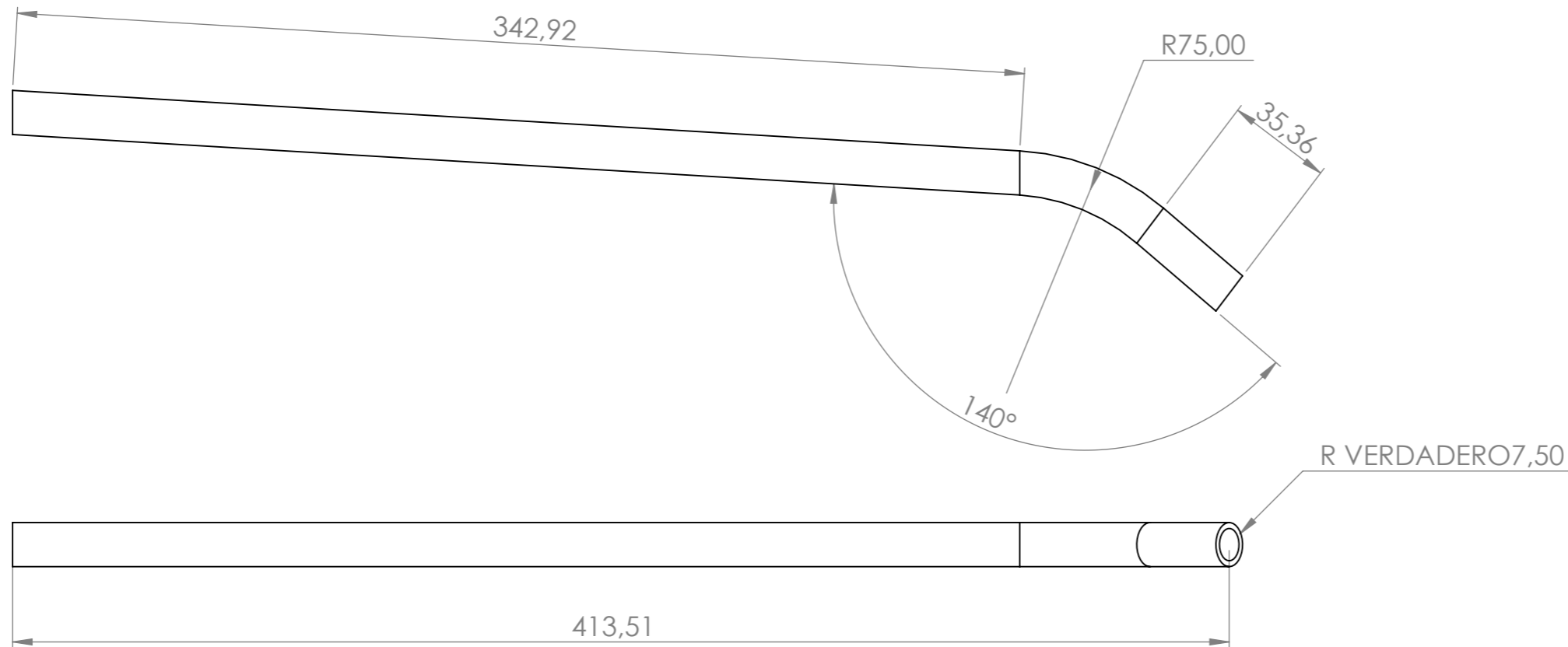
\*Nota: Vista de tubería antes del proceso de doblado.



ESCALA 1:2



ESCALA 1:3



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

MATERIAL: Aleación de Aluminio 6061-T6  
 Tubería de perfil circular  $\phi$  15, espesor de 2mm  
 Cortar la tubería de 430mm y doblar con radio de 75mm a 140° con las medidas especificadas.

Universidad Industrial de Santander



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

FECHA: 19/04/2023

TITULO: DISEÑO DE UNA BICICLETA ELÉCTRICA CON UN MÓDULO DE TRANSPORTE DE CARGA QUE FOMENTE LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA

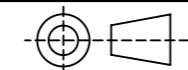
ESCALA: 1:2

UNIDADES: mm

DIBUJO: Tirante

CÓDIGO: BEM - 1.8

A3



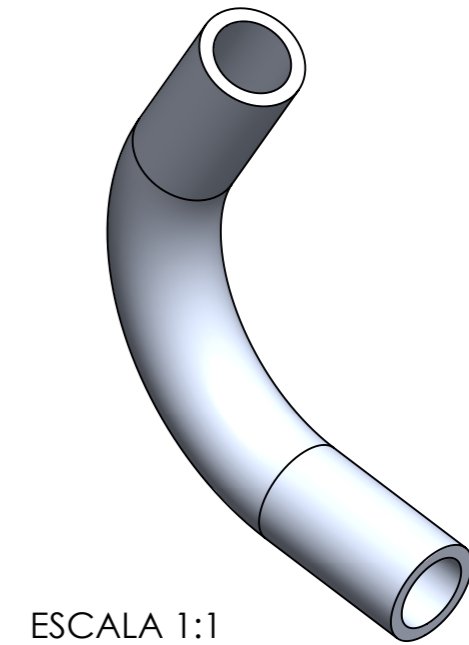
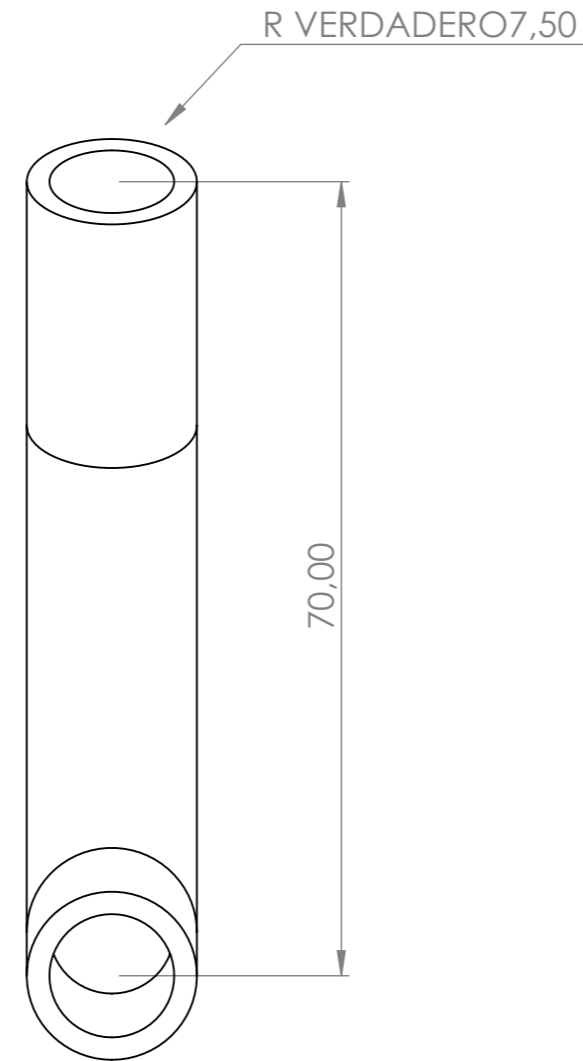
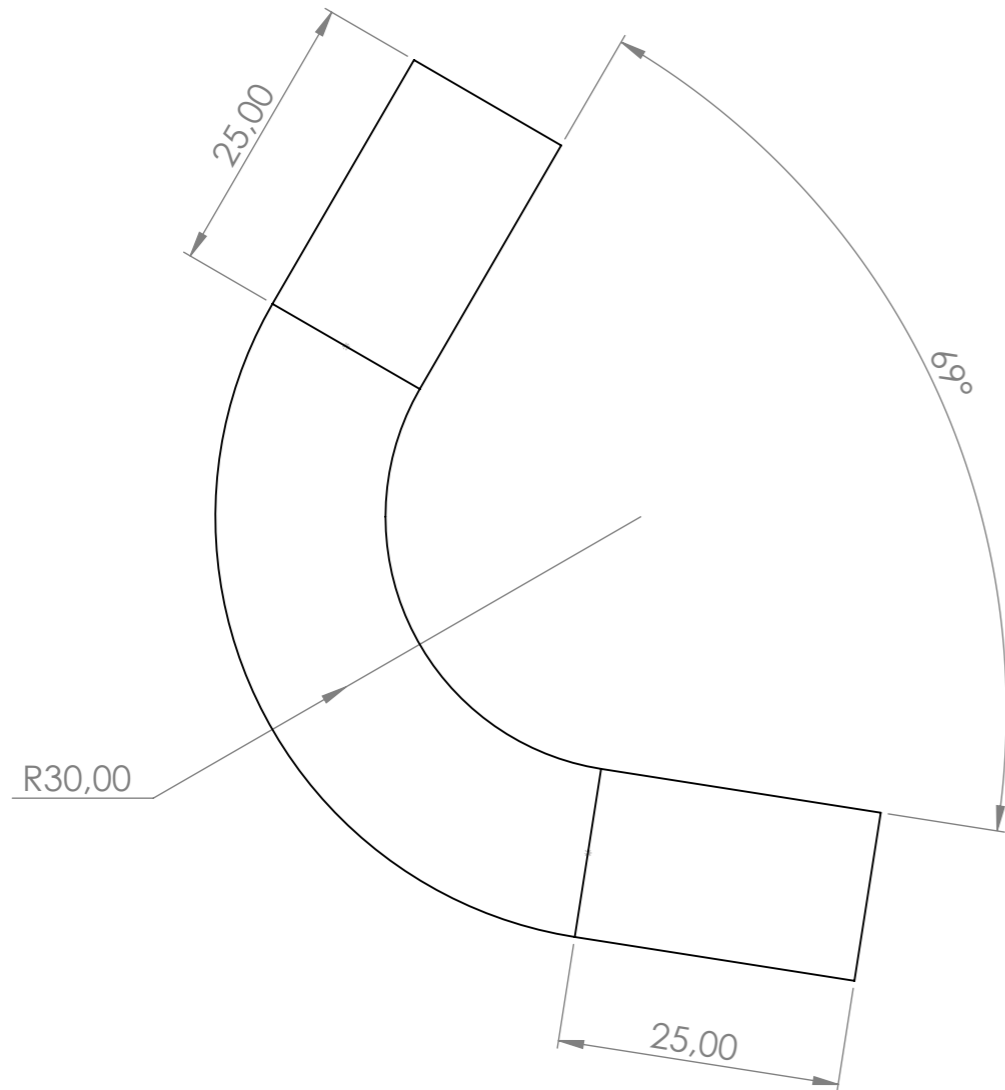
AUTOR: Camilo Andrés González Rueda

HOJA: 13/37

\*Nota: Vista de tubería antes del proceso de doblado.



ESCALA 1:1



ESCALA 1:1

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

MATERIAL: Aleación de Aluminio 6061-T6  
 Tubería de perfil circular  $\phi$  15, espesor de 2mm  
 Cortar la tubería de 110mm y doblar con radio de 30mm a 69° con las medidas especificadas.

Universidad Industrial de Santander



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

FECHA: 19/04/2023

TITULO: DISEÑO DE UNA BICICLETA ELÉCTRICA CON UN MÓDULO DE TRANSPORTE DE CARGA QUE FOMENTE LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA

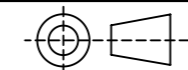
ESCALA: 3:2

UNIDADES: mm

DIBUJO: Unión tirante y vaina

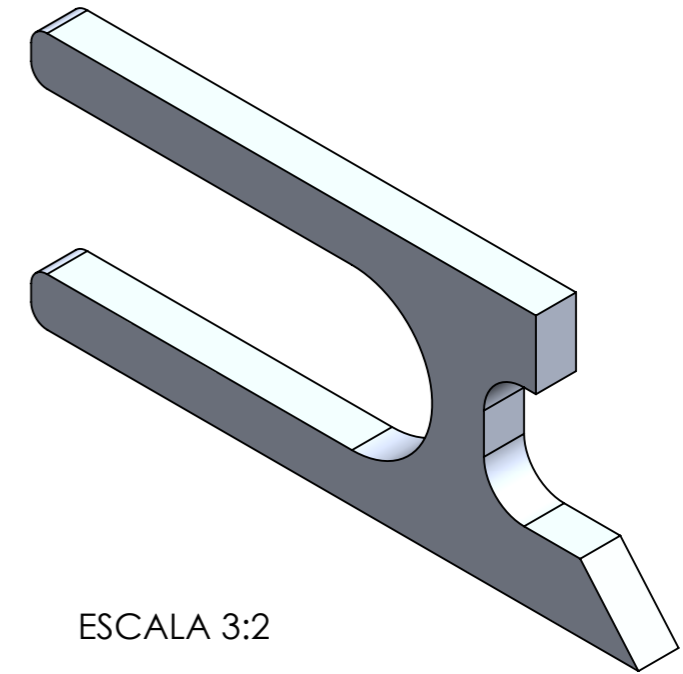
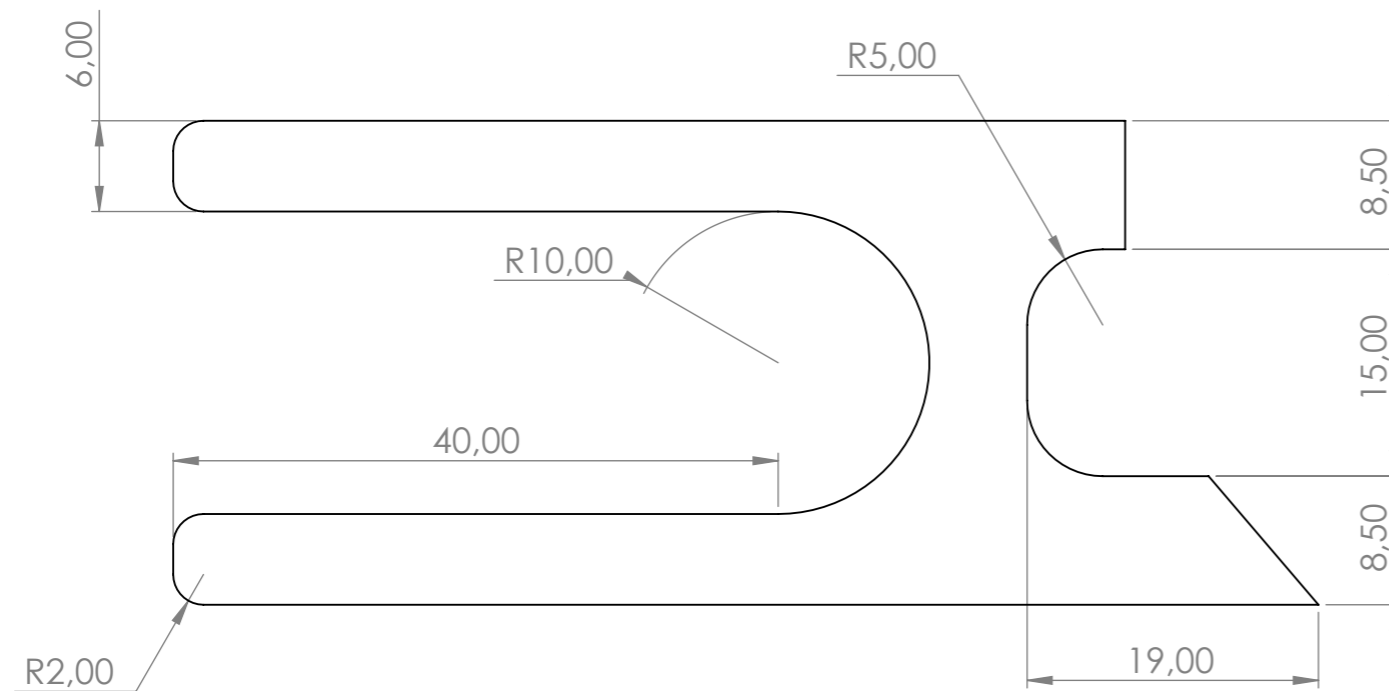
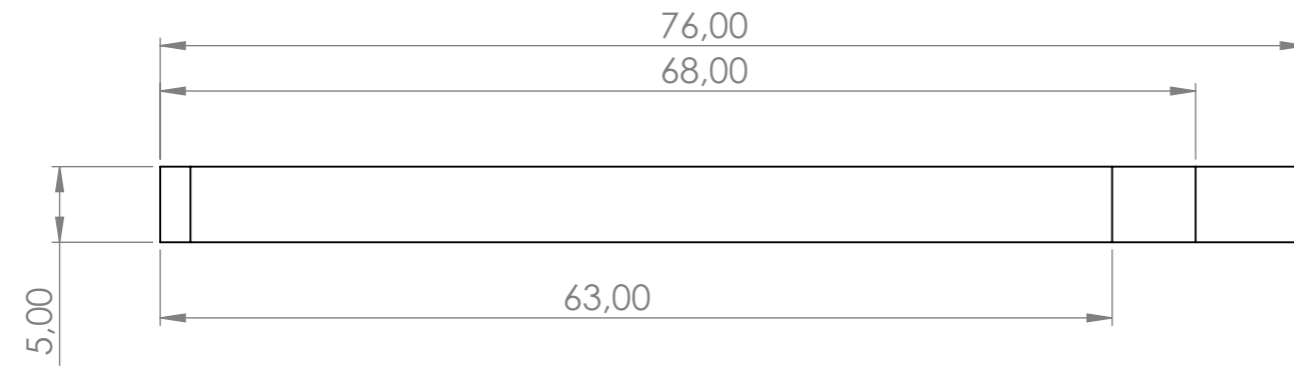
CÓDIGO: BEM - 1.9

A3



AUTOR: Camilo Andrés González Rueda

HOJA: 14/37



ESCALA 3:2

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

MATERIAL: Aleación de Aluminio 6061-T6  
 Lámina con espesor de 5mm  
 Cortar la lámina con las medidas especificadas.

Universidad Industrial de Santander



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

FECHA: 19/04/2023

TITULO: DISEÑO DE UNA BICICLETA ELÉCTRICA CON UN MÓDULO DE TRANSPORTE DE CARGA QUE FOMENTE LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA

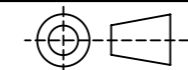
ESCALA: 2:1

UNIDADES: mm

DIBUJO: Unión eje trasero

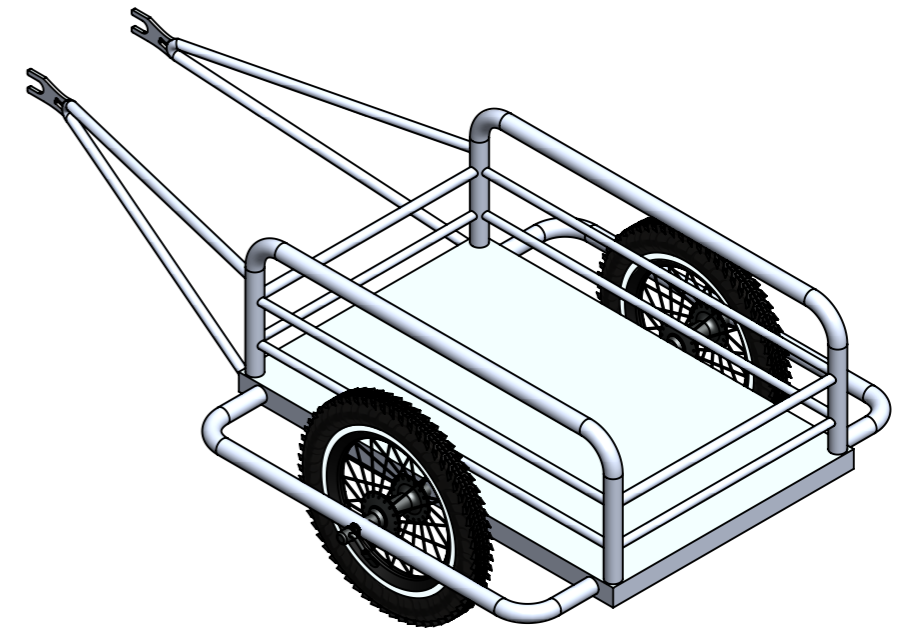
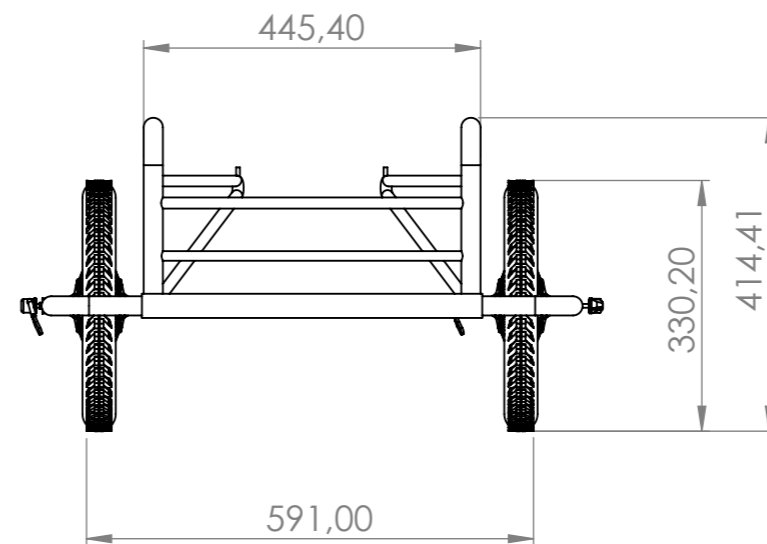
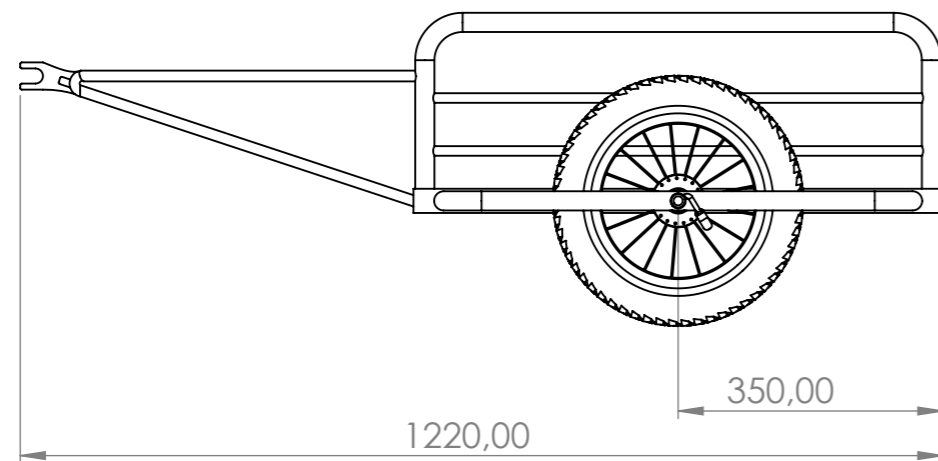
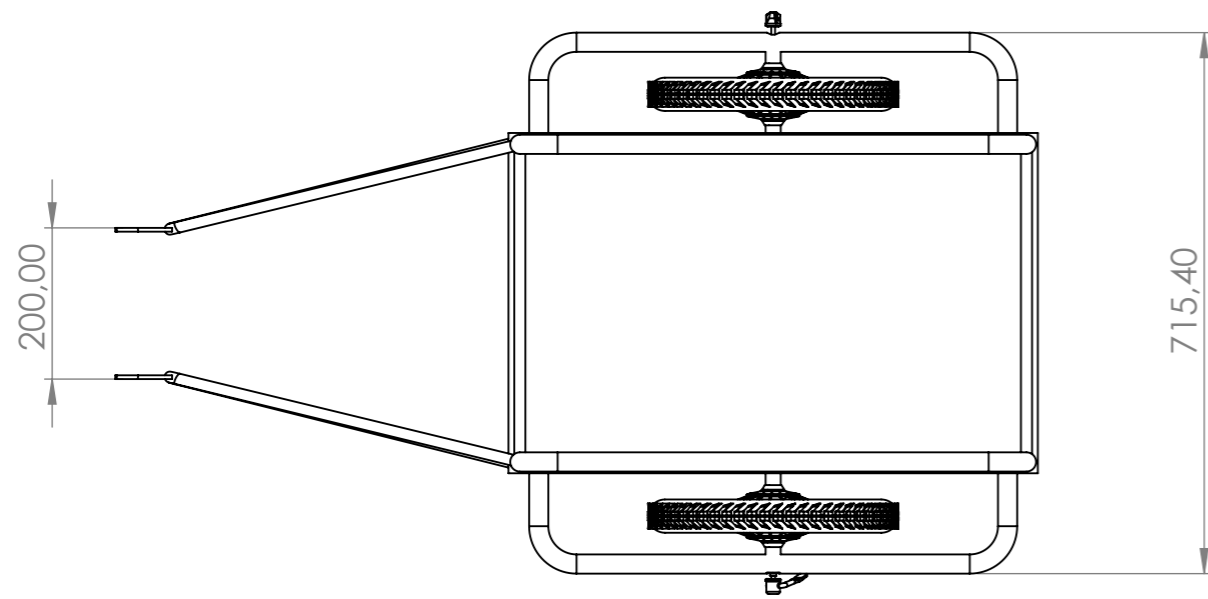
CÓDIGO: BEM - 1.10

A3



AUTOR: Camilo Andrés González Rueda

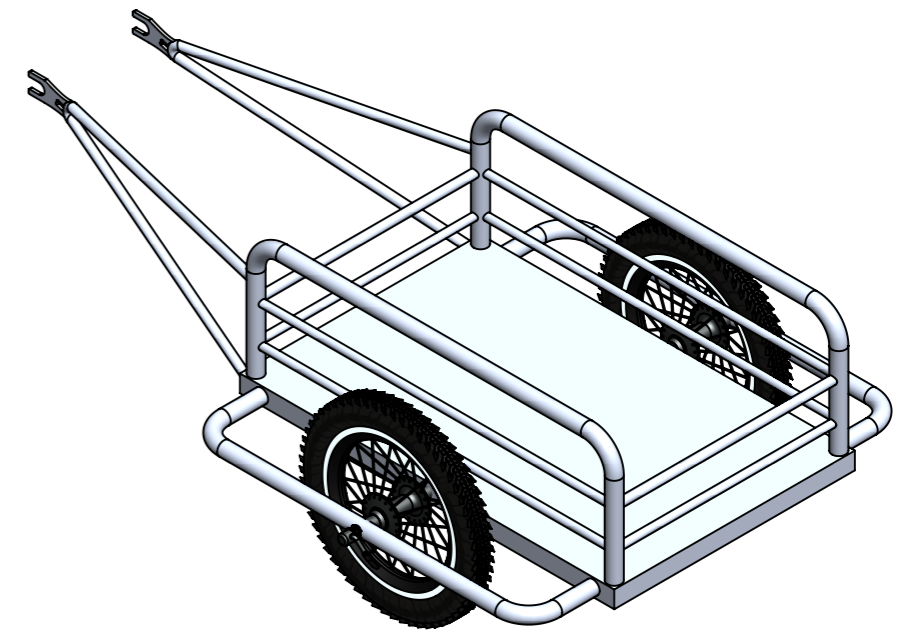
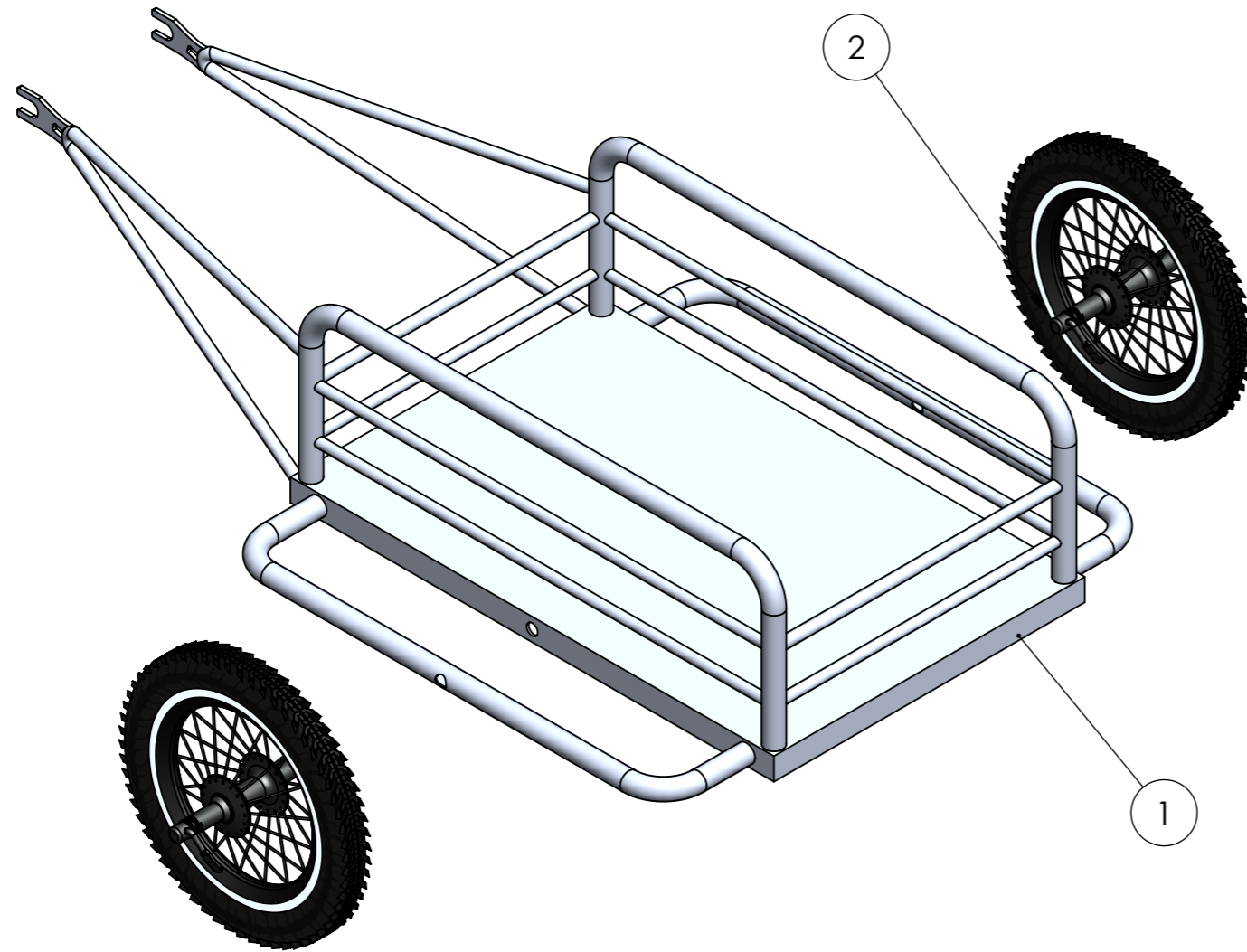
HOJA: 15/37



ESCALA: 1:10

\*Nota: Todos los elementos tienen método de unión por soldadura TIG a excepción de las llantas.

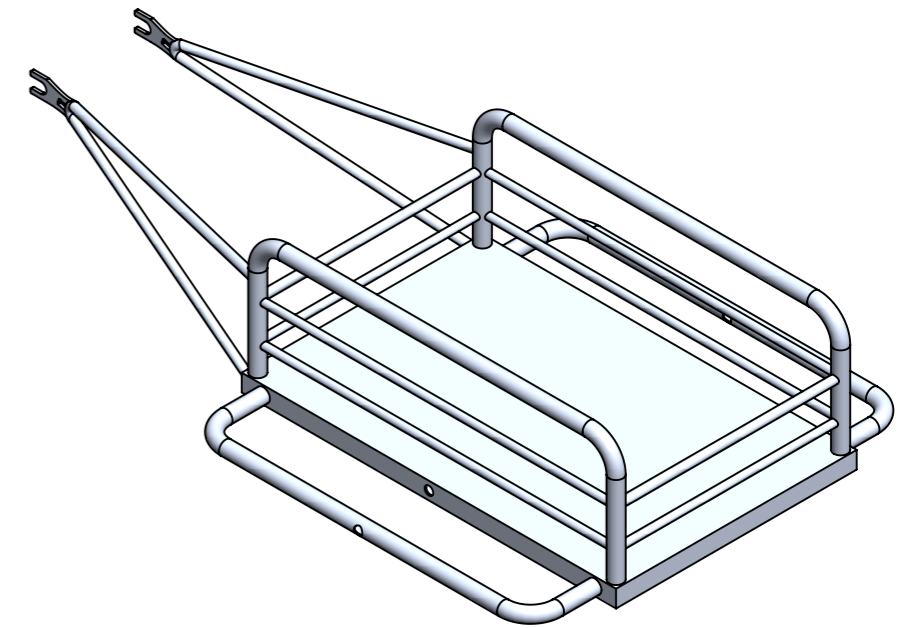
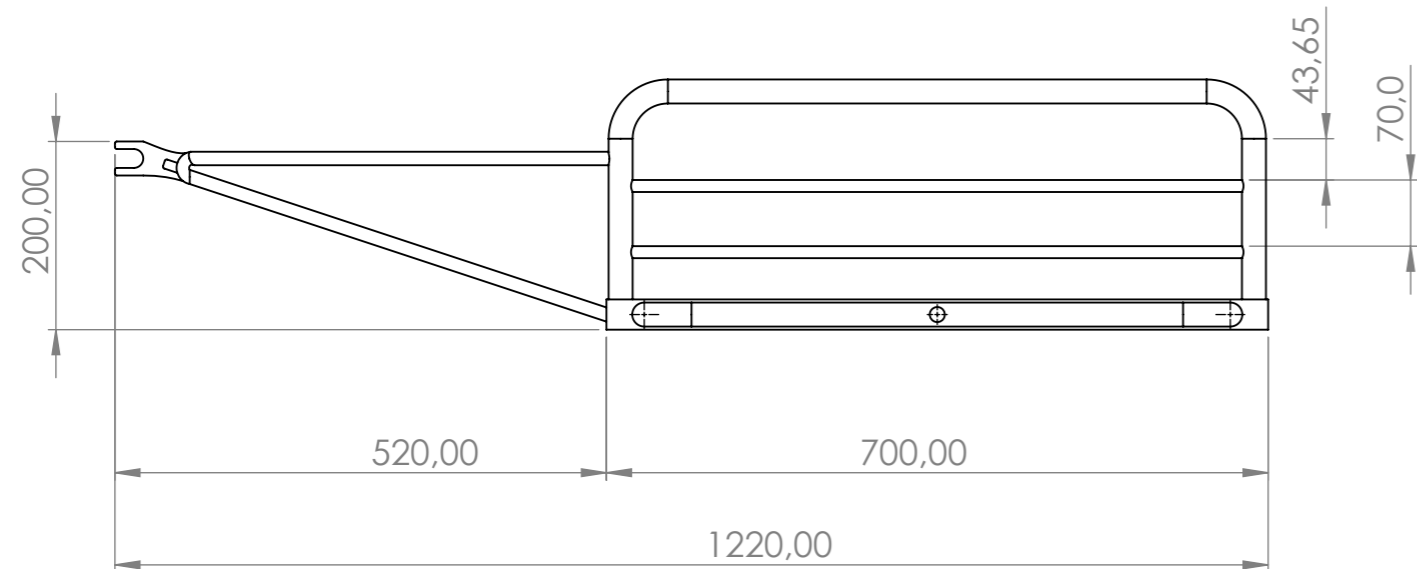
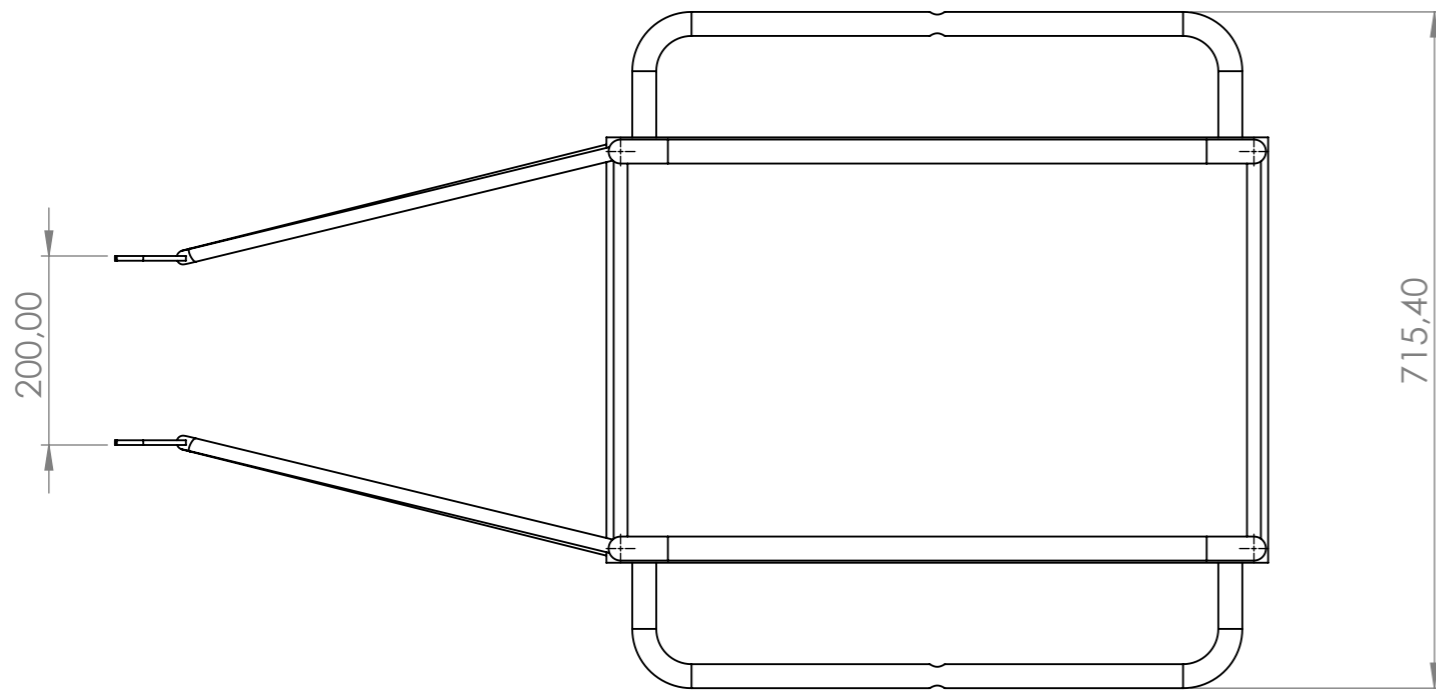
Universidad Industrial de Santander 	<b>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</b>	
FECHA: 19/04/2023	TITULO: DISEÑO DE UNA BICICLETA ELÉCTRICA CON UN MÓDULO DE TRANSPORTE DE CARGA QUE FOMENTE LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	
ESCALA: 1:10		
UNIDADES: mm	DIBUJO: Sistema del módulo de carga	CÓDIGO: BEM - 2
A3		AUTOR: Maria Alejandra Mogollón Martínez HOJA: 16/37



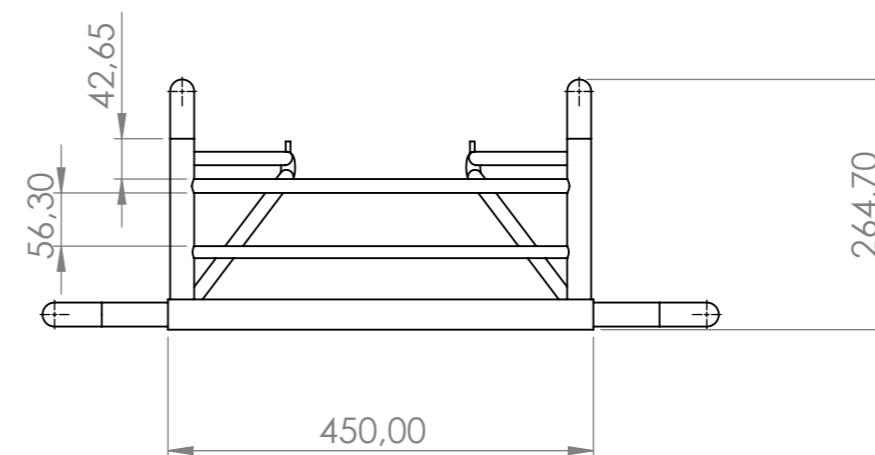
ESCALA 1:10

2	Rueda de neumático antipinchazos de 13"x3.15" con rodamiento y agujero de eje de 0.63" - AR-PRO	2	BEM - 2.2
1	MÓDULO DE CARGA	1	BEM - 2.1
Nº	NOMBRE	CANTIDAD	CÓDIGO

Universidad Industrial de Santander 	<b>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</b>		
FECHA: 19/04/2023	TÍTULO: DISEÑO DE UNA BICICLETA ELÉCTRICA CON UN MÓDULO DE TRANSPORTE DE CARGA QUE FOMENTE LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA		
ESCALA: 1:7			
UNIDADES: mm	DIBUJO: Explosionado del sistema del módulo de carga	CÓDIGO: BEM - 2	
A3		AUTOR: Maria Alejandra Mogollón Martínez	HOJA: 17/37

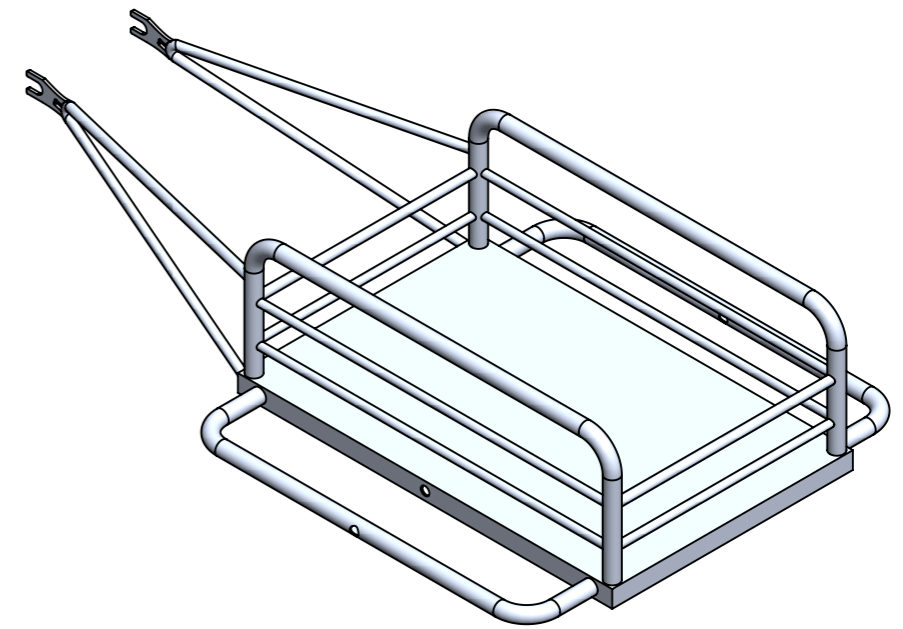
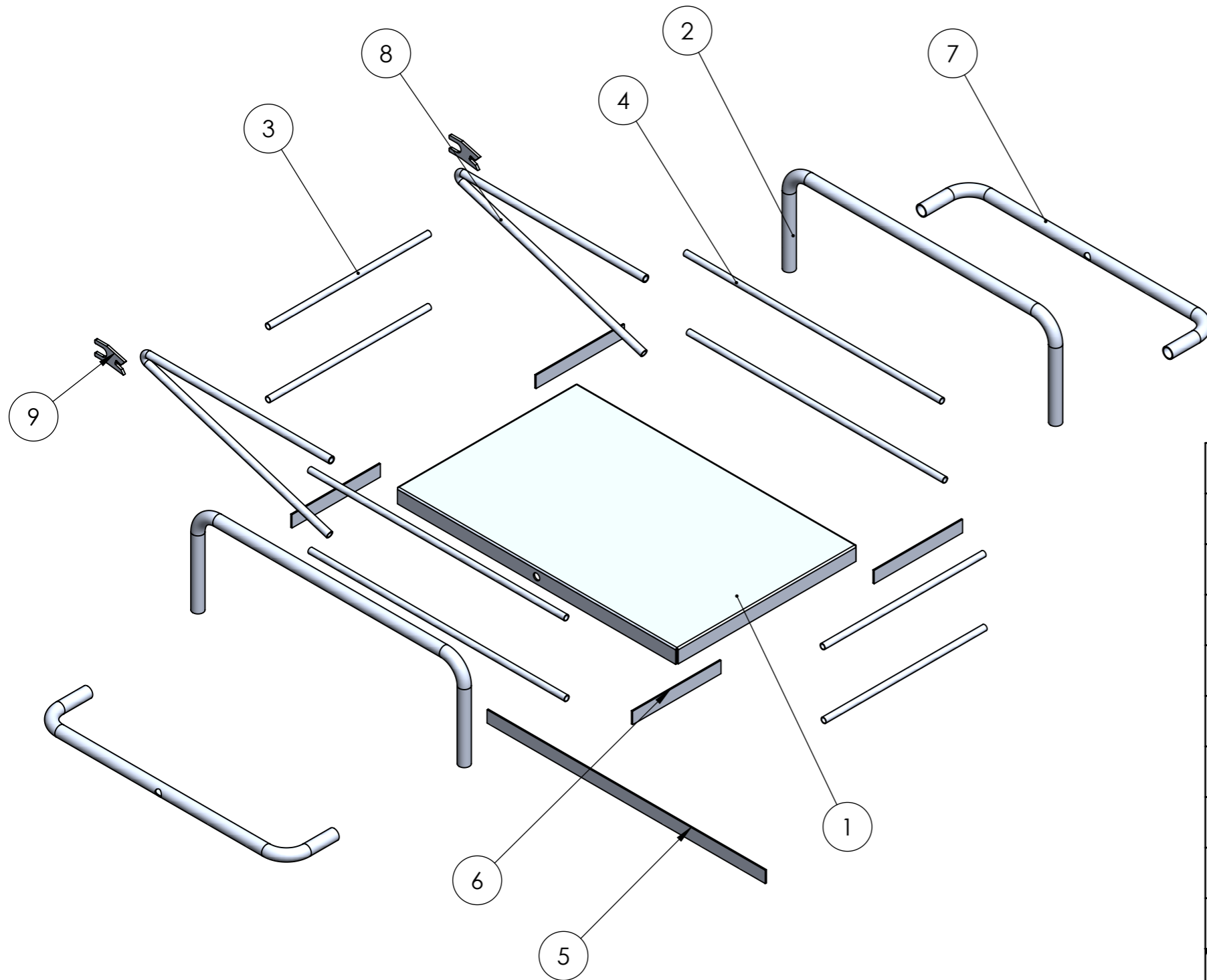


ESCALA 1:10



\*Nota: Todos los elementos tienen método de unión por soldadura TIG.

Universidad Industrial de Santander 	<b>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</b>		
FECHA: 19/04/2023	TITULO: DISEÑO DE UNA BICICLETA ELÉCTRICA CON UN MÓDULO DE TRANSPORTE DE CARGA QUE FOMENTE LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA		
ESCALA: 1:8	DIBUJO: Módulo de carga		CÓDIGO: BEM - 2.1
UNIDADES: mm	AUTOR: Maria Alejandra Mogollón Martínez		HOJA: 18/37
A3			



ESCALA 1:10

9	UNIÓN EJE TRASERO	2	BEM - 2.1.9
8	SOPORTE DE SUJECCIÓN	2	BEM - 2.1.8
7	TUBO PROTECTOR RUEDA	2	BEM - 2.1.7
6	SOPORTE BASE 2	4	BEM - 2.1.6
5	SOPORTE BASE 1	1	BEM - 2.1.5
4	TUBO APOYO LATERAL	4	BEM - 2.1.4
3	TUBO APOYO FRONTAL	4	BEM - 2.1.3
2	TUBO DE SOPORTE	2	BEM - 2.1.2
1	BASE MÓDULO	1	BEM - 2.1.1
Nº	NOMBRE	CANTIDAD	CÓDIGO

Universidad  
Industrial de  
Santander



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL  
DE SANTANDER**

FECHA: 19/04/2023

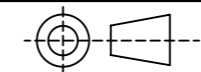
TÍTULO: DISEÑO DE UNA BICICLETA ELÉCTRICA CON UN MÓDULO DE TRANSPORTE DE CARGA QUE FOMENTE LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA

ESCALA: 1:9

UNIDADES: mm

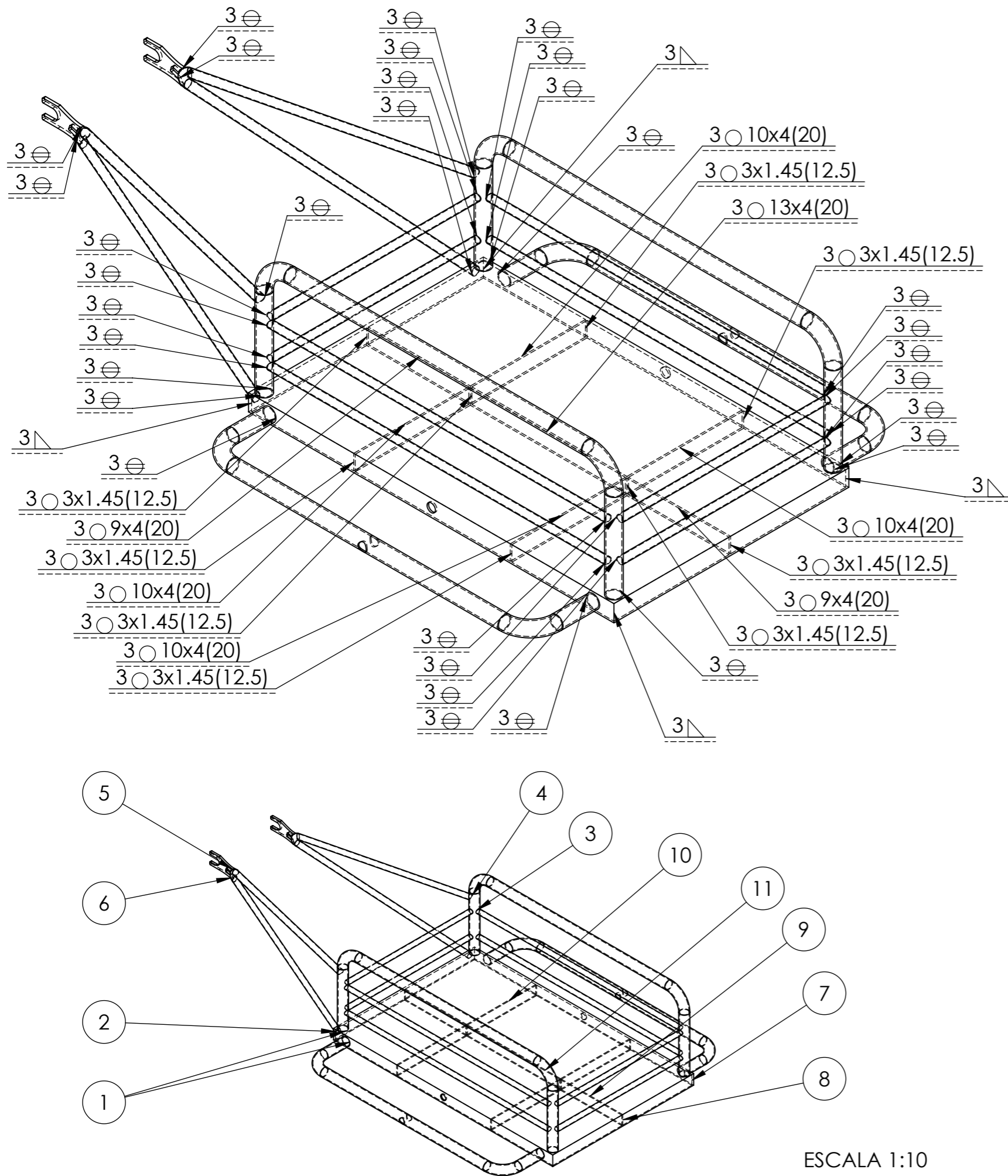
DIBUJO: Explosionado del módulo de carga CÓDIGO: BEM - 2.1

A3



AUTOR: Maria Alejandra Mogollón Martínez

HOJA: 19/27



\*Nota: El método de soldadura empleado en todas las uniones es el método de soldadura TIG.

N.º DE ELEMENTO	TAMAÑO DE SOLDADURA	SÍMBOLO	LONGITUD DE SOLDADURA	MATERIAL DE SOLDADURA	CANTIDAD
1	3	⊕	79.8	Aleación de aluminio ER4043	8
2	3	⊕	47.12	Aleación de aluminio ER4043	2
3	3	⊕	40.6	Aleación de aluminio ER4043	16
4	3	⊕	46.49	Aleación de aluminio ER4043	2
5	3	⊕	37.64	Aleación de aluminio ER4043	2
6	3	⊕	30.97	Aleación de aluminio ER4043	2
7	3	⏚	29	Aleación de aluminio ER4043	4
8	3	○	60X1.45(12.5){4.35}	Aleación de aluminio ER4043	20
9	3	○	36X4(20){36}	Aleación de aluminio ER4043	4
10	3	○	80X4(20){40}	Aleación de aluminio ER4043	8
11	3	○	26X4(20){52}	Aleación de aluminio ER4043	2

Universidad Industrial de Santander



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

FECHA: 19/04/2023

TÍTULO: DISEÑO DE UNA BICICLETA ELÉCTRICA CON UN MÓDULO DE TRANSPORTE DE CARGA QUE FOMENTE LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA

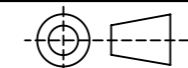
ESCALA: 1:6

UNIDADES: mm

DIBUJO: Plano de soldadura del módulo de carga

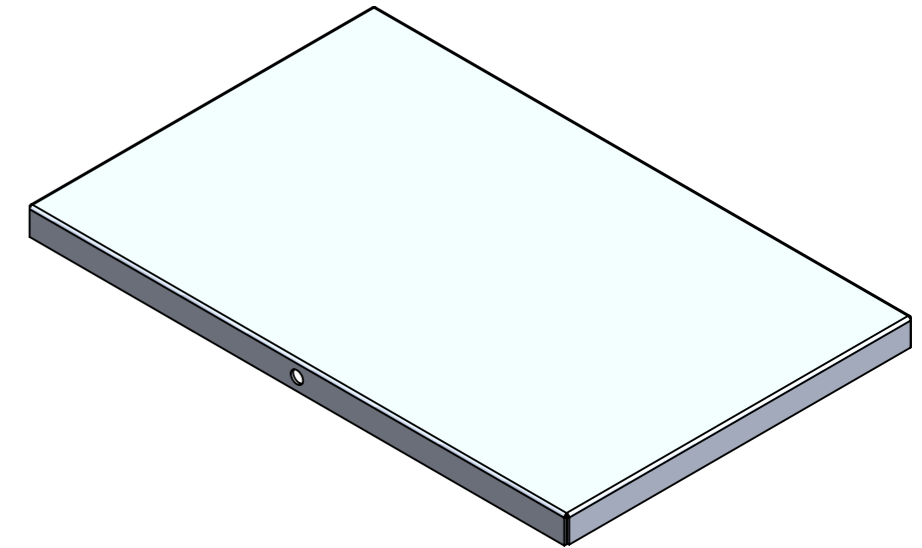
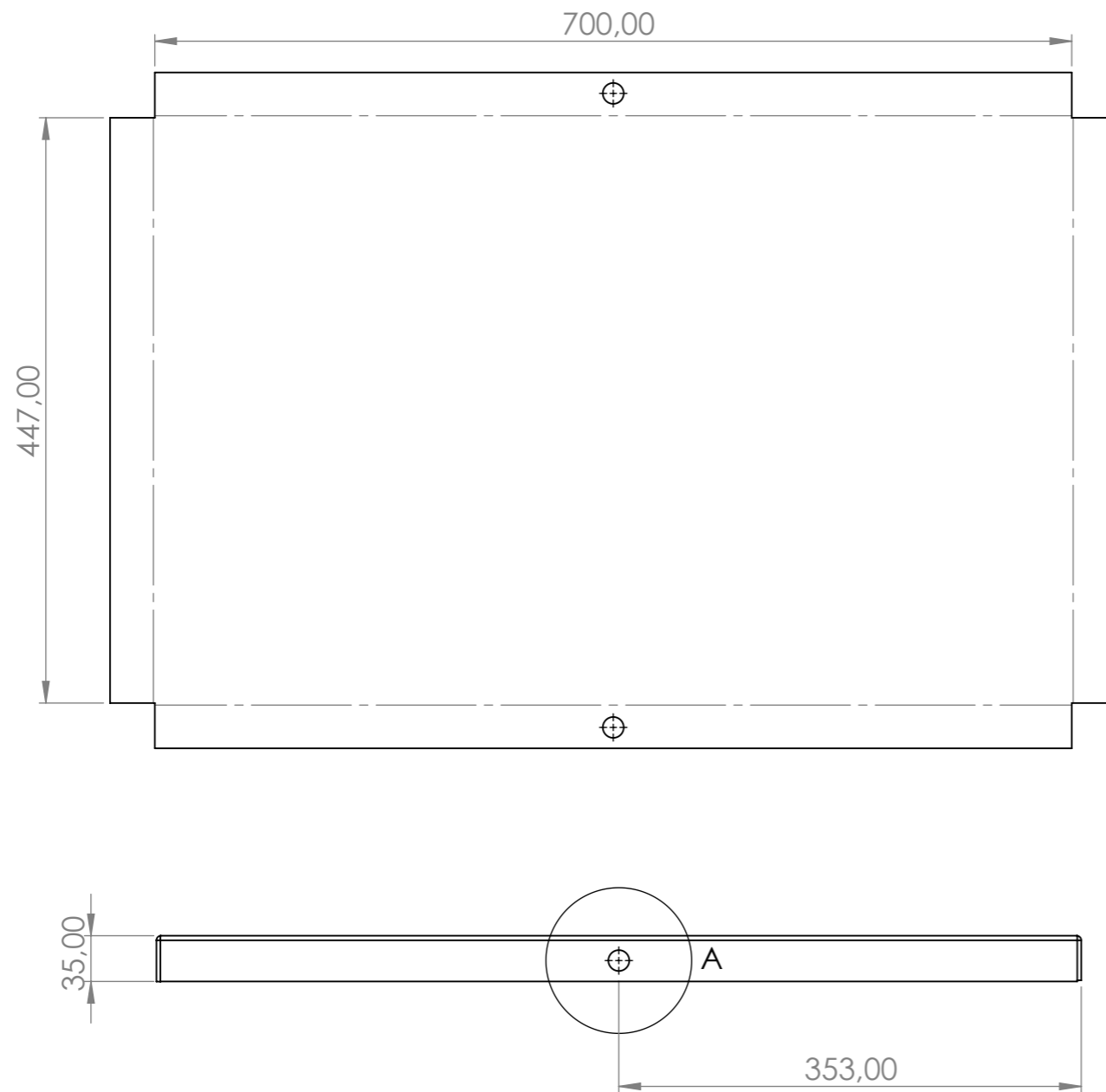
CÓDIGO: BEM - 2.1

A3

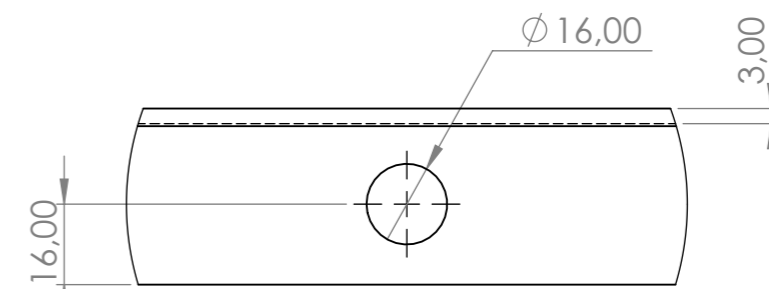


AUTOR: Maria Alejandra Mogollón Martínez

HOJA: 20/37



ESCALA 1:7



DETALLE A  
ESCALA 2:3

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

MATERIAL: Aleación de Aluminio 6061-T6  
 Placa de 3mm de espesor  
 Cortar, taladrar y doblar la placa con las medidas especificadas.

\*Nota: Se taladraran dos agujeros  $\phi$  20 pasante.

Universidad  
Industrial de  
Santander



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL  
DE SANTANDER**

FECHA: 19/04/2023

TITULO: DISEÑO DE UNA BICICLETA ELÉCTRICA CON UN  
MÓDULO DE TRANSPORTE DE CARGA QUE FOMENTE  
LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN EL ÁREA  
METROPOLITANA DE BUCARAMANGA

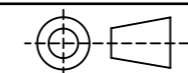
ESCALA: 1:5

UNIDADES: mm

DIBUJO: Base módulo

CÓDIGO: BEM - 2.1.1

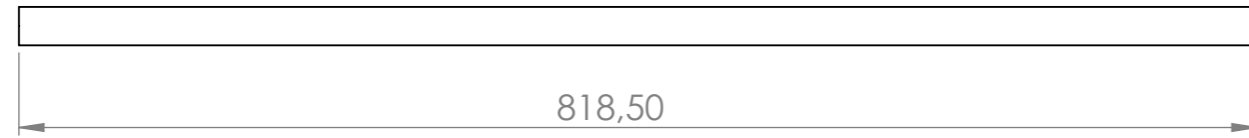
A3



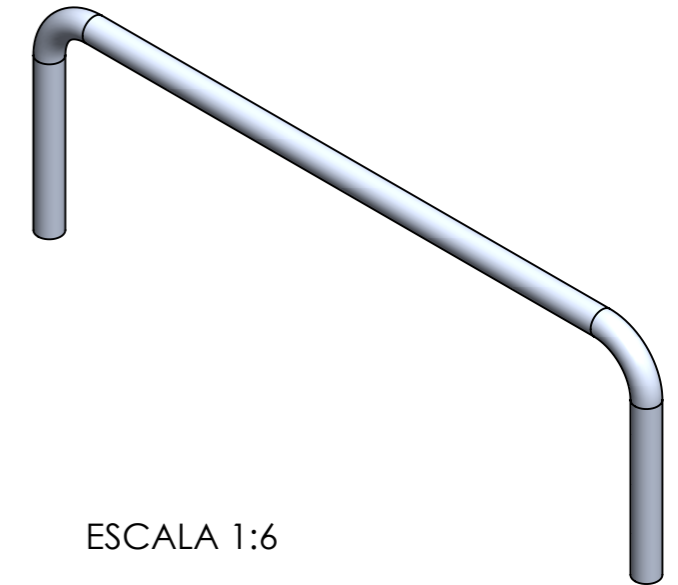
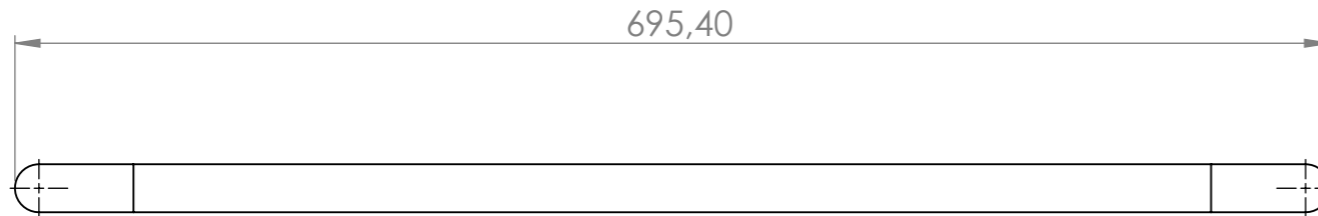
AUTOR: Maria Alejandra Mogollón Martínez

HOJA: 21/37

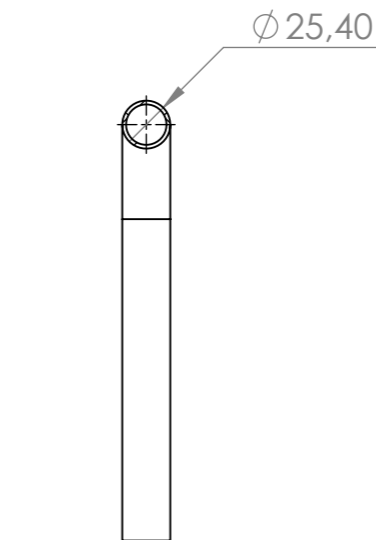
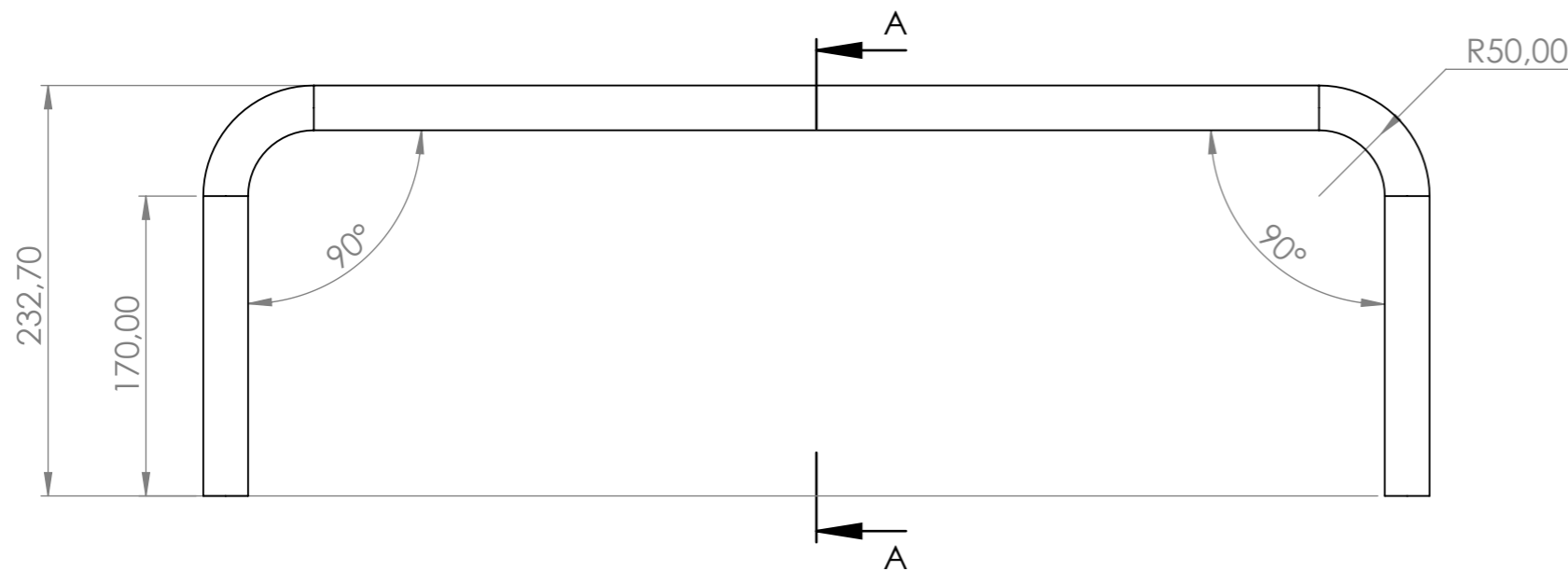
\*Nota: Vista de tubería antes del proceso de doblado.



ESCALA 1:5



ESCALA 1:6



SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 4

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

MATERIAL: Aleación de Aluminio 6061-T6  
 Tubería de perfil circular  $\phi$  25.4, espesor de 2mm  
 Cortar la tubería de 818.5mm y doblar dos veces con radio de 50mm a 90° con las medidas especificadas.

Universidad Industrial de Santander



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

FECHA: 19/04/2023

TÍTULO: DISEÑO DE UNA BICICLETA ELÉCTRICA CON UN MÓDULO DE TRANSPORTE DE CARGA QUE FOMENTE LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA

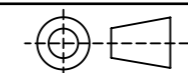
ESCALA: 1:4

UNIDADES: mm

DIBUJO: Tubo de soporte

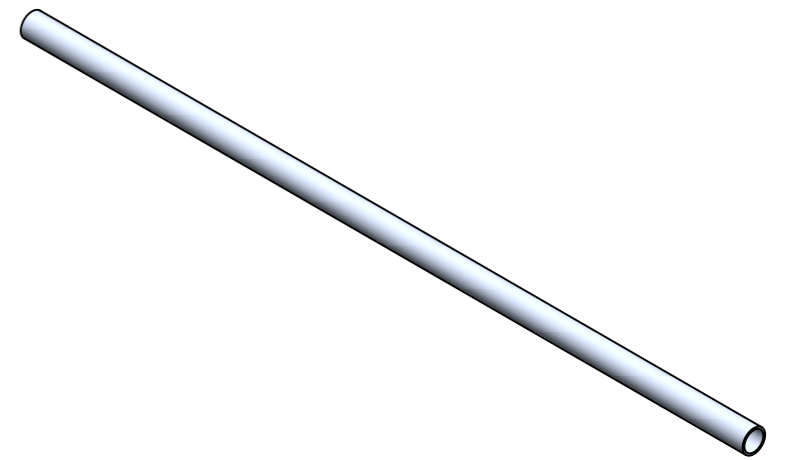
CÓDIGO: BEM - 2.1.2

A3

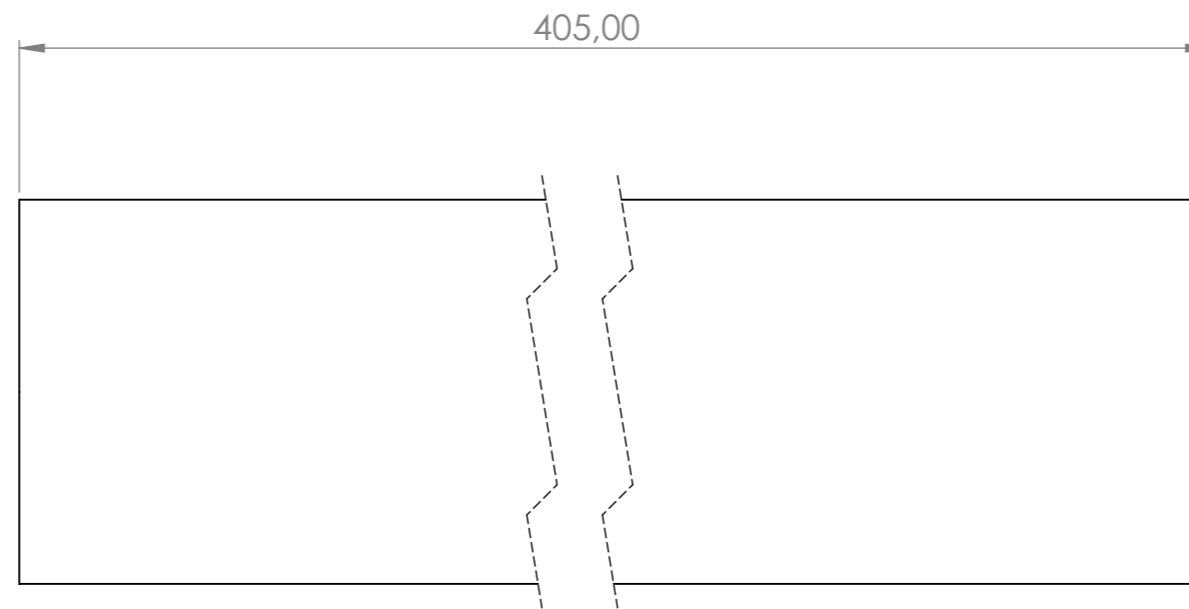
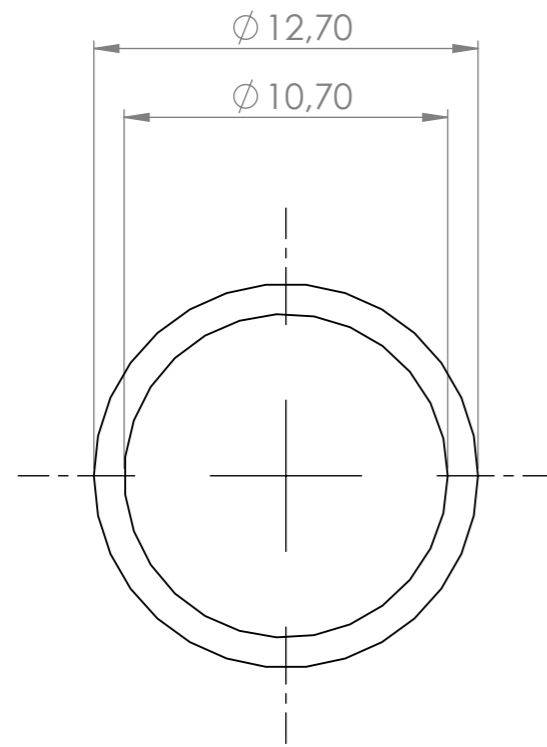


AUTOR: Maria Alejandra Mogollón Martínez

HOJA: 22/37



ESCALA 1:3



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

MATERIAL: Aleación de Aluminio 6061-T6  
 Tubería de perfil circular  $\phi 12.7$ , espesor de 2mm  
 Cortar la tubería con las medidas especificadas.

Universidad  
 Industrial de  
 Santander



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL  
 DE SANTANDER**

FECHA: 19/04/2023

TITULO: DISEÑO DE UNA BICICLETA ELÉCTRICA CON UN  
 MÓDULO DE TRANSPORTE DE CARGA QUE FOMENTE  
 LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN EL ÁREA  
 METROPOLITANA DE BUCARAMANGA

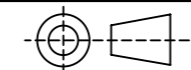
ESCALA: 4:1

UNIDADES: mm

DIBUJO: Tubo de apoyo frontal

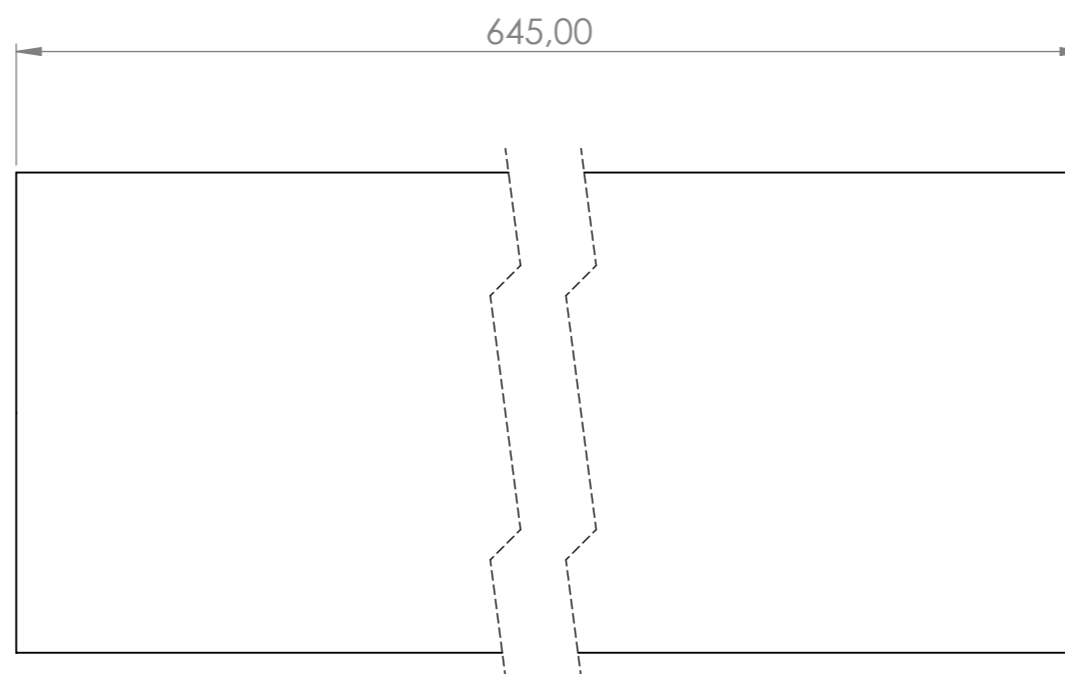
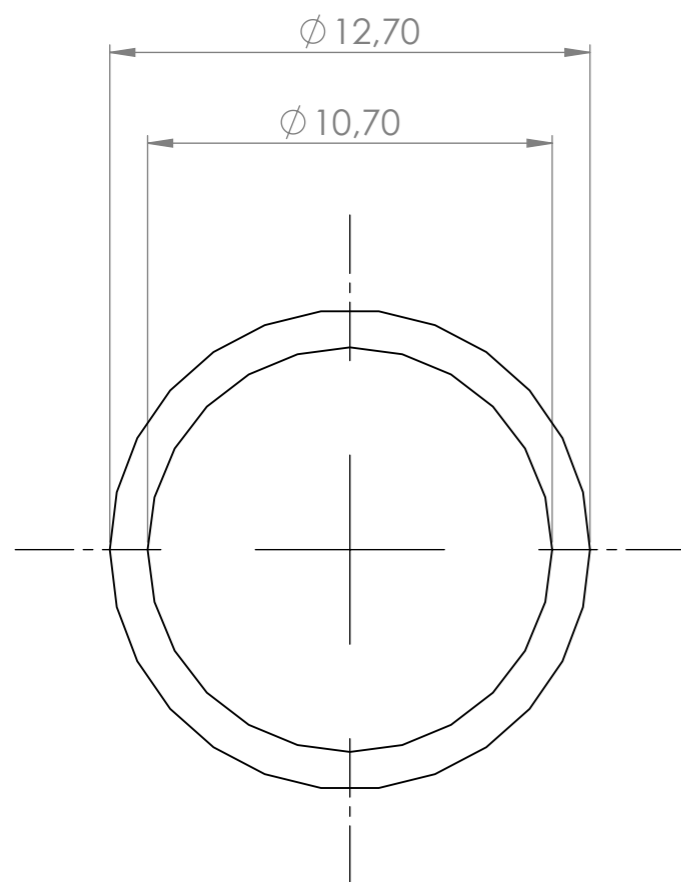
CÓDIGO: BEM - 2.1.3

A3



AUTOR: Maria Alejandra Mogollón Martínez

HOJA: 23/37



ESCALA 1:4

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

MATERIAL: Aleación de Aluminio 6061-T6  
 Tubería de perfil circular  $\phi$  12.7, espesor de 2mm  
 Cortar la tubería con las medidas especificadas.

Universidad  
 Industrial de  
 Santander



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL  
 DE SANTANDER**

FECHA: 19/04/2023

TITULO: DISEÑO DE UNA BICICLETA ELÉCTRICA CON UN  
 MÓDULO DE TRANSPORTE DE CARGA QUE FOMENTE  
 LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN EL ÁREA  
 METROPOLITANA DE BUCARAMANGA

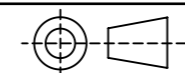
ESCALA: 5:1

UNIDADES: mm

DIBUJO: Tubo de apoyo lateral

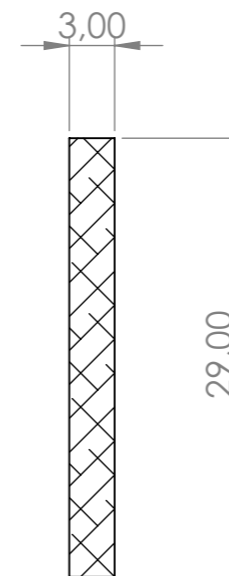
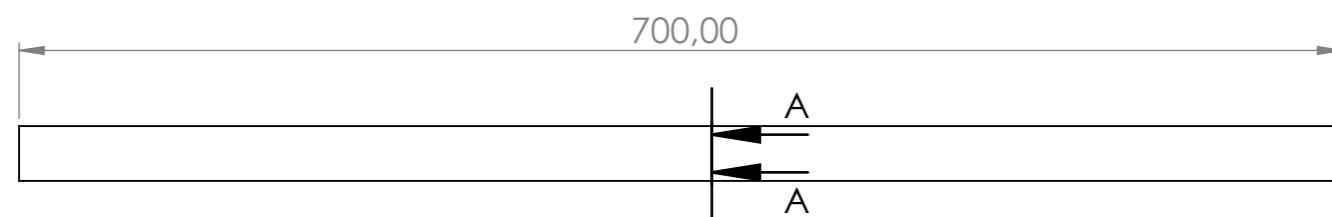
CÓDIGO: BEM - 2.1.4

A3



AUTOR: Maria Alejandra Mogollón Martínez

HOJA: 24/37



SECCIÓN A-A  
ESCALA 2 : 1



ESCALA: 1:4

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

MATERIAL: Aleación de Aluminio 6061-T6  
 Placa de espesor de 3mm  
 Cortar la placa con las medidas especificadas.

Universidad  
Industrial de  
Santander



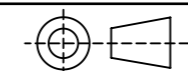
**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL  
DE SANTANDER**

FECHA: 19/04/2023

ESCALA: 1:4

UNIDADES: mm

A3



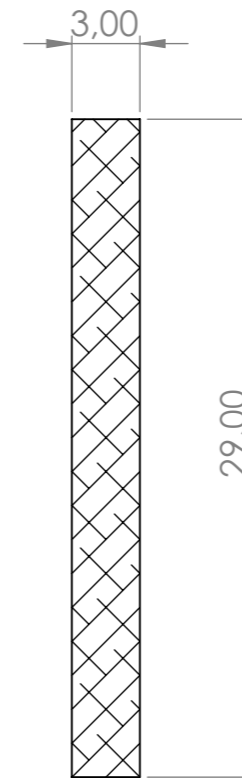
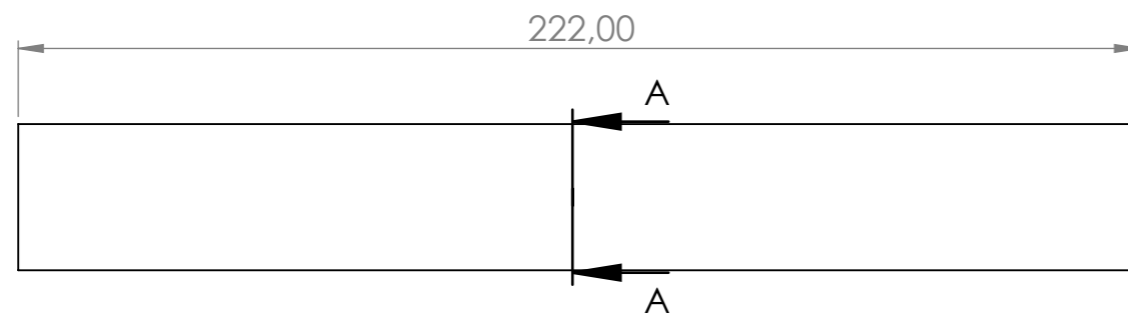
TITULO: DISEÑO DE UNA BICICLETA ELÉCTRICA CON UN  
MÓDULO DE TRANSPORTE DE CARGA QUE FOMENTE  
LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN EL ÁREA  
METROPOLITANA DE BUCARAMANGA

DIBUJO: Soporte base 1

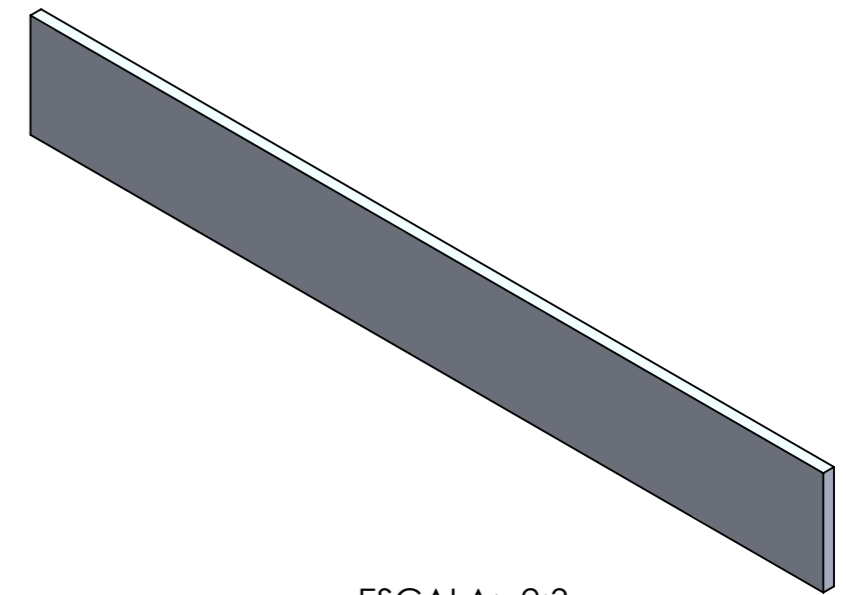
AUTOR: Maria Alejandra Mogollón Martínez

CÓDIGO: BEM - 2.1.5

HOJA: 25/37



SECCIÓN A-A  
ESCALA 3 : 1



ESCALA: 2:3

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

MATERIAL: Aleación de Aluminio 6061-T6  
Placa de espesor de 3mm  
Cortar la placa con las medidas especificadas.

Universidad  
Industrial de  
Santander



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL  
DE SANTANDER**

FECHA: 19/04/2023

TITULO: DISEÑO DE UNA BICICLETA ELÉCTRICA CON UN  
MÓDULO DE TRANSPORTE DE CARGA QUE FOMENTE  
LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN EL ÁREA  
METROPOLITANA DE BUCARAMANGA

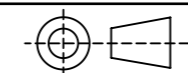
ESCALA: 2:3

UNIDADES: mm

DIBUJO: Soporte base 2

CÓDIGO: BEM - 2.1.6

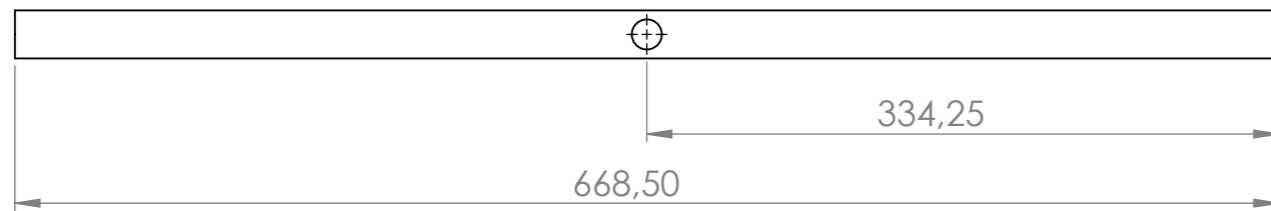
A3



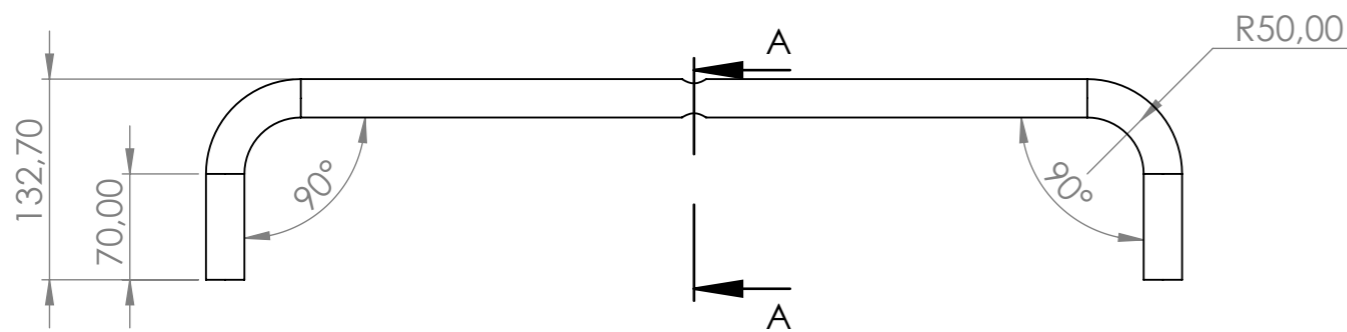
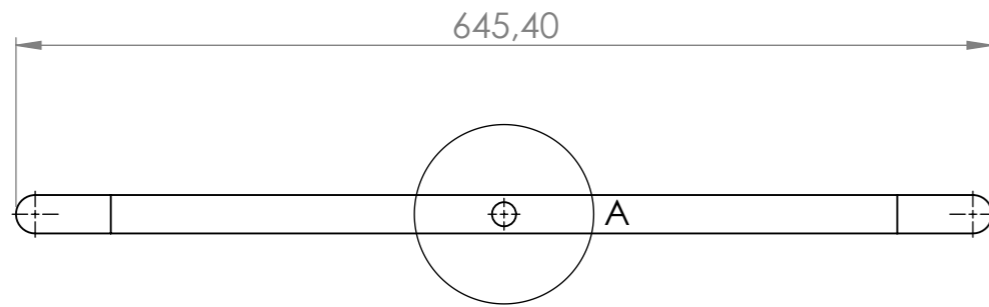
AUTOR: Maria Alejandra Mogollón Martínez

HOJA: 26/37

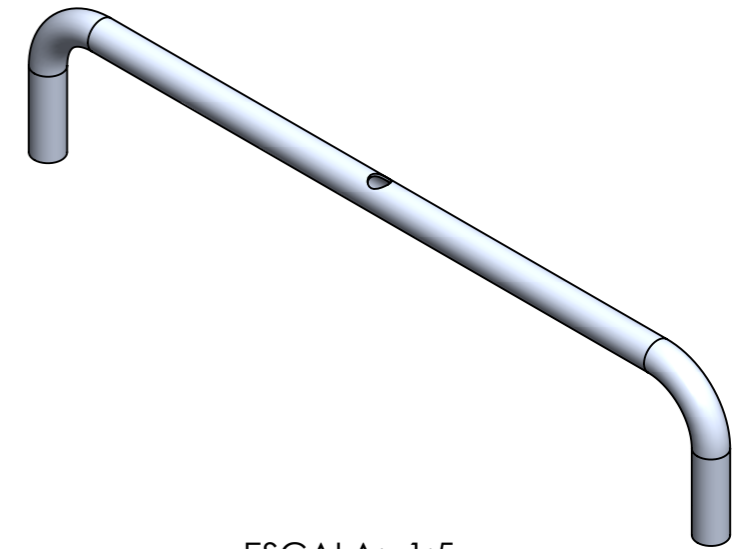
\*Nota: Vista de tubería antes del proceso de doblado.



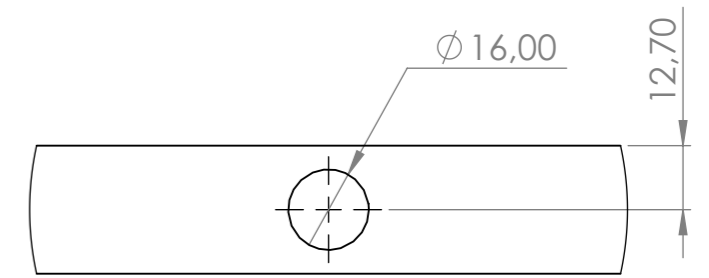
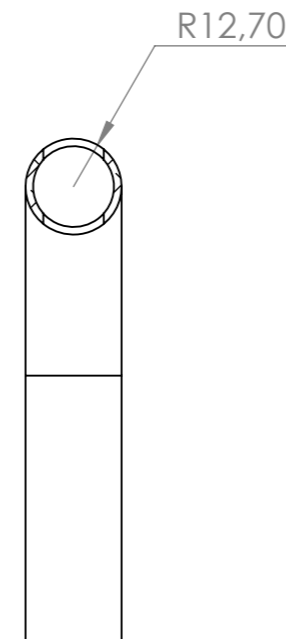
ESCALA 1:4



SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 2



ESCALA: 1:5



DETALLE A  
ESCALA 2 : 3

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

MATERIAL: Aleación de Aluminio 6061-T6  
 Tubería de perfil circular  $\phi$  25.4, espesor de 2mm  
 Cortar la tubería de 668.5mm, taladrar y doblar dos veces con radio de 50mm a 90° con las medidas especificadas.

\*Nota: Se taladra un agujero  $\phi$  20 pasante

Universidad Industrial de Santander



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

FECHA: 19/04/2023

TITULO: DISEÑO DE UNA BICICLETA ELÉCTRICA CON UN MÓDULO DE TRANSPORTE DE CARGA QUE FOMENTE LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA

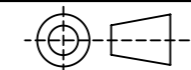
ESCALA: 1:5

UNIDADES: mm

DIBUJO: Tubo protector rueda

CÓDIGO: BEM - 2.1.7

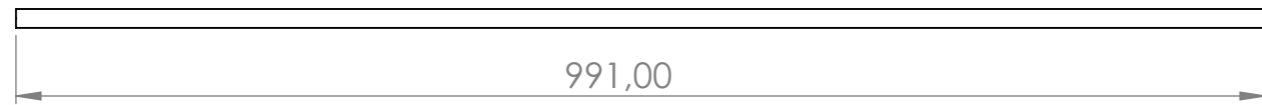
A3



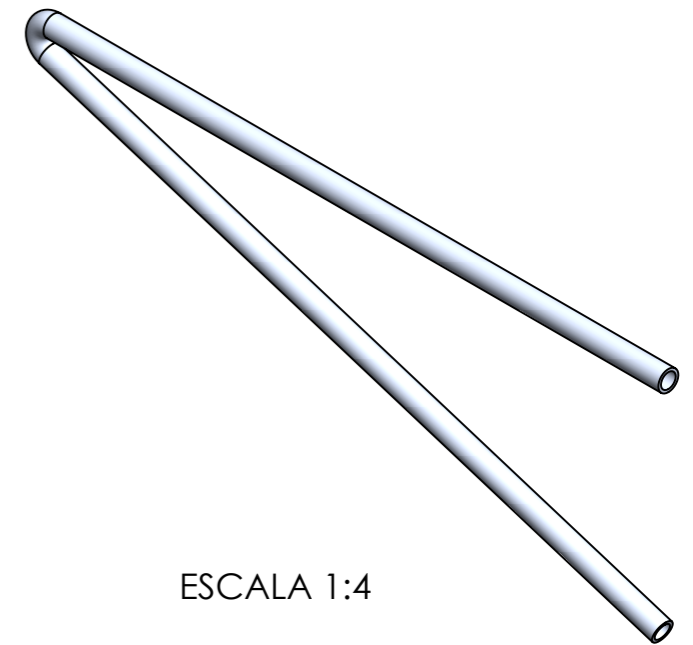
AUTOR: Maria Alejandra Mogollón Martínez

HOJA: 27/37

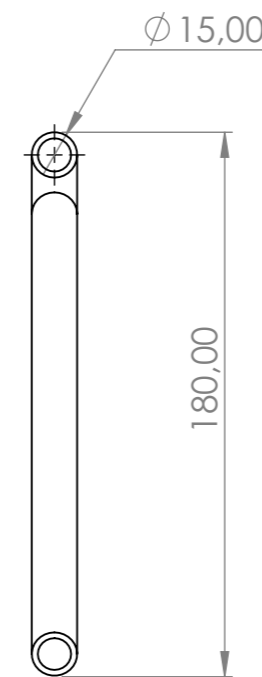
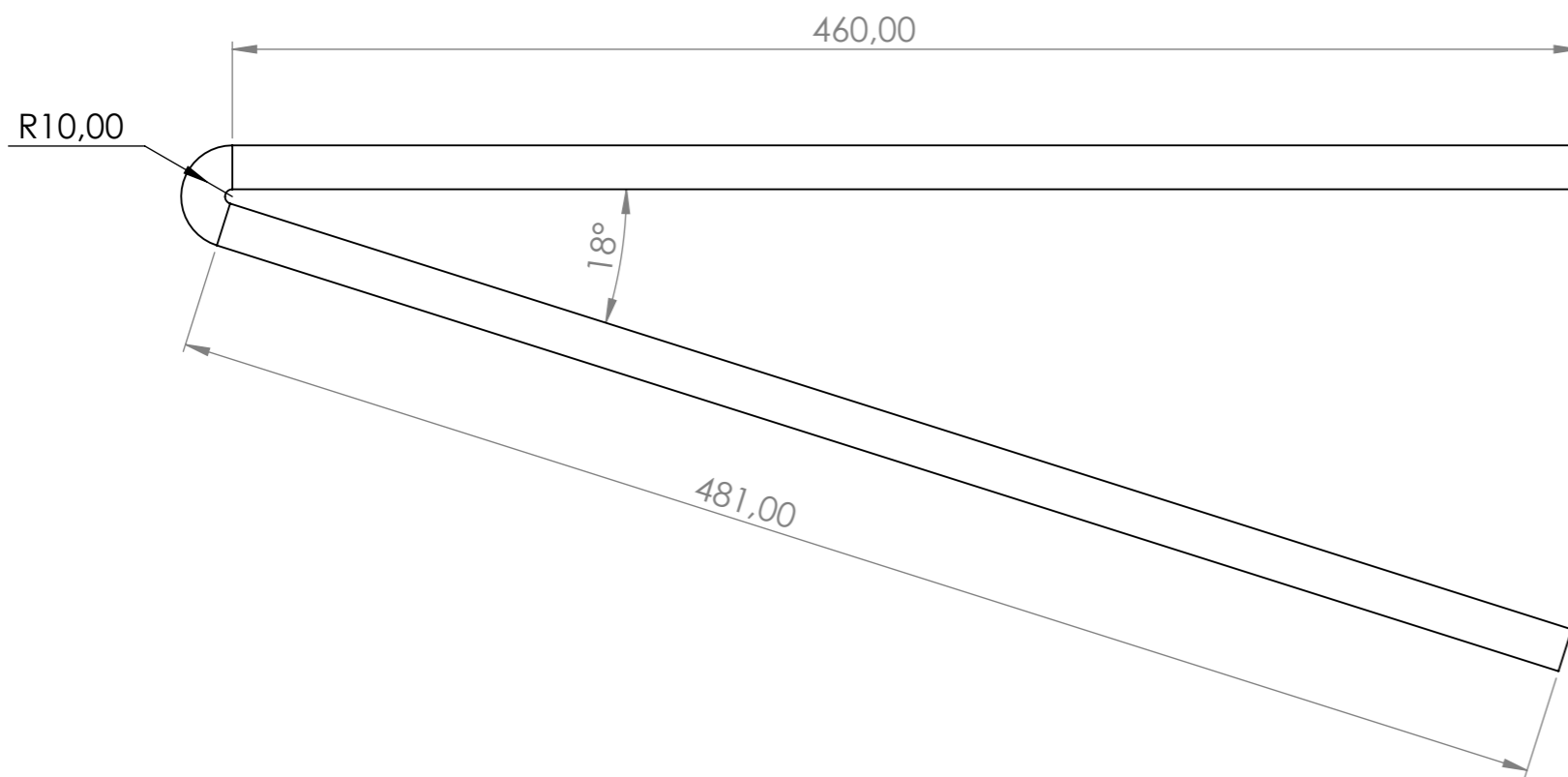
\*Nota: Vista de tubería antes del proceso de doblado.



ESCALA 1:6



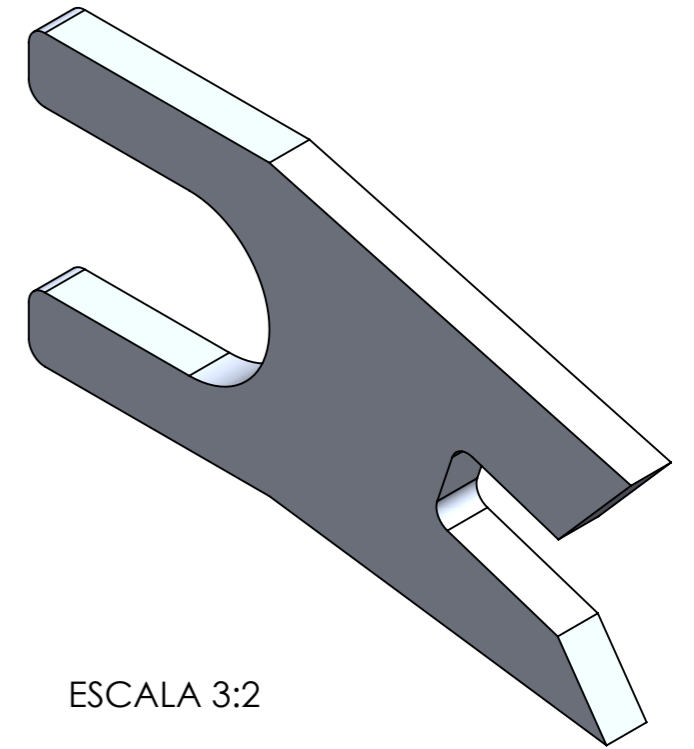
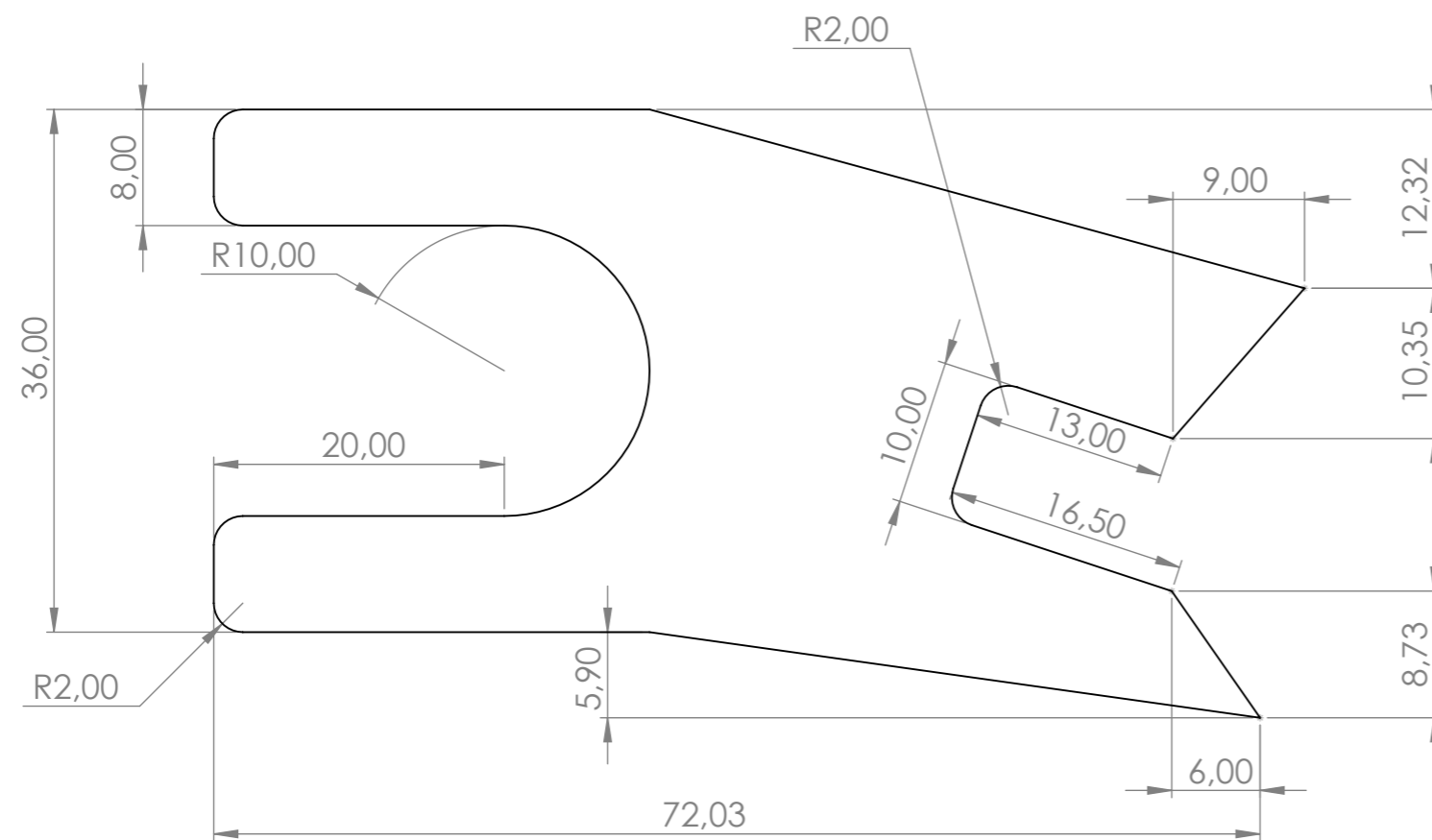
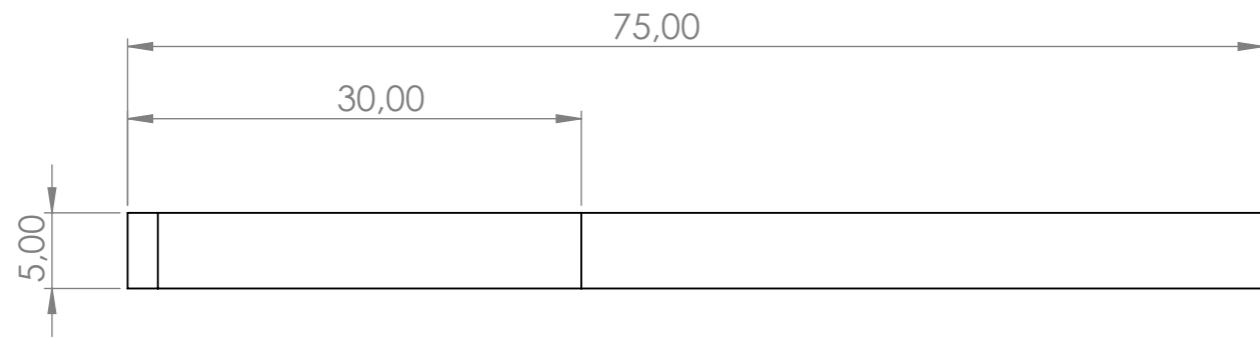
ESCALA 1:4



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

MATERIAL: Aleación de Aluminio 6061-T6  
 Tubería de perfil circular  $\phi$  15, espesor de 2mm  
 Cortar la tubería de 991mm y doblar con radio de 10mm a 18° con las medidas especificadas.

Universidad Industrial de Santander 	<b>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</b>	
FECHA: 19/04/2023	TITULO: DISEÑO DE UNA BICICLETA ELÉCTRICA CON UN MÓDULO DE TRANSPORTE DE CARGA QUE FOMENTE LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	
ESCALA: 2:5	DIBUJO: Soporte de sujeción	CÓDIGO: BEM - 2.1.8
UNIDADES: mm	AUTOR: Maria Alejandra Mogollón Martínez	HOJA: 28/37
A3		



ESCALA 3:2

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

MATERIAL: Aleación de Aluminio 6061-T6  
 Lámina con espesor de 5mm  
 Cortar la lámina con las medidas especificadas.

Universidad Industrial de Santander



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

FECHA: 19/04/2023

TITULO: DISEÑO DE UNA BICICLETA ELÉCTRICA CON UN MÓDULO DE TRANSPORTE DE CARGA QUE FOMENTE LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA

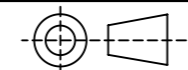
ESCALA: 2:1

UNIDADES: mm

DIBUJO: Unión eje trasero

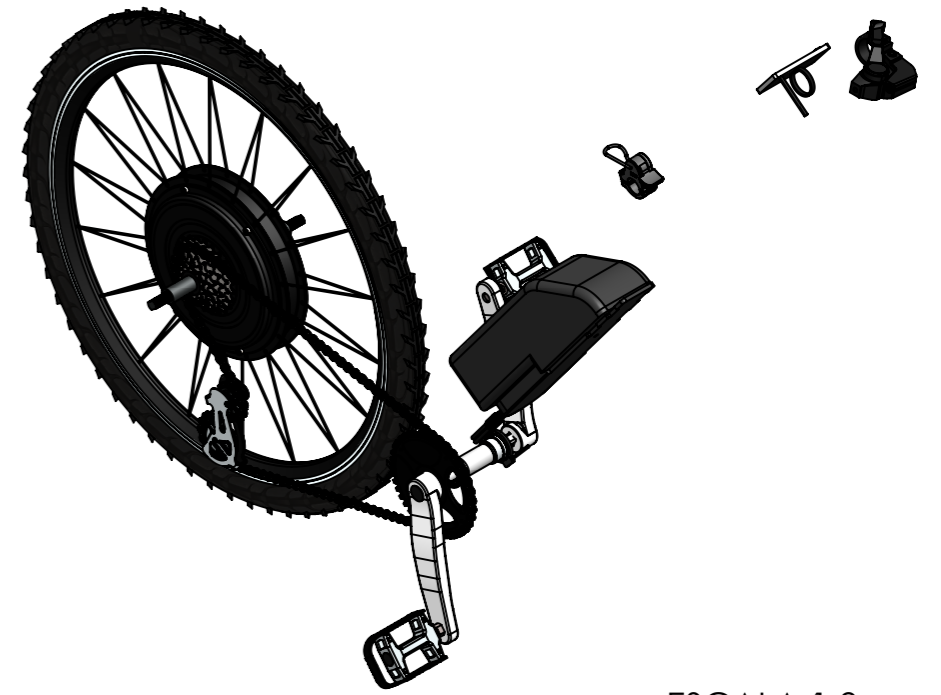
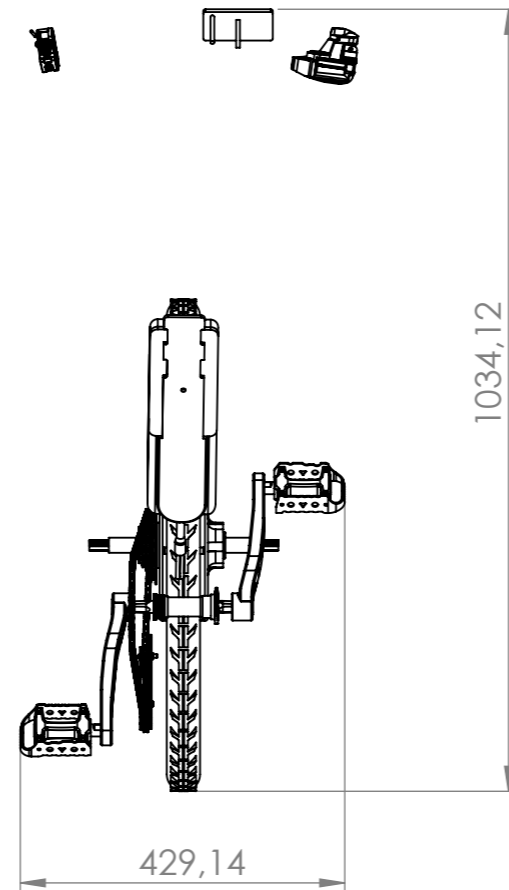
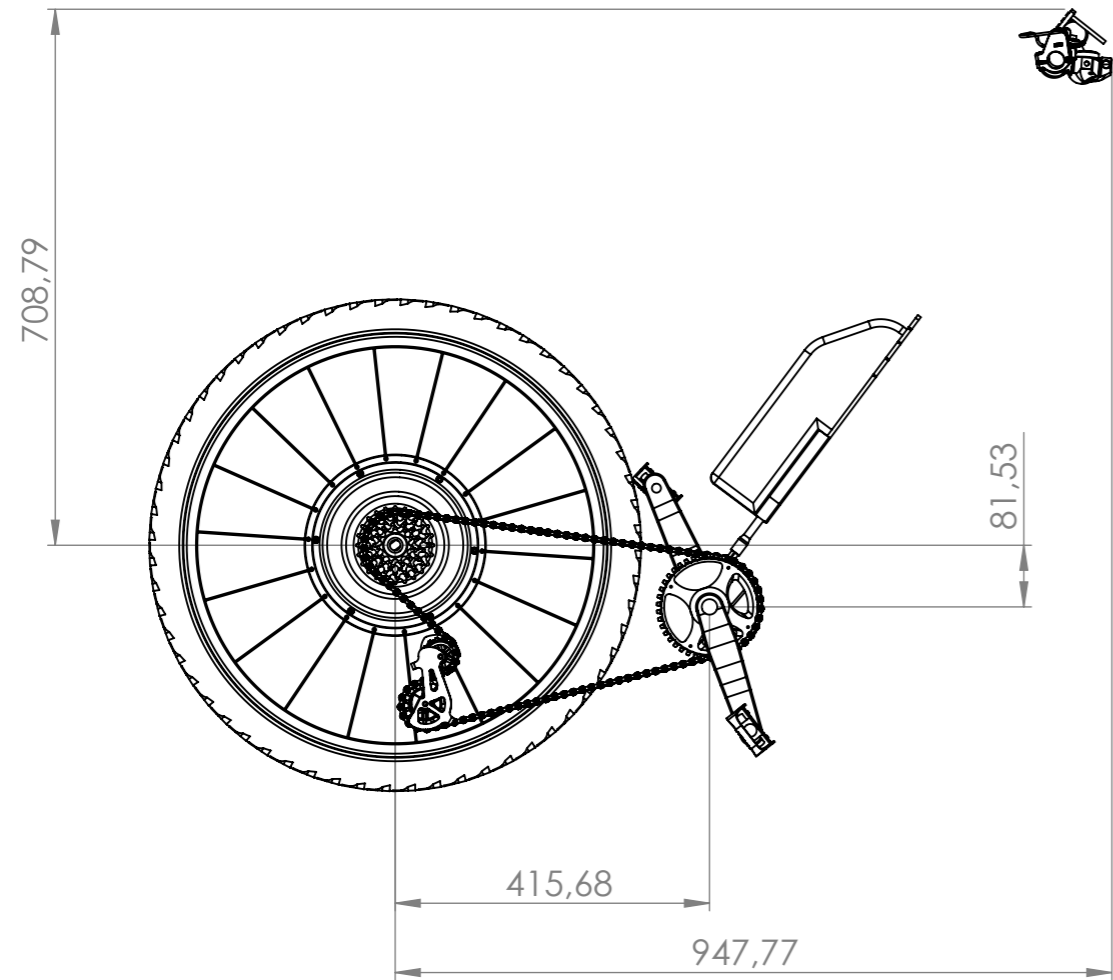
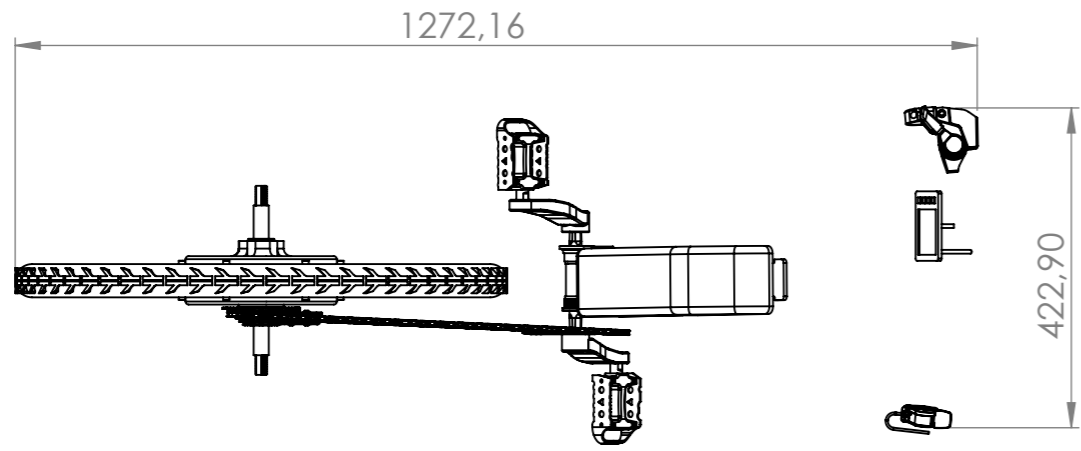
CÓDIGO: BEM - 2.1.9

A3



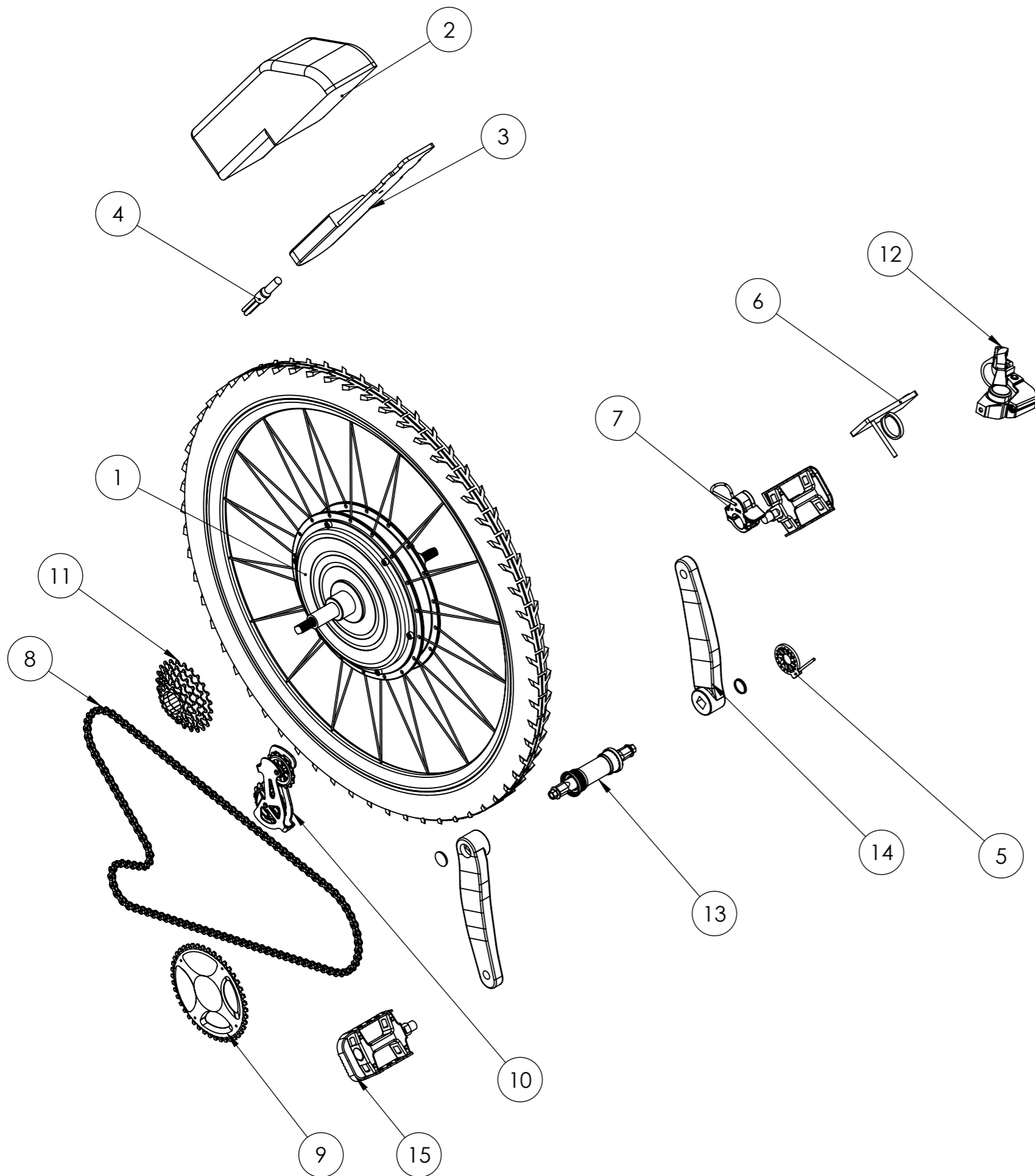
AUTOR: Maria Alejandra Mogollón Martínez

HOJA: 29/37



ESCALA 1:9

Universidad Industrial de Santander 		<b>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</b>	
FECHA: 19/04/2023		TITULO: DISEÑO DE UNA BICICLETA ELÉCTRICA CON UN MÓDULO DE TRANSPORTE DE CARGA QUE FOMENTE LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	
ESCALA: 1:10			
UNIDADES: mm		DIBUJO: Sistema de transmisión y potencia eléctrica	CÓDIGO: BEM - 3
A3		AUTOR: Maria Alejandra Mogollón Martínez	HOJA: 30/37



\*Nota: Los componentes BEM - 3.6, 3.7 y 3.12 van sujetos en el componente BEM - 4.5 (Manubrio)

15	Pedales MTB doble función - GW	2	BEM - 3.15
14	Bielas shimano deore m6100 (170mm)	2	BEM - 3.14
13	Cartucho de centro roscado - Shimano	1	BEM - 3.13
12	Palanca derecha shimano deore m6100 12v (montaje directo)	1	BEM - 3.12
11	Cassette shimano deore m6100 10-51 (MICRO SPLINE)	1	BEM - 3.11
10	Tensor shimano deore m6100 12v	1	BEM - 3.10
9	Coronilla 32t - Shimano	1	BEM - 3.9
8	Cadena 12v - Shimano	1	BEM - 3.8
7	Acelerador de pulgar con cable de 30cm - Wuxing	1	BEM - 3.7
6	Pantalla LCD de 3,5" con cables - Yose Power	1	BEM - 3.6
5	Sensor PAS de 12 señales con cable de 52cm - Yose Power	1	BEM - 3.5
4	Cables conectores impermeables 4 en 1 - Yose Power	1	BEM - 3.4
3	Controlador integrado para batería - Lishui	1	BEM - 3.3
2	Batería ion Litio 36V - 13Ah - Yose Power	1	BEM - 3.2
1	Motor de engranajes de buje sin escobillas en la rueda trasera - Yose Power	1	BEM - 3.1
Nº	NOMBRE	CANTIDAD	CÓDIGO

Universidad Industrial de Santander



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

FECHA: 19/04/2023

TÍTULO: DISEÑO DE UNA BICICLETA ELÉCTRICA CON UN MÓDULO DE TRANSPORTE DE CARGA QUE FOMENTE LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA

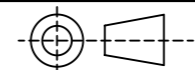
ESCALA: 1:6

UNIDADES: mm

DIBUJO: Explosionado del sistema de transmisión y potencia eléctrica

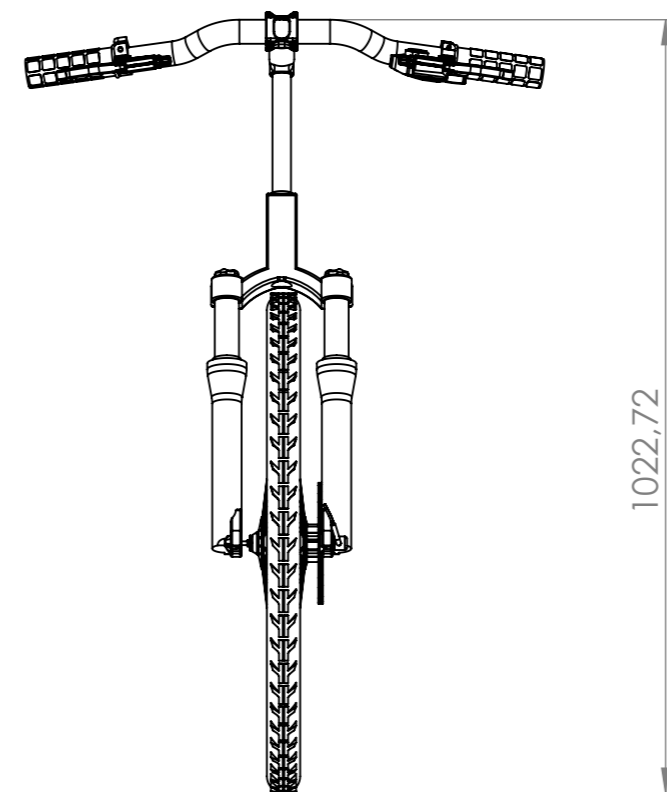
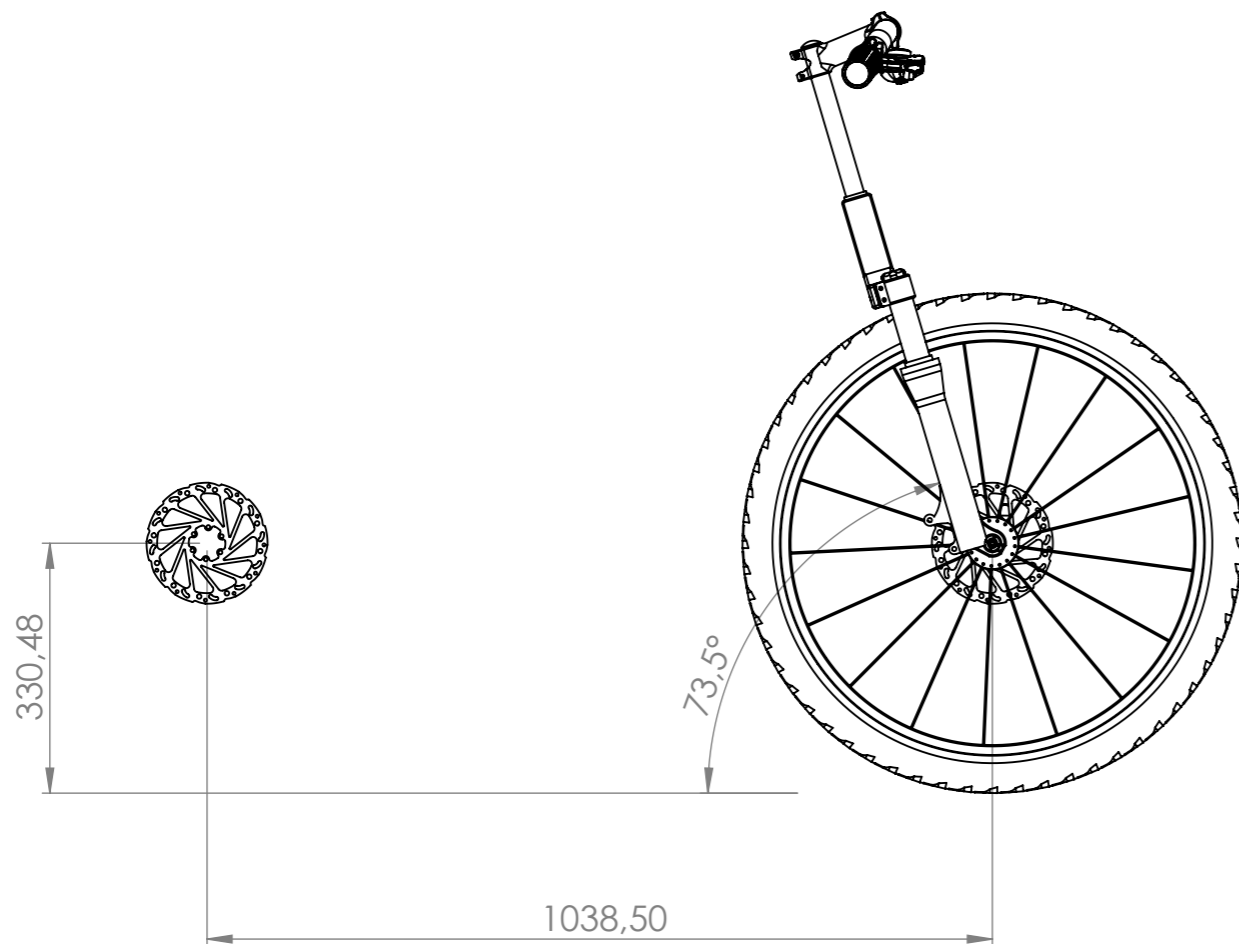
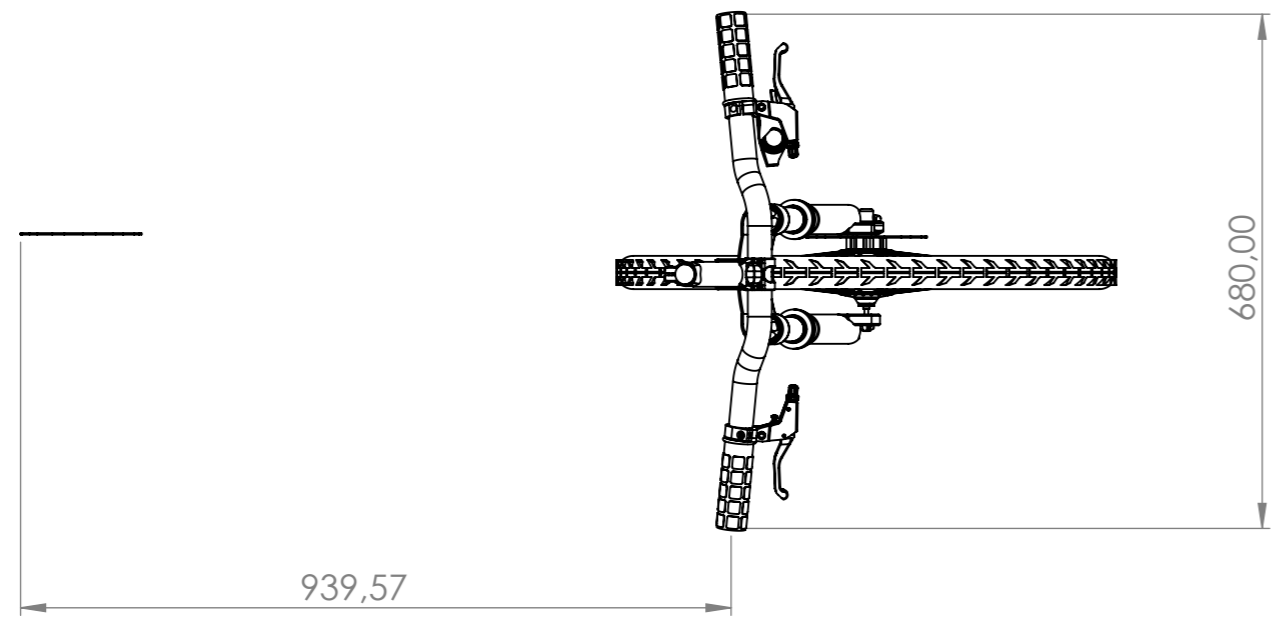
CÓDIGO: BEM - 3

A3



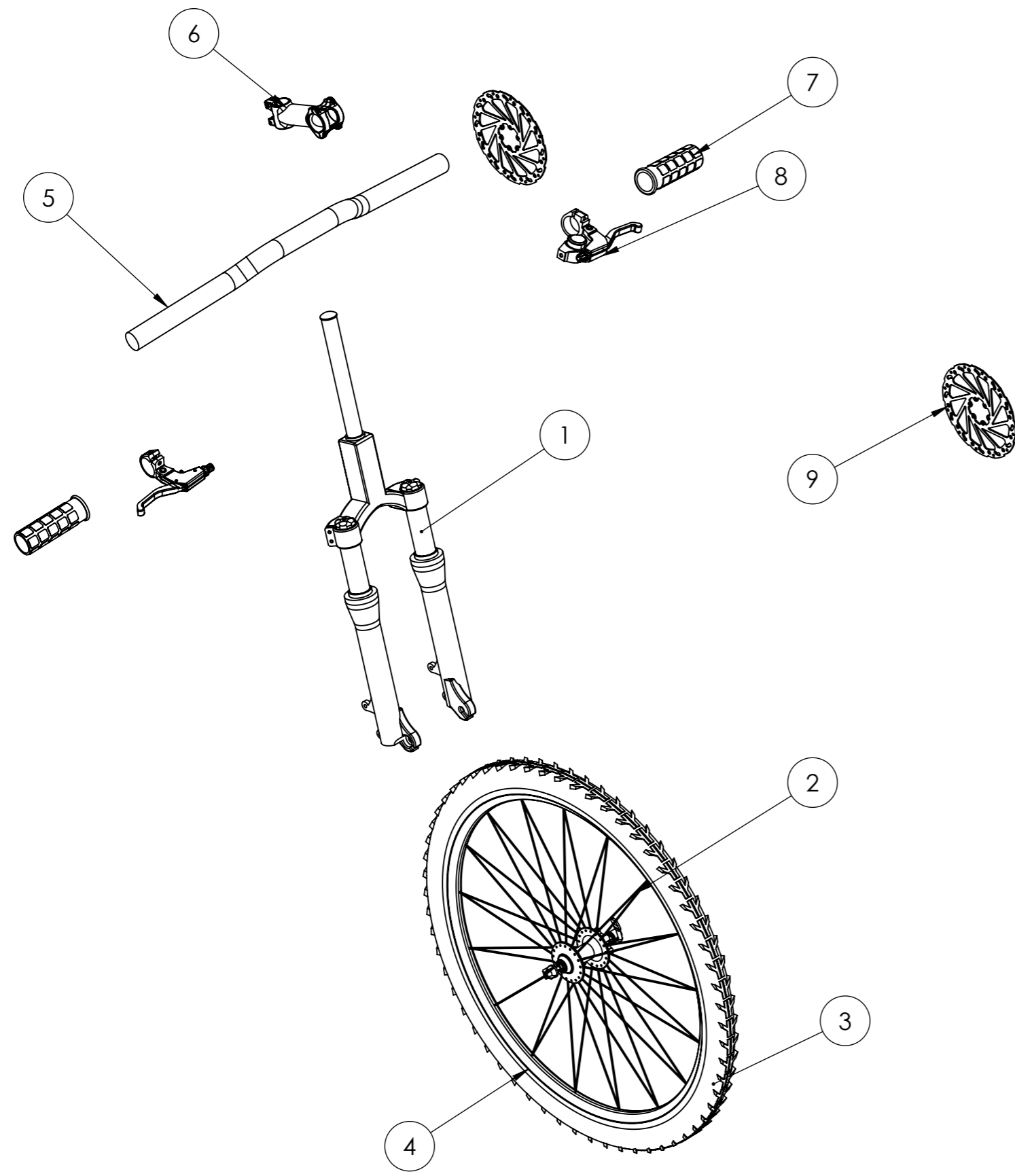
AUTOR: María Alejandra Mogollón Martínez

HOJA: 31/37



ESCALA 1:12

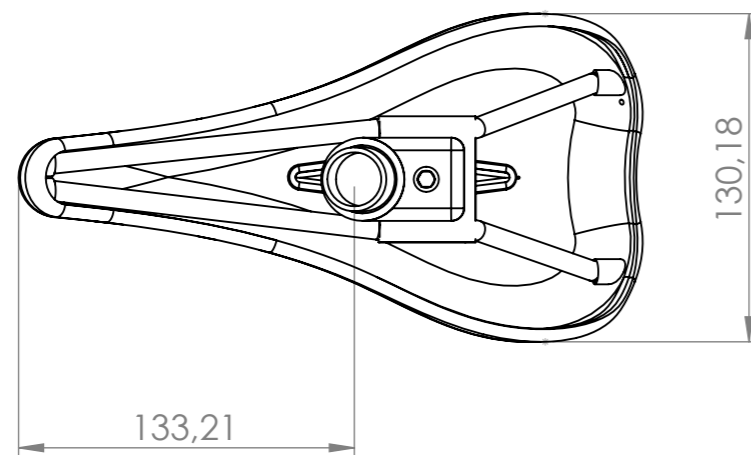
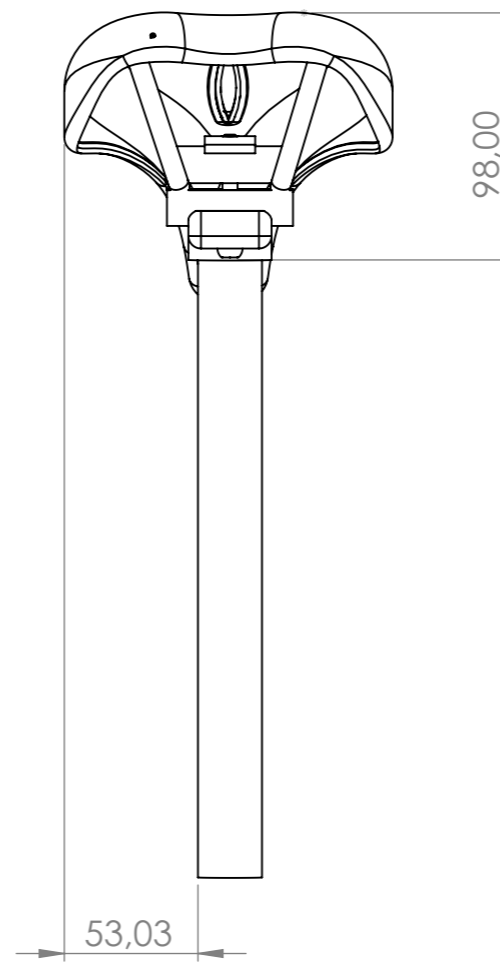
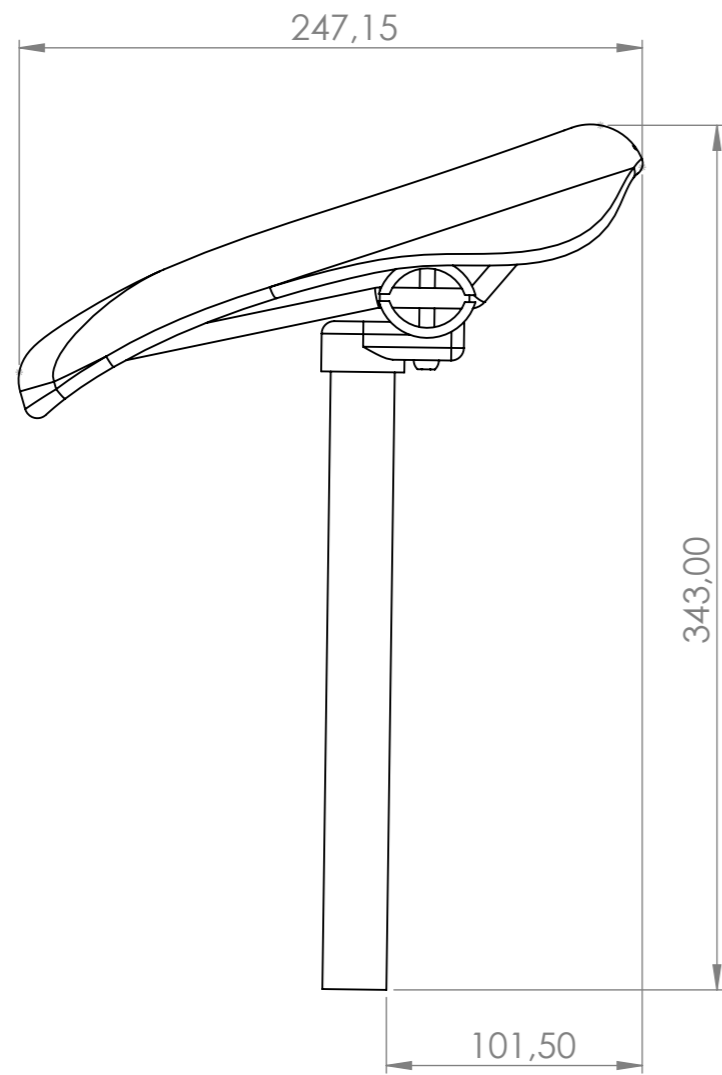
Universidad Industrial de Santander 	<b>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</b>		
FECHA: 19/04/2023 ESCALA: 1:10	TITULO: DISEÑO DE UNA BICICLETA ELÉCTRICA CON UN MÓDULO DE TRANSPORTE DE CARGA QUE FOMENTE LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA		
UNIDADES: mm	DIBUJO: Sistema de dirección y frenado	CÓDIGO: BEM - 4	
A3 	AUTOR: Camilo Andrés González Rueda		HOJA: 32/37



ESCALA 1:12

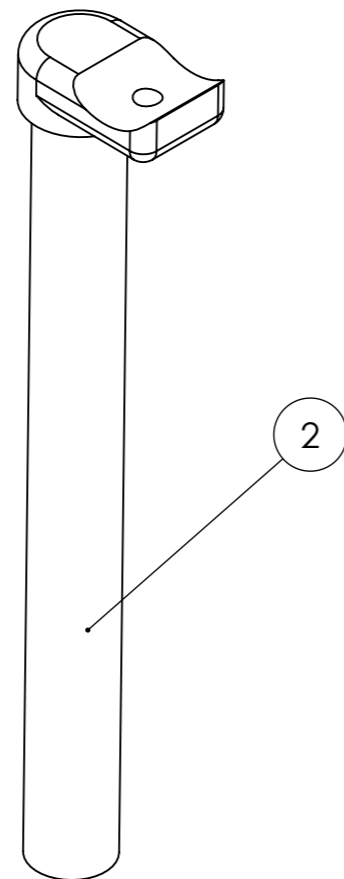
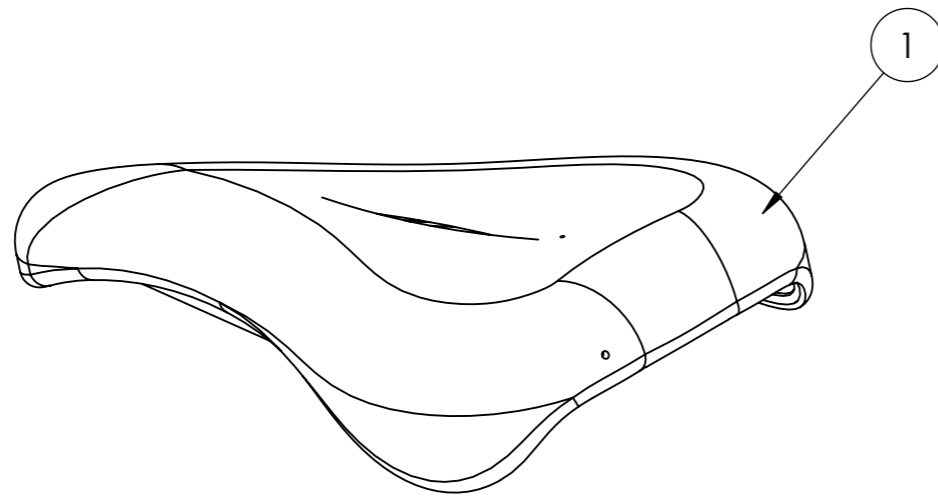
9	Disco de freno center lock 160mm - Shimano	2	BEM - 4.9
8	Palancas de freno m6100 - Shimano	2	BEM - 4.8
7	Mangos Manilares Mtb 130 mm - GW	2	BEM - 4.7
6	Potencia MTB Oversay 80 mm x 31.8 mm - GW	2	BEM - 4.6
5	Manubrio INSTINCT MTB 710 mm x 31.8mm - GW	1	BEM - 4.5
4	Neumático MTB 26 x 1.95 con válvula americana - CHAOYANG	2	BEM - 4.4
3	Llanta rígida MTB 26 x 1.95 - CHAOYANG	2	BEM - 4.3
2	Rueda Delantera MTB Cyber 10 26'' - Gurpil	1	BEM - 4.2
1	Horquilla de suspensión neumática - BOLANY	1	BEM - 4.1
Nº	NOMBRE	CANTIDAD	CÓDIGO

Universidad Industrial de Santander 	<b>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</b>		
FECHA: 19/04/2023 ESCALA: 1:8 UNIDADES: mm	TÍTULO: DISEÑO DE UNA BICICLETA ELÉCTRICA CON UN MÓDULO DE TRANSPORTE DE CARGA QUE FOMENTE LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA		CÓDIGO: BEM - 4
A3 	DIBUJO: Explosionado Sistema de dirección y frenado AUTOR: Maria Alejandra Mogollón Martinez		HOJA: 33/37



ESCALA 1:3

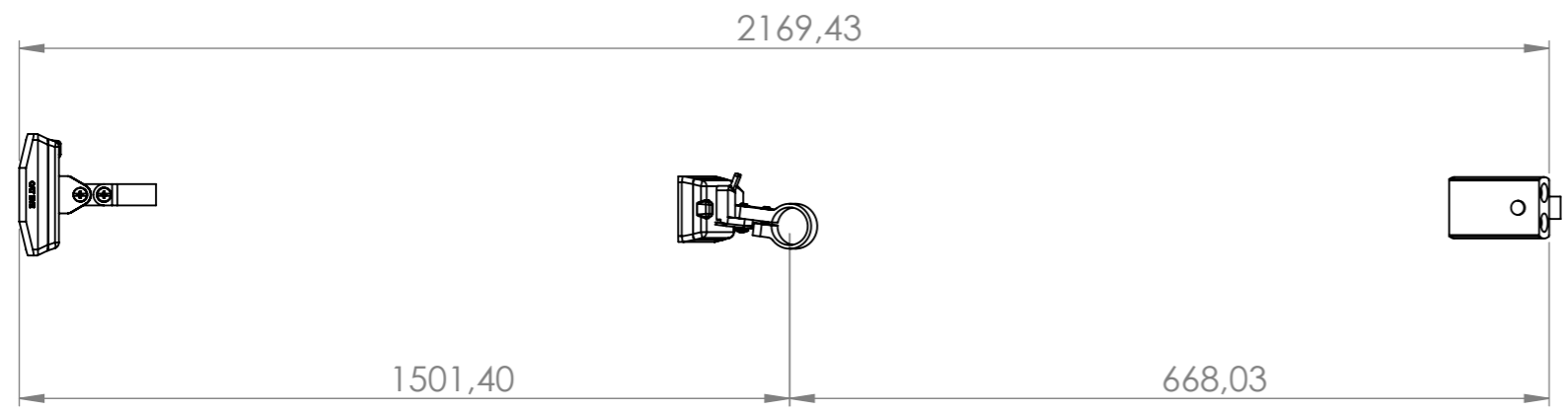
Universidad Industrial de Santander 	<b>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</b>		
FECHA: 19/04/2023	TITULO: DISEÑO DE UNA BICICLETA ELÉCTRICA CON UN MÓDULO DE TRANSPORTE DE CARGA QUE FOMENTE LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA		
ESCALA: 1:3	DIBUJO: Asiento		CÓDIGO: BEM - 5
UNIDADES: mm	AUTOR: Camilo Andrés González Rueda		HOJA: 34/37
A3			



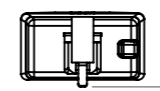
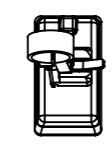
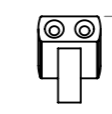
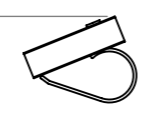
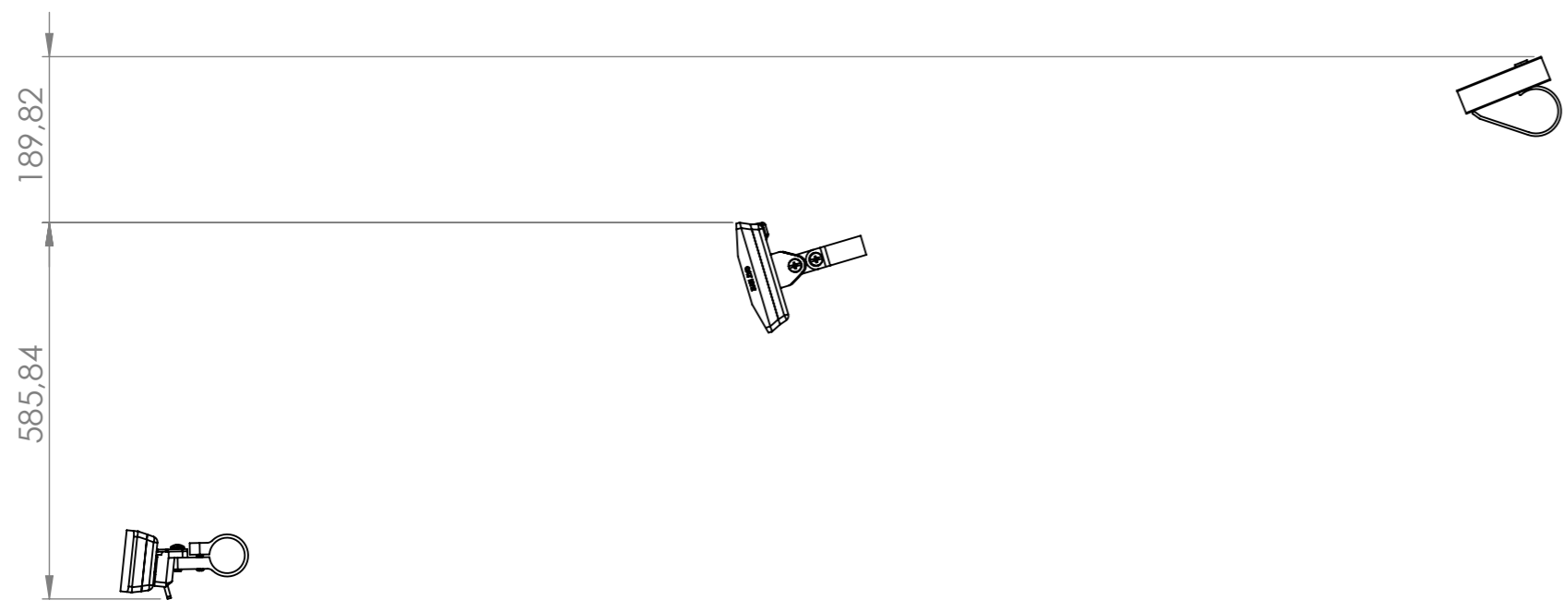
ESCALA 1:3

2	Poste de silla de bicicleta con codo Schwalbe Aluminio Liviano 25.4x350	1	BEM - 5.2
1	Sillin Antiprostatico Crawler Bicicleta Ruta Mtb Galapago	1	BEM - 5.1
Nº	NOMBRE	CANTIDAD	CÓDIGO

Universidad Industrial de Santander 	<b>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</b>		
FECHA: 19/04/2023	TITULO: DISEÑO DE UNA BICICLETA ELÉCTRICA CON UN MÓDULO DE TRANSPORTE DE CARGA QUE FOMENTE LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA		
ESCALA: 1:2			
UNIDADES: mm	DIBUJO: Explosionado del Asiento	CÓDIGO: BEM - 5	
A3		AUTOR: Maria Alejandra Mogollón Martinez	HOJA: 35/37

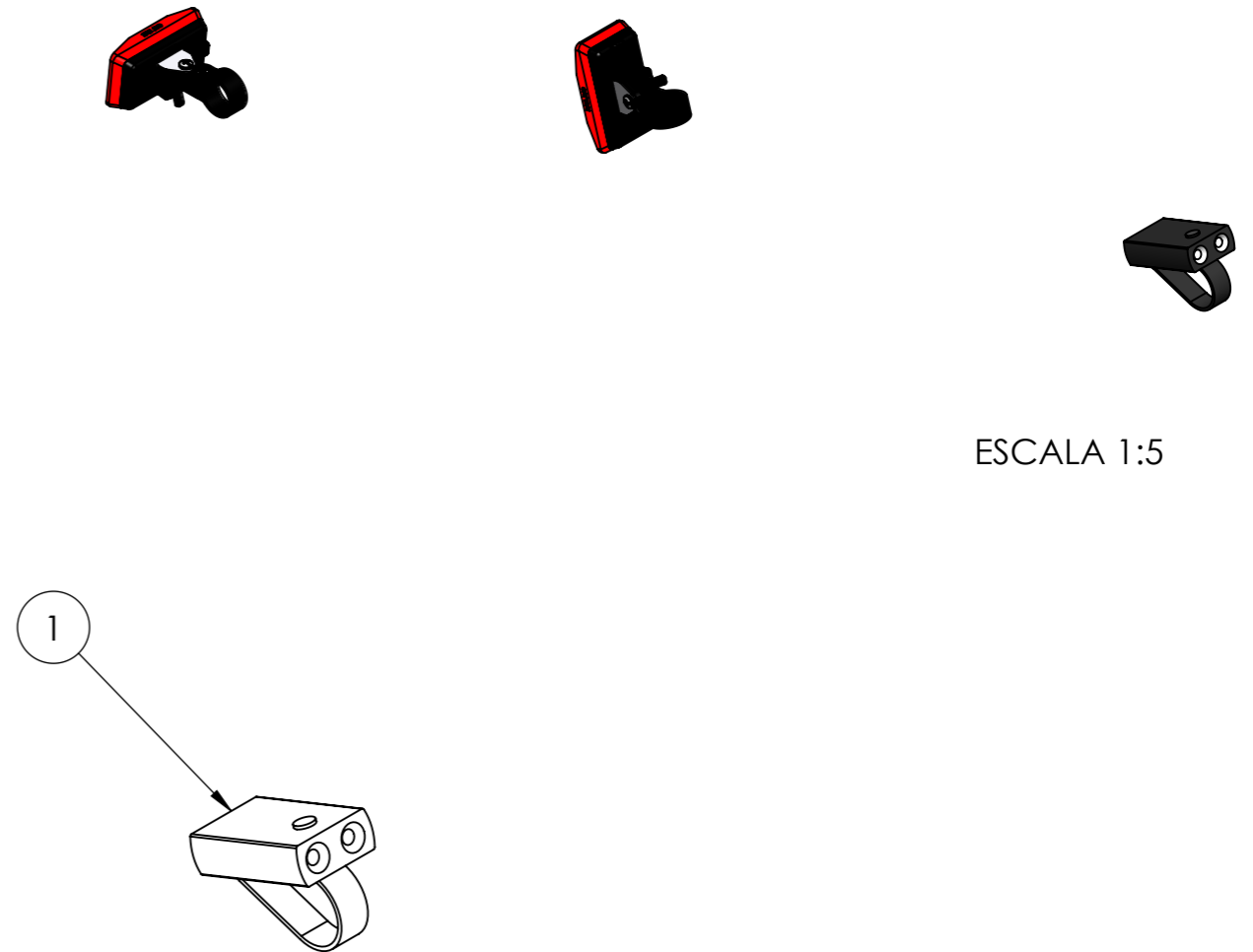
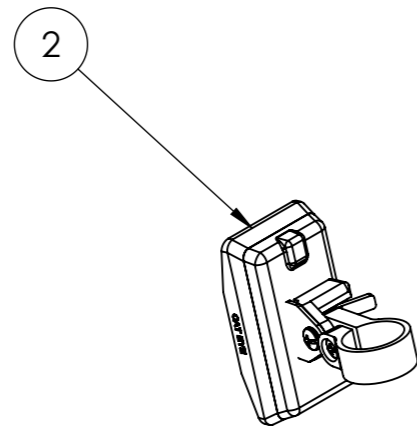
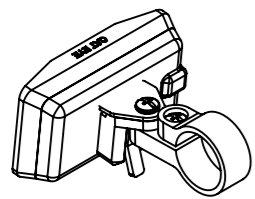


ESCALA 1:10



775,66

Universidad Industrial de Santander 		<b>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</b>	
FECHA: 19/04/2023		TITULO: DISEÑO DE UNA BICICLETA ELÉCTRICA CON UN MÓDULO DE TRANSPORTE DE CARGA QUE FOMENTE LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	
ESCALA: 1:10			
UNIDADES: mm		DIBUJO: Sistema de iluminación	CÓDIGO: BEM - 6
A3		AUTOR: Camilo Andrés González Rueda	HOJA: 36/37



ESCALA 1:5

2	Luz roja LED para bicicleta - X-TIGER	2	BEM - 6.2
1	Faro de luz blanca LED para bicicleta - X-TIGER	1	BEM - 6.1
Nº	NOMBRE	CANTIDAD	CÓDIGO

Universidad Industrial de Santander 	<b>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</b>		
FECHA: 19/04/2023	TITULO: DISEÑO DE UNA BICICLETA ELÉCTRICA CON UN MÓDULO DE TRANSPORTE DE CARGA QUE FOMENTE LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA		
ESCALA: 1:10			
UNIDADES: mm	DIBUJO: Explosionado sistema de iluminación	CÓDIGO: BEM - 6	
A3		AUTOR: María Alejandra Mogollón Martínez	HOJA: 37/37