



universidad
de león



Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y Aeroespacial

MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

Trabajo de Fin de Máster

Diseño de una motocicleta de competición infantil para su
implementación en un entorno de Realidad Aumentada

Design of a kid's racing motorcycle for implementation in
an Augmented Reality environment.

Autor: Alejandro Molina Alfayate
Tutor: Hilde Pérez García
Cotutor: Alberto Martínez Gutiérrez

(Febrero, 2022)

UNIVERSIDAD DE LEÓN
Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y
Aeroespacial

MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
Trabajo de Fin de Máster

ALUMNO: Alejandro Molina Alfayate

TUTOR: Hilde Pérez García
Alberto Martínez Gutiérrez

TÍTULO: Diseño de una motocicleta de competición infantil para su implementación en un entorno de Realidad Aumentada

TITLE: Design of a kid's racing motorcycle for implementation in an Augmented Reality environment.

CONVOCATORIA: Febrero, 2022

RESUMEN:

La realidad aumentada es una tecnología que está en continuo aumento debido a las grandes posibilidades que ofrece en cuanto al ensayo de nuevos objetos, visualizaciones previas antes de lanzar un nuevo producto al mercado y otras múltiples opciones. En este proyecto se realiza el diseño de una motocicleta de competición de estilo infantil para su posterior visualización mediante una aplicación Android gracias a la tecnología de Realidad Aumentada. Los softwares empleados para la creación del modelo de motocicletas utilizados se han basado en el diseño CAD, centrando el trabajo en el programa SolidWorks para la elaboración de un producto que cumpla con los requisitos de calidad buscados.

ABSTRACT:

Augmented reality is a technology that is continuously increasing due to the great possibilities it offers in terms of testing new objects, previous visualizations before launching a new product to the market and other multiple options. In this project the design of a kid's style racing motorcycle is made for its later visualization through an Android application thanks to Augmented Reality technology. The software used for the creation of the motorcycle model has been based on CAD design, focusing the work on the SolidWorks program for the development of a product that meets the quality requirements sought.

Palabras clave: Realidad Aumentada, Motocicleta, CAD, SolidWorks, Unity

Firma del alumno:

VºBº Tutor/es:

Resumen

Las nuevas tecnologías han traído cambios en la calidad de vida de la sociedad, cambiando sus formas de vida y ligada a todos los sectores que hay en torno a ella. La industria automovilística no es diferente al resto de los sectores y ha evolucionado a lo largo de los años aplicando nuevas tecnologías en su desarrollo e investigando para lograr mejoras que doten a las empresas de servicios y competitividad a la altura de los tiempos actuales. Se han integrado nuevas técnicas basadas en el uso de la inteligencia artificial y la red de Internet, formando modelos de simulación para el ensayo de los productos o utilizando técnicas del Big Data como tratamiento de datos para sus análisis.

Ante las nuevas tendencias que presenta la sociedad actual enfocada hacia caminos más favorables con el medio ambiente y los problemas que presenta la fabricación y manejo de vehículos como las emisiones de gases contaminantes, polución de las aguas por la deposición de los restos de los vehículos o contaminaciones indirectas por la producción de sus combustibles, se ha buscado la utilización de la energía eléctrica como método de conseguir aportar la fuerza y potencia necesaria para un nuevo diseño de motocicleta.

En este documento se trata el diseño de un modelo de motocicleta de competición infantil, Pit Bike, de características semejantes a las motocicletas de motocross, pero que se diferencia como punto principal en el tamaño de la motocicleta, siendo la Pit Bike un modelo de dimensiones muy reducidas que ha de adaptarse a las condiciones de los requisitos. El diseño se enfocará en la generación de todos sus principales componentes mecánicos, estructurales y cualquier otro dispositivo que conforme esta motocicleta, añadiendo un sistema eléctrico para su funcionamiento que ha sido debidamente calculado.

Por otro lado, se utilizarán tecnologías de realidad aumentada para poder generar un modelo de objeto que represente a la motocicleta diseñada y se pueda observar mediante la cámara de un dispositivo móvil gracias al desarrollo de una aplicación informática que se instalará en un dispositivo Android.

Abstract

New technologies have brought changes in the quality of life of society, changing their ways of life and linked to all the sectors that are around it. The automotive industry is no different from the rest of the sectors and has evolved over the years by applying new technologies in its development and researching to achieve improvements that provide companies with services and competitiveness at the height of current times. New techniques based on the use of artificial intelligence and the Internet network have been integrated, forming simulation models for product testing or using Big Data techniques as data processing for analysis.

Given the new trends in today's society focused on more environmentally friendly ways and the problems of manufacturing and handling of vehicles such as emissions of polluting gases, water pollution by the deposition of the remains of vehicles or indirect pollution by the production of fuels, the use of electric energy has been sought as a method of achieving provide the strength and power needed for a new motorcycle design.

This paper deals with the design of a model of children's competition motorcycle, Pit Bike, with similar characteristics to motocross motorcycles, but which differs as a main point in the size of the motorcycle, being the Pit Bike a model of very small dimensions that has to adapt to the conditions of the requirements. The design will focus on the generation of all its main mechanical and structural components and any other device that conforms this motorcycle, adding an electrical system for its operation that has been properly calculated.

On the other hand, augmented reality technologies will be used to generate an object model that represents the designed motorcycle and can be observed through the camera of a mobile device thanks to the development of a computer application that will be installed on an Android device.

Índice de contenidos

0. Introducción	12
0.1. Contexto del proyecto	12
0.2. Objetivos generales	13
0.3. Objetivos específicos.....	13
0.4. Herramientas empleadas.....	14
1. Estado del arte.....	15
1.1. Historia de la motocicleta eléctrica	15
1.2. Modelos de motocicletas	16
1.2.1. Ciclomotores.....	16
1.2.2. Scooter	16
1.2.3. Motocicletas de más de dos ruedas.....	17
1.2.4. Naked	17
1.2.5. Trail	18
1.2.6. Deportiva.....	18
1.2.7. Trial	19
1.2.8. Motocross.....	19
1.2.9. Enduro.....	20
1.2.10. Pit Bike.....	20
1.2.11. Otros tipos.....	22
1.3. Comparativa de motocicleta eléctrica frente a combustión	22
1.4. Estudio de mercado en motocicletas eléctricas	26
1.4.1. Motocicletas eléctricas	27
1.4.2. Motocicletas Pit Bike de combustión.....	32
1.5. Nuevas tecnologías en el diseño de vehículos	33
1.5.1. Tecnología IoT.....	33
1.5.2. Realidad virtual.....	35
1.5.3. Realidad aumentada	37
1.5.4. Softwares de diseño en el mercado.	38
2. Desarrollo del trabajo	42
2.1. Sistemas de una motocicleta Pit Bike	42
2.2. Chasis	43
2.2.1. Propiedades	43
2.2.2. Tipos de chasis.....	44

2.2.3.	Diseño en 3D. Chasis.....	48
2.3.	Sistema de suspensión	54
2.3.1.	Sistema de suspensión. Propiedades.....	54
2.3.2.	Sistema de suspensión. Parámetros.....	56
2.3.3.	Suspensión delantera.....	58
2.3.4.	Suspensión trasera.....	63
2.3.5.	Diseño en 3D. Suspensión delantera	65
2.3.6.	Diseño en 3D. Suspensión trasera.....	68
2.4.	Neumáticos y llantas.....	71
2.4.1.	Neumáticos	71
2.4.2.	Llantas.....	73
2.4.3.	Diseño 3D. Neumáticos	75
2.4.4.	Diseño 3D. Llantas.....	78
2.5.	Sistema motor y energía eléctrica.....	80
2.5.1.	Descripción del sistema	80
2.5.2.	Baterías.....	81
2.5.3.	BMS.....	84
2.5.4.	Motor y control de velocidad.....	85
2.5.5.	Cableado.....	86
2.5.6.	Diseño 3D. Elementos sistema motor y colocación.....	86
2.6.	Sistema de freno.....	91
2.6.1.	Tipos de frenos	91
2.6.2.	Diseño 3D. Elementos de freno	95
2.7.	Carrocería. Diseño 3D	98
2.8.	Materiales empleados.....	101
2.9.	Motocicleta en Realidad Aumentada	102
2.9.1.	Realidad aumentada para una Pit Bike	102
2.9.2.	Desarrollo del modelo CAD. SolidWorks	103
2.9.3.	Desarrollo del modelo 3D. Software Unity.....	105
2.9.4.	Aplicación móvil.....	107
3.	Resultados	108
3.1.	Motocicleta resultante	108
3.2.	Funcionamiento de la aplicación.....	112
4.	Conclusiones.....	115
	Referencias.....	117
	ANEXOS	123

ANEXO 1. Esquema eléctrico.....	124
ANEXO 2. Planos.....	126

Índice de figuras

Figura 1. 1. Yamaha TMAX 2020 [6]	17
Figura 1. 2. Ducati Streetfighter V4 [9].....	18
Figura 1. 3. Supermotard Black Series [10]	19
Figura 1. 4. Pit Bike 125 cc [13]	21
Figura 1. 5. Cafe Racer de los años 50 [14].....	22
Figura 1. 6. Comparativa de motos eléctricas vs combustión [16]	24
Figura 1. 7. Aplicación de VR en medios de comunicación y educación [36].....	37
Figura 2. 1. Chasis simple de cuna cerrado [44]	45
Figura 2. 2. Chasis simple de cuna abierto [44].....	45
Figura 2. 3. Chasis simple de cuna desdoblado [44].....	46
Figura 2. 4. Chasis de doble cuna [44]	46
Figura 2. 5. Chasis de doble viga perimetral [44]	47
Figura 2. 6. Chasis multitubular [44]	47
Figura 2. 7. Chasis de doble viga perimetral cerrado [44].....	48
Figura 2. 8. Boceto Chasis y subchasis.....	49
Figura 2. 9. Modelo CAD Chasis.....	50
Figura 2. 10. Modelo CAD Chasis y subchasis.....	51
Figura 2. 11. Detalle pasador de cables.....	51
Figura 2. 12. Detalle soportes de unión chasis - asiento.....	52
Figura 2. 13. Soportes auxiliares para la carrocería	53
Figura 2. 14. Cabezal de dirección	53
Figura 2. 15. Eje para pedal de freno.....	54
Figura 2. 16. Cargas sobre el amortiguador [48].....	57
Figura 2. 17. Comparativa entre horquilla real y modelo CAD [50]	59
Figura 2. 18. Horquilla Girder [51].....	60
Figura 2. 19. Saxon-Motodd [52].....	61
Figura 2. 20. Suspensión por rueda tirada [53]	62
Figura 2. 21. Horquilla de doble brazo articulado [53].....	63
Figura 2. 22. Sistema por bieletas [53]	65
Figura 2. 23. Modelo CAD Suspensión delantera	66
Figura 2. 24. Comparativa Suspensión delantera real vs modelo CAD	66
Figura 2. 25. Detalle unión horquilla – manillar abierta.....	67

Figura 2. 26. Detalle unión horquilla - manillar cerrada.....	67
Figura 2. 27. Detalle nervio de la parte inferior de la horquilla	68
Figura 2. 28. Modelo CAD Suspensión trasera	69
Figura 2. 29. Suspensión trasera de motocicletas motocross [54].....	69
Figura 2. 30. Comparativa Amortiguador real vs modelo CAD.....	70
Figura 2. 31. Detalle Eje pedal de freno. Suspensión trasera.....	70
Figura 2. 32. Partes del neumático [55]	72
Figura 2. 33. Parámetros de medida de una llanta [57]	74
Figura 2. 34. Modelo CAD Neumático	75
Figura 2. 35. Detalle labrado del neumático delantero.....	76
Figura 2. 36. Detalle Impresión " ULE Ingeniería"	76
Figura 2. 37. Detalle de sección del neumático delantero.....	77
Figura 2. 388. Detalle labrado del neumático trasero.....	77
Figura 2. 39. Modelo CAD Neumático delantero	78
Figura 2. 40, Modelo CAD Llanta delantera.....	79
Figura 2. 41. Detalles tope y varilla de llanta	79
Figura 2. 42. Buje llanta delantera	79
Figura 2. 43. Modelo CAD Neumático trasero.....	80
Figura 2. 44. Datos de la configuración de la batería.....	83
Figura 2. 45. Datos de la configuración del sistema BMS	84
Figura 2. 46. Modelo CAD Celda 18650.....	86
Figura 2. 47. Plano Celda 18650 [58].....	87
Figura 2. 48. Modelo CAD Portaceldas izquierdo.....	87
Figura 2. 49. Detalle unión horizontal entre portaceldas.....	88
Figura 2. 50. Modelo CAD Bloque de celdas	88
Figura 2. 51. Modelo CAD de la vista explosionada de batería.....	89
Figura 2. 52. Detalle encaje entre cajas protectoras.....	89
Figura 2. 53. Modelo CAD Placa de unión entre cajas y chasis	90
Figura 2. 54. Manillares derecho e izquierdo	90
Figura 2. 55. Vista explosionada de la rueda trasera	91
Figura 2. 56. Proporciones de frenado de una motocicleta [61].....	92
Figura 2. 57. Partes del sistema de freno de disco en una motocicleta [61]	94
Figura 2. 58. Vista explosionada de la llanta delantera. Freno de disco	96
Figura 2. 59. Modelo CAD Bomba de freno.....	96

Figura 2. 60. Modelo CAD Pedal de freno	97
Figura 2. 61. Modelo CAD. Freno de manillar	97
Figura 2. 62. Modelo CAD Guardabarros.....	98
Figura 2. 63. Modelo CAD. Carenados laterales con logotipos	99
Figura 2. 64. Modelo CAD Asiento	99
Figura 2. 65. Modelo CAD. Carenado frontal	100
Figura 2. 66. Modelo CAD Carrocería	100
Figura 2. 67. Código QR	106
Figura 3. 1. Renderizado Pit Bike	109
Figura 3. 2. Renderizado parte delantera.....	109
Figura 3. 3. Renderizado Chasis – Batería	110
Figura 3. 4. Renderizado Batería	111
Figura 3. 5. Renderizado Neumático delantero	111
Figura 3. 6. RA. Código QR.....	112
Figura 3. 7. RA. Pit Bike.....	112
Figura 3. 8. RA. Pit Bike. Vista lateral.....	113
Figura 3. 9. RA. Detalle de precisión.....	113
Figura 3. 10. RA. Detalle de rueda	114
Figura 3. 11. Icono apk	114

Índice de tablas

Tabla 1. 1. Comparativa de parámetros eléctricos vs combustión.	26
Tabla 1. 2. Parámetros del modelo NQi GTS Standard Range [19]	28
Tabla 1. 3. Parámetros del modelo e-volt Style [20]	28
Tabla 1. 4. Parámetros del modelo Silence S01 [21]	29
Tabla 1. 5. Parámetros del modelo Vespa Elettrica [22]	29
Tabla 1. 6. Parámetros del modelo Rieju Nuuk Urban 6 [23]	30
Tabla 1. 7. Parámetros del modelo Pursang e-track [24]	30
Tabla 1. 8. Parámetros del modelo Super Soco TC Max [25]	31
Tabla 1. 9. Parámetros del modelo Zero SR/F	31
Tabla 1. 10. Parámetros del modelo Rebel Master RM 125 [26]	32
Tabla 2. 1. Comparación de parámetros para distintos neumáticos	72
Tabla 2. 2. Parámetros de la Celda 18650	82
Tabla 2. 3. Materiales de diseño	102

0. Introducción

0.1. Contexto del proyecto

Las necesidades de mejorar los procesos de fabricación de nuevos productos antes de entrar al mercado competitivo han provocado el uso de nuevos métodos tecnológicos en las diferentes fases que atraviesa. Las nuevas tecnologías buscan obtener mejoras que progresivamente van evolucionando que consiguen grandes beneficios y rentabilidades en los productos. De esta manera, se va a trabajar con la utilización una de las más importantes y que está teniendo mayor aceptación dentro del mundo tecnológico e industrial.

En el presente proyecto se van a detallar todos y cada uno de los elementos que conforman el diseño de un vehículo, que en este caso se enfoca en un tipo poco común de motocicleta, un modelo Pit Bike, como motocicleta de competición en categoría de infantil. El tratamiento de este modelo para el análisis y el estudio preciso de su funcionamiento es muy minucioso ya que, aunque se trate de un vehículo de dos ruedas de pequeño tamaño, la complejidad radica en la obtención de una motocicleta que cumpla con todas las especificaciones del mercado actual.

Uno de los principales puntos de motivación en la redacción de este proyecto es la utilización de nuevas formas de energía más limpias, en este caso, energía eléctrica. El proyecto, por tanto, analiza los diferentes modos de conseguir la propulsión adecuada para este vehículo utilizando como fuente la energía eléctrica. Se escogen los componentes adecuados para que se puedan coordinar y dar como resultado un conjunto de motor y baterías que doten a la motocicleta de la autonomía y potencia suficientes dentro del límite de las posibilidades que se ofrecen.

La manera en la que se va a llevar a cabo la implementación de medidas más innovadoras, consiste en utilizar métodos de realidad aumentada en la visibilidad de un modelo inicialmente desarrollado mediante el programa SolidWorks, para que pueda ser observado mediante aplicaciones móviles. En mejoras futuras, se podrá utilizar como forma de desarrollar ensayos sobre el producto, reduciendo las pruebas sobre modelos de motocicletas reales y aumentando el número de experimentos sobre productos de simulación que presenten las mismas características de los productos reales antes de su fabricación.

0.2. Objetivos generales

Las finalidades deseadas con la realización de este proyecto se pueden englobar en varios aspectos:

- Realización del diseño de una motocicleta de competición que utilice energías renovables como combustible alternativo a los combustibles fósiles.
- Estudio de las partes, equipos y componentes requeridos en el diseño de una motocicleta a nivel estructural.
- Dar a conocer diversos tipos de softwares disponibles en el mercado para distintos tipos de simulación en Realidad Virtual y Realidad Aumentada.
- Demostración mediante un ejemplo práctico de la visualización de un producto de motocicleta mediante la integración de la Realidad Aumentada.

0.3. Objetivos específicos

Para poder llevar a cabo el diseño de un chasis para esta motocicleta e integrar tecnologías enfocadas a la realidad aumentada se han planteado los siguientes puntos de trabajo.

- Explicación detallada del funcionamiento de una motocicleta Pit Bike, así como los tipos de elementos que existen en el mercado y su elección para este caso concreto.
- Realización de un diseño en modelo CAD para un producto a través del programa informático SolidWorks.
- Modelización de sistemas en realidad aumentada.
- Fundamentos teóricos y prácticos sobre configuraciones del programa Unity en base a modelos objeto, así como la incorporación de estrategias de realidad aumentada en diversos tipos de aplicaciones Android.
- Demostración del funcionamiento de la Realidad Aumentada para el modelo CAD de la motocicleta diseñada.

0.4. Herramientas empleadas

Se requerirá de diferentes programas informáticos que sirvan como herramienta para facilitar tareas complejas en las tareas de diseño 3D y desarrollo de aplicaciones, así como pequeños elementos físicos para la demostración de este proyecto.

- Software SolidWorks
- Software Unity

La demostración del proyecto necesita de la utilización de un dispositivo móvil y un plano de referencia para la Realidad Aumentada.

- Smartphone
- Plantilla QR

1. Estado del arte

1.1. Historia de la motocicleta eléctrica

El origen de la moto se debe a la necesidad de encontrar un medio de transporte que sustituya a la tradicional bicicleta, pero que no requiera de un esfuerzo físico para su desplazamiento. El primer combustible utilizado fue el vapor, que hasta principios del siglo XVIII fue la energía más usada, momento en el que surge la primera bicicleta de vapor, con el nombre de “vélocipédraisivaporiana” [1]. Heinrich Hildebrand, en el año 1885 tuvo la idea de incorporar un motor de vapor a la bicicleta, al que Sylvester Howard Roper le hizo mejoras dotando de sistema de cilindros al motor, de forma que se considera que, en 1867, se inventó la primera motocicleta.

El siguiente cambio consistió en el desarrollo de un motor en 1879 que consiguiese funcionar mediante otros tipos de combustión, tales como la mezcla de hidrógeno y aire, combustión de petróleo o combustión interna de gasolina, siendo esta última la que presentaba mejor eficacia y cuyo motor fue desarrollado en 1876 por el alemán Nikolaus August Otto, para posteriormente incorporarlo al chasis de la motocicleta.

De forma paralela a estos avances, se comienza a fabricar la primera motocicleta eléctrica. En 1865, Ogden Bolton Jr. [2], solicita la primera patente para una moto eléctrica. Se incorporan mejoras como el uso de baterías eléctricas o motores integrados en el interior de las ruedas. Se desarrollaron varios prototipos hasta que en 1936 los hermanos Limelette fundaron una compañía de motocicletas eléctricas llamada Socovel [3], con una producción de 400 unidades, la cual no tuvo demasiado éxito. En 1947 se expone el modelo Electric Bike diseñado por B. G. Bowden, considerándose la primera motocicleta eléctrica.

Una vez se había conseguido fabricar los primeros modelos eléctricos, el esfuerzo se centraba en incorporar diversas mejoras, como el aumento de velocidad hasta los 162 km/h gracias a Mike Corbin, estableciéndose el primer récord de velocidad, o la producción en masa con el modelo Peugeot Scoot'Elec en el año 1996. Finalmente, en el siglo XXI muchas marcas comenzaron a concienciarse sobre la necesidad de uso de la movilidad eléctrica por sus escasas emisiones, momento en el que se asienta la motocicleta eléctrica en el mercado.

1.2. Modelos de motocicletas

En el mercado actual se pueden encontrar numerosos modelos de motocicletas con características diferentes que las adaptan a la actividad principal de la moto y a las condiciones del entorno en el que se van a manejar [4]. A continuación, se realiza un análisis de las diversas opciones disponibles y sus características principales.

1.2.1. Ciclomotores

Se trata de vehículos provistos de un motor con una cilindrada igual o inferior a 50 cc, con diseños generalmente sencillos y sistemas mecánicos poco complejos [5]. Es uno de los modelos con los que se suele iniciar la conducción de vehículos de dos ruedas, siendo únicamente necesario la posesión de carnet AM o carnet B, motivo por el cual, no es necesario tener la mayoría de edad para su utilización. Pueden circular hasta una velocidad de hasta 45 km/h, por lo que no está permitido circular por autopistas ni autovías y están diseñados para circular por poblados o carreteras convencionales.

1.2.2. Scooter

Son vehículos conocidos por su gran facilidad de conducción y manejo, ya que el motor carece de marchas y normalmente tiene un hueco en el centro para colocar los pies. No disponen de carenado y cuentan con un escudo protector frontal. Dada su ligereza, se utilizan en entornos de ciudad y han sido pensados sobre todo para una movilidad urbana, aunque puede circular por cualquier carretera. Los modelos de 125 cc se pueden conducir únicamente con el carnet de coche. A partir de 250 cc es necesario sacarse el carnet de moto. Dentro de sus variantes se encuentran modelos de rueda baja, rueda alta y de dos o tres ruedas. La categoría de media y gran cilindrada se denominan maxiscooter y megascooter respectivamente.



Figura 1. 1. Yamaha TMAX 2020 [6]

1.2.3. Motocicletas de más de dos ruedas

Modelos de cuatro o tres ruedas cuya función primordial es dar estabilidad al vehículo y transmitir seguridad para conductores que no están familiarizados con la conducción de motocicletas [7]. Suelen disponer de sistemas de bloqueo en los ejes en el que el número de ruedas es mayor, usualmente, el eje delantero, para hacer que la moto se mantenga en pie de manera independiente al conductor. Presentan ciertas desventajas, como el incremento del precio, son vehículos de mayor peso, el consumo de combustible es más elevado y como consecuencia, son menos ágiles durante su manejo. Su conducción viene legislada por la posesión de carnet de tipo B.

1.2.4. Naked

Su nombre deriva de la característica de llevar el motor al descubierto, sin la posesión del carenado tradicional. Llevar el motor al aire y no cubierto por el carenado tradicional [8]. Normalmente, los fabricantes de motos utilizan estos modelos para desarrollarlos modelos con carenado o viceversa, por lo que la mayoría de veces los cambios en el resto de la moto son escasos. Van desde 125 cc de potencia hasta los valores de 1.000 cc. Al contrario de otras motos que solo buscan la estética, las

naked buscan velocidad. Dentro de este tipo de vehículo se encuentran los modelos roadster, diseñados para viajar, o el modelo streetfighter, de tipo deportivo.



Figura 1. 2. Ducati Streetfighter V4 [9]

1.2.5. Trail

Es una moto todoterreno pensada para el campo y la carretera, siendo motocicletas muy preparadas para resistir los desgastes o deterioros que puedan surgir. De manera adicional, existen derivados de estas motos preparadas para largos viajes sobre cualquier tipo de terreno. Presenta un problema difícil de equilibrar, ya que mayor tamaño, mayor complejidad de conducción sobre el camino de tierra, y si es demasiado pequeña, su resistencia contra el viento disminuye. Esta moto puede ser utilizada para competiciones como el Rally Dakar, o ser utilizadas en la calle gracias al tipo de moto Trail denominada Adventure, moto de gran tamaño y alta cilindrada.

1.2.6. Deportiva

Se trata de motocicletas de altas prestaciones y con altas velocidades. También se denominan Super Deportivas, Superbike o Supersport y son aquellas basadas en la competición, utilizando componentes de alta gama y de última tecnología. Cuentan con motores muy potentes, excelentes equipos de frenos y una línea afilada, agresiva y aerodinámica. Su conducción se realiza en circuitos de competición preparados para su manejo seguro.

1.2.7. Trial

Motocicletas de uso exclusivo competitivo, cuyo diseño está desarrollado para terrenos escarpados y con obstáculos. Su carrocería y composición aumenta su ligereza y su disposición compacta permite manejar la motocicleta con agilidad. Algunas de sus características son su carencia de asiento, la baja presión de inflado de los neumáticos para aumentar la superficie de contacto y una caja de cambios con desarrollos muy cortos para obtener una respuesta inmediata. Existen dos modalidades: outdoor, que es la disciplina que se practica desde sus inicios, al aire libre y aprovechando cualquier terreno que se les pueda resistir; y la indoor, que es la más actual y que se practica en el interior de cualquier recinto con un circuito artificial.

1.2.8. Motocross

Motocicleta de competición que presenta las características ligereza y manejabilidad. Cuentan con motores de 2 y 4 tiempos, suspensiones muy blandas para afrontar saltos y peraltes y unos neumáticos con tacos para maximizar el agarre en tierra o barro. Son modelos cuya función es la competición específica en eventos preparados para estas motos de tipo acrobático.



Figura 1. 3. Supermotard Black Series [10]

Estas competiciones pueden ser el Supercross, que se practica en el interior de recintos cerrados; el Supermotard, que se practica en circuito de asfalto con neumáticos de carretera, haciendo derrapar la motocicleta; y el Freestyle, donde se valora únicamente los mejores saltos realizando piruetas en el aire.

1.2.9. Enduro

Modelos diseñados para manejarse en el campo. Poseen ruedas de tacos para tener más adherencia y se manejan preferiblemente de pie para apoyarse en las curvas. La configuración del motor, el cambio y las suspensiones es compleja, para soportar las condiciones de competición. El nombre de este modelo proviene de Endurance, que significa resistencia. Son modelos muy similares a las motocicletas Motocross, pero preparadas para realizar trayectos más largos.

1.2.10. Pit Bike

Este modelo será el utilizado para el desarrollo del trabajo, por lo cual se describirá con mayor detalle para la elaboración del proyecto.

Las motocicletas Pit Bike surgen en EEUU de la mano de las marcas Honda y Yamaha como una pequeña moto utilizada para moverse en el pit line de las carreras de motos en circuitos de competición. Disponían de un chasis tipo mono viga, con un motor en posición horizontal mayoritariamente de 4 tiempos, cuyas cilindradas engloban desde 50cc hasta 110cc. El tamaño de las ruedas variaba entre los 8, 10 y 12 pulgadas con neumáticos de tipo cross.

En la actualidad, los chasis son mayores, ya que también deben soportar mayores cilindradas, que pueden llegar hasta los 140cc. El tamaño de las ruedas depende de la modalidad de competición, con unos diámetros de 17 y 19 pulgadas en competición convencional, y de 16 y 19 pulgadas [11] para competiciones de velocidad y derrape. Estas competiciones en las que el derrape se usa de manera frecuente, disponen de neumáticos más resistentes y requieren un recambio más frecuente. Corresponden a los modelos de Dirty Track y Flat Track.

Se trata de modelos de motocicletas preparadas para la competición en modo infantil. Son de pequeño tamaño y la potencia que desarrollan es de un valor inferior al de un tipo motocross. Las Pit Bikes usan motores que comparten la lubricación del cilindro y culata con la caja de cambios, colocándose el cilindro en disposición casi horizontal. El tamaño de las ruedas y el chasis está directamente relacionado, y se ve afectado según el tipo de competición, destacándose los estilos Off Road de estilo más clásico, Cross Competición con ruedas lo más pequeñas posibles y Minimotard o de tipo asfalto [12]. El tamaño del chasis y el tipo de suspensión del que disponen también se ve reflejado en la capacidad para superar obstáculos dentro de la carrera, así como por la capacidad de almacenamiento en las labores de transporte de estos vehículos hasta los circuitos de competición.

El tipo de motor que emplean es un motor de cuatro tiempos, que ofrece una potencia estable, predecible y con regulaciones de banda más suaves. El funcionamiento de este motor consiste en un pistón que completa cuatro carreras separadas del cigüeñal al girar. Si bien esto implica que los motores de cuatro tiempos son más pesados y más complejos que los motores de dos tiempos, también significa que los motores de cuatro tiempos consumen menos combustible. Se desperdicia poco o nada de combustible en el ciclo de admisión, a diferencia de los motores de dos tiempos.



Figura 1. 4. Pit Bike 125 cc [13]

El mantenimiento de este tipo de motos es más sencillo que las motos de cross, sin embargo, igualmente necesitan un mantenimiento de los recambios de las partes del motor de cuatro tiempos. Cabe destacar que no es una moto que pueda circular por carretera de manera legal, sino que debe manejarse en circuitos específicos, por lo que su valor económico no es tan alto, ya que no

debe llevar pasar tantos controles de seguridad como una motocicleta de carretera. Su precio actual ronda valores inferiores a los 1000€.

1.2.11. Otros tipos

En la actualidad se pueden encontrar numerosos tipos de motos y diseños distintos. Las múltiples posibilidades que ofrecen las empresas comercializadoras permiten customizar los modelos según las opciones disponibles, incorporando elementos y dispositivos electrónicos como GPS, estilos de acabado final, modificaciones en el chasis como alerones, faldones deportivos, modificaciones de los faros, etc. Entre estas otras motocicletas, destacan algunas especiales tales como la motocicleta estilo Chopper, con chasis de forma de horquilla, o las Café RaceR, con apariencia de moto antigua.



Figura 1. 5. Cafe Racer de los años 50 [14]

1.3. Comparativa de motocicleta eléctrica frente a combustión

El análisis sobre el tipo de energía que consumen los vehículos, concretamente, las motocicletas, resulta indispensable a la hora de diseñar su estructura y modo de funcionamiento. Por ello se han de indicar los puntos fuertes y débiles de los dos principales tipos de combustibles más usados en estos medios de transporte. Por un lado, se estudiarán las ventajas y desventajas de la combustión fósil, la cual es la más habitual en la actualidad y representa a la gran mayoría de los vehículos

tradicionales. Por otro lado, se mostrarán los beneficios que conlleva el uso de la electricidad, una forma de energía más limpia y que está creciendo de manera continua.

La introducción de elementos eléctricos dentro de la motocicleta, tales como motores eléctricos, baterías u otros equipos específicos que se detallarán más adelante, hace que la reducción de la contaminación sea el motivo principal por el que la electricidad esté aumentando su presencia en los medios de transporte. El tipo de funcionamiento de los sistemas eléctricos provocan una reducción de las emisiones gaseosas contaminantes, dentro de los cuales se destaca el decremento de dióxido de carbono, el cual tiene efectos negativos tanto para la salud de los seres vivos, como para el estado del medioambiente. Este hecho ha sido demostrado recientemente debido a las consecuencias del Covid-19, en el que las grandes ciudades presentaron niveles de emisiones muy inferiores durante las etapas de confinamiento, aumentando la calidad del aire en lugares donde se han observado siempre valores muy altos. Además de la contaminación de estos gases de efecto invernadero, se puede reflejar la disminución de la contaminación acústica. Los motores eléctricos se caracterizan por ser muy silenciosos, presentando bajos volúmenes de ruido en contraposición con los vehículos de combustión fósil. Tal es este efecto que en ocasiones se han puesto en marcha medidas legislativas con el fin de que los vehículos eléctricos emitan sonidos para personas con discapacidad, de forma que puedan identificar cuando se está aproximando el vehículo.

Otro de los criterios a tener en cuenta para escoger un tipo de motocicleta u otro es el factor económico. Las recargas eléctricas de las baterías resultan más económicas que el repostaje de gasolina. No obstante, los precios de la electricidad y de la gasolina están sufriendo cambios y varían generalmente al alza. Otro punto en el que se puede observar un ahorro económico es el ofrecido por los seguros, ya que la clasificación de las motocicletas eléctricas está en un nivel inferior de las compañías de seguros, resultando más baratos con las mismas prestaciones. Por otra parte, es necesario una inversión más alta en el momento de compra de la moto debido a que sus componentes son más caros, entre ellos, las baterías, que varían según el diseño de su autonomía y tiempo de recarga. Además, existen ciertas ventajas en la conducción urbana. Los vehículos eléctricos tienen la posibilidad de utilizar electricidad gratuita gracias a puntos de recarga de automóviles en diversos puntos de las ciudades, lo que reduce el coste de la energía utilizada [15]. Por último, la ausencia de generación de emisiones contaminantes implica una reducción en el impuesto municipal de circulación.

En términos de libertad de circulación, se han tomado medidas en grandes ciudades, fundamentadas en la mejora del medioambiente, como son las zonas de bajas emisiones que se han implementados en las grandes ciudades europeas. La limitación de vehículos en determinadas calles no afecta a las motocicletas eléctricas, puesto que no producen una alta contaminación, de manera que cumple con las ordenanzas de circulación sostenible. De esta manera se consigue un ahorro de tiempo en los desplazamientos entre los distintos lugares a los que se necesite. Otra ventaja es que las motocicletas y automóviles eléctricos pueden aparcar en zonas específicas para estos vehículos o incluso en zonas azules dependiendo de la Comunidad Autónoma en la que se encuentren.

	ELECTRICA	COMBUSTION
A LOS 15.000 KM		
• PASTILLAS FRENO	37,00€	56,00€
• NEUMATICOS	60,00€	60,00€
• CORREA	0,00€	45,00€
• RODILLOS	0,00€	15,00€
• BUJIAS	0,00€	90,00€
• FILTRO AIRE	0,00€	225,00€
• ACEITE MOTOR	0,00€	270,00€
• ACEITE TRANSMISION	0,00€	54,00€
• FILTRO ACEITE	0,00€	135,00€
• REVISIONES	65,00€	200,00€
GASTO TOTAL MANTENIMIENTO	157,00€	1150,00€

Figura 1. 6. Comparativa de motos eléctricas vs combustión [16]

Además de su considerable ahorro en el consumo, las motos eléctricas también presentan otras importantes ventajas que fomentan su uso diario frente a los vehículos de combustión tradicional. Estas están relacionadas con la sencillez e el mantenimiento de los sistemas mecánicos que poseen. Tanto el mantenimiento de las motos eléctricas como las de combustión requieren una revisión del estado de la batería. En el caso de los vehículos eléctricos, además de proporcionar energía para el encendido de las luces u otros elementos, también es la fuente principal de combustible, por lo que su estado debe ser excepcional en todo momento. Según el diseño, algunos elementos convencionales no están presentes en los modelos eléctricos. No presentan depósitos de aceite para el mantenimiento del motor, y las partes sometidas a esfuerzos de fricción son escasas, por lo que no se requiere el recambio de estos, a excepción de neumáticos o pastillas de freno. Estas últimas

tienen la ventaja de que sufren mucho menos esfuerzo si disponen de sistemas de recuperación de energía durante el frenado de la moto. En caso de que alguno de estos elementos requiera de reparación o se deban realizar revisiones de mantenimiento, es necesario llevarlo a talleres oficiales ya que no existen demasiados técnicos especializados en reparaciones eléctricas en vehículos por la reciente aparición de estos, aunque se prevé un aumento en el número de talleres por su prosperidad de negocio ante la demanda de los usuarios.

El siguiente factor a analizar es la autonomía de estos vehículos, influenciadas especialmente por el diseño del sistema mecánico, de forma que se presente pérdidas de rozamiento lo más bajas posibles y presente alta eficacia frente a las baterías limitadas por la tecnología actual, y los sistemas de recarga, tanto por la velocidad que requiera la carga completa, como por la localización de los puntos de recarga. La autonomía para los vehículos eléctricos es muy inferior a la de los convencionales y, sin embargo, estos puntos de recarga no son tan numerosos como las gasolineras, a excepción de los puntos de recarga dispuestos en grandes ciudades mencionados anteriormente. En un primer momento, esto provocaría desviaciones de los desplazamientos en rutas de grandes distancias, obligando a entrar en muchos casos a zonas centrales de las ciudades, lo que generalmente implica mucho tiempo debido a las restricciones de velocidad, tráfico, semáforos, etc. No obstante, los sistemas de recarga son mejores en motocicletas que en vehículos, siendo procesos más rápidos gracias a que presentan baterías extraíbles que pueden ser enchufadas a la corriente eléctrica del hogar o del trabajo, de forma que es más cómodo de cargar y no afecta de manera tan directa la escasez de puntos de recarga. Además, gracias a las nuevas tecnologías y a aplicaciones móviles, se pueden localizar estos puntos de manera sencilla.

Las prestaciones de la motocicleta eléctrica son más efectivas que las de combustión [17]. En el caso de la gasolina, el motor de combustión necesita más tiempo para alcanzar la potencia que permite las revoluciones necesarias para ofrecer el máximo par. En una moto eléctrica, parte desde cero revoluciones y se mantiene constante en todo el rango de vueltas. Esto se traduce en que el uso de motores eléctricos provoque que momentos como la aceleración sean más potentes y rápidos, lo cual se ve incrementado en las motos por la ligereza de estas frente a los automóviles. Por parte, la pérdida de potencia debido al rozamiento entre elementos móviles y energía térmica que se desprende se ve notablemente reducida con dicha mecánica.

La comodidad también es una característica de alto valor ante la posible elección de estos modelos eléctricos [18]. El conductor debe estar centrado en el desplazamiento seguro y sin distracciones, por

lo que la reducción de la vibración que supone la eliminación del motor de combustión y el ruido que provoca, hace del motor eléctrico un punto favorable. Algunos pequeños detalles como la eliminación de tubos de escape que puedan provocar quemaduras en la pierna del piloto o los diseños más innovadores son factores de atracción para la compra de estas motocicletas. Como punto más innovador en estos diseños, se destaca la posibilidad de actualizar los sistemas electrónicos de las motos, cambiando parámetros del vehículo desde aplicaciones móviles en determinadas marcas o añadiendo elementos electrónicos con conexión a internet, por lo que se puede trabajar desde casa en estos factores.

A modo de resumen, se muestra a continuación una tabla que recoge las principales ventajas y desventajas de las motocicletas eléctricas.

Factor \ Modelo	Moto eléctrica	Moto convencional
Emisiones	-	CO2
Ruido	Bajo	Alto
Autonomía	Baja	Alta
Puntos de repostaje	Enchufes convencionales	Gasolineras
Peso	Bajo	Alto
Coste inicial	Alto	Bajo
Coste de mantenimiento	Bajo	Medio
Mantenimiento	Sencillo	Complejo
Circulación	Zonas de bajas emisión	-
Prestaciones	Mayor aceleración	-
Comodidad	Baja vibración	-

Tabla 1. 1. Comparativa de parámetros eléctricos vs combustión.

1.4. Estudio de mercado en motocicletas eléctricas

Para llevar a cabo un diseño que cumpla con las especificaciones técnicas de una moto eléctrica, se va a realizar un análisis comparativo de los diferentes modelos que hay en el mercado, mostrando los datos técnicos principales obtenidos a partir de las fichas de datos aportadas por los fabricantes y de las plataformas web, las cuales reflejan los valores de sus modelos.

1.4.1. Motocicletas eléctricas

En este primer apartado se detallarán diferentes marcas de motocicletas eléctricas. Los parámetros a valorar son los indicados a continuación:

- Velocidad máxima
- Autonomía
- Motor
- Potencia continua
- Energía utilizada por carga
- Tecnología de batería
- Tiempo de carga
- Peso de la batería
- Voltaje
- Capacidad
- Carga rápida
- Tipo de célula
- Corriente de carga
- Potencia nominal
- Potencia de pico
- Controlador
- Corriente máxima

En las tablas mostradas a continuación se reflejan estos valores en sus unidades correspondientes.

Modelo: NQi GTS Standard Range	
Velocidad máxima	70 km/h
Autonomía	90 km
Motor	Bosch
Potencia continua	3100W
Energía utilizada por carga	3120Wh
Tecnología de batería	4th GEN NIU ENERGY SMART POWER TECH
Tiempo de carga	5,5 h
Peso de la batería	11kgx2
Voltaje	60V
Capacidad	26Ah
Carga rápida	Sí
Tipo de célula	18650 Celdas ion-litio
Corriente de carga	5A x 2
Potencia nominal	3000W
Potencia de pico	3500W
Controlador	FOC Vector Control
Corriente máxima	70A

Tabla 1. 2. Parámetros del modelo NQi GTS Standard Range [19]

Modelo: e-volt Style	
Velocidad máxima	45 km/h
Autonomía	130 km
Motor	BRUSHLESS
Potencia continua	-
Energía utilizada por carga	2,688 kWh
Tecnología de batería	-
Tiempo de carga	6h
Peso de la batería	-
Voltaje	48V
Capacidad	56Ah
Carga rápida	No
Tipo de célula	Celdas litio
Corriente de carga	-
Potencia nominal	2000W
Potencia de pico	5 CV
Controlador	ESTANDAR 110/220V
Corriente máxima	-

Tabla 1. 3. Parámetros del modelo e-volt Style [20]

Modelo: Silence S01	
Velocidad máxima	85 km/h
Autonomía	100 km
Motor	Sin escobillas, en rueda. Reversible
Potencia continua	-
Energía utilizada por carga	4,1 kWh
Tecnología de batería	-
Tiempo de carga	5h
Peso de la batería	36 kg
Voltaje	51V
Capacidad	-
Carga rápida	No
Tipo de célula	Celdas ion-litio
Corriente de carga	10,2 A
Potencia nominal	5kW
Potencia de pico	11,8 kW
Controlador	Onboard 90-240 VAC
Corriente máxima	30A

Tabla 1. 4. Parámetros del modelo Silence S01 [21]

Modelo: Vespa Elettrica	
Velocidad máxima	45 kmh
Autonomía	100 km
Motor	-
Potencia continua	-
Energía utilizada por carga	4.2 kWh
Tecnología de batería	-
Tiempo de carga	4h
Peso de la batería	25 kg
Voltaje	48V
Capacidad	86 Ah
Carga rápida	Sí
Tipo de célula	LG Chem
Corriente de carga	-
Potencia nominal	3.5 kW
Potencia de pico	4 kW
Controlador	-
Corriente máxima	-

Tabla 1. 5. Parámetros del modelo Vespa Elettrica [22]

Modelo: Rieju Nuuk Urban 6	
Velocidad máxima	100 km/h
Autonomía	90km
Motor	Esm (electric Exited Synchronous Motor)
Potencia continua	-
Energía utilizada por carga	-
Tecnología de batería	Titling Built-in Type
Tiempo de carga	5h
Peso de la batería	-
Voltaje	48 V
Capacidad	-
Carga rápida	Sí
Tipo de célula	Celdas ion-litio
Corriente de carga	-
Potencia nominal	6 kW
Potencia de pico	-
Controlador	-
Corriente máxima	-

Tabla 1. 6. Parámetros del modelo Rieju Nuuk Urban 6 [23]

Modelo: Pursang e-track	
Velocidad máxima	110 km/h
Autonomía	140 km
Motor	Bosch
Potencia continua	-
Energía utilizada por carga	250 Wh
Tecnología de batería	-
Tiempo de carga	-
Peso de la batería	-
Voltaje	48 V
Capacidad	-
Carga rápida	-
Tipo de célula	-
Corriente de carga	6h
Potencia nominal	7.2 kW
Potencia de pico	-
Controlador	-
Corriente máxima	120 A

Tabla 1. 7. Parámetros del modelo Pursang e-track [24]

Modelo: Super Soco TC Max	
Velocidad máxima	95km/h
Autonomía	92km
Motor	Super Soco/ Vmoto
Potencia continua	-
Energía utilizada por carga	-
Tecnología de batería	-
Tiempo de carga	9h
Peso de la batería	22 kg
Voltaje	72V
Capacidad	45 Ah
Carga rápida	Sí
Tipo de célula	Celdas ion-litio 18650
Corriente de carga	-
Potencia nominal	3000W
Potencia de pico	3,9KW
Controlador	-
Corriente máxima	-

Tabla 1. 8. Parámetros del modelo Super Soco TC Max [25]

Modelo: Zero SR/F	
Velocidad máxima	200 km/h
Autonomía	164 km
Motor	Motor Z-Force
Potencia continua	54 CV
Energía utilizada por carga	13,7 kWh
Tecnología de batería	Batería Z-Force
Tiempo de carga	2,7h
Peso de la batería	-
Voltaje	-
Capacidad	-
Carga rápida	Sí
Tipo de célula	-
Corriente de carga	-
Potencia nominal	110 CV
Potencia de pico	-
Controlador	Controlador AC trifásica, freno regenerativo
Corriente máxima	75A

Tabla 1. 9. Parámetros del modelo Zero SR/F

Como se puede haber observado, la velocidad máxima dentro de los modelos estudiados se encuentra en la motocicleta Zero SR/F, con un valor de 200km/h. Este valor ha sido ensayado en condiciones óptimas, por lo que su valor se puede ver reducido en la práctica. Del mismo modo, también dispone de la mayor autonomía en 164 km, aunque una parte importante de marcas estudiadas no superan los 110 km. Respecto al tipo de voltaje con el que trabaja el motor de corriente continua, se establece en 48 V para la mayoría de los modelos, dato a destacar a la hora de realizar cualquier diseño en los sistemas de baterías, que, en este caso, los valores estudiados no han superado más allá de los 86 Ah de capacidad (Modelo Vespa Elettrica).

1.4.2. Motocicletas Pit Bike de combustión

Actualmente no se encuentran disponible ninguna Pit Bike en el mercado de tipo eléctrico, sin embargo, se considera de relevante importancia el estudio comparativo de los parámetros principales en lo relativo a velocidades que pueden alcanzar, tipos de motor usado o combustible y cualquier otro dato de interés que pueda ayudar a realizar un diseño previo de una motocicleta Pit Bike, para su posterior adaptación a modelo eléctrico. Se ha realizado una tabla con los principales valores técnicos del modelo Rebel Master RM 125, principal empresa comercializadora de este modelo de motocicleta de competición infantil en España.

Modelo: Rebel Master RM 125	
Velocidad máxima	80 kmh
Potencia máxima	12 CV al cigüeñal
Cilindrada	124cc
Cilindros	1
Válvulas	2, árbol de levas, en culata.
Refrigeración	Aire
Nº de velocidades	4 marchas manuales
Combustible	gasolina sin plomo
Arranque	mediante palanca de arranque
Carburación	Carburador 19mm, filtro FOAM doble densidad
Escape	De tiro directo con silenciador.

Tabla 1. 10. Parámetros del modelo Rebel Master RM 125 [26]

Se observa que la motocicleta de 125cc de potencia no supera nunca los 80km/h. esto es debido a que se trata de una motocicleta pequeña y que no está dedicada a la circulación por carretera. Para llevar a cabo un diseño eléctrico de la misma, se deberán eliminar este tipo de componentes y sustituirlos por componentes eléctricos como se detallará en el Desarrollo de este proyecto.

1.5. Nuevas tecnologías en el diseño de vehículos

1.5.1. Tecnología IoT

El hombre ha mantenido siempre la capacidad de innovación frente a los nuevos problemas que surgen por las tecnologías en tendencia y las actuales formas de comunicación, hecho que provoca la aparición de nuevas tecnologías como el Internet de las cosas o Internet of Things.

La tecnología IoT describe la red, pública o privada, formada por la agrupación e interconexión de dispositivos y objetos físicos o que incorporan sensores, software y otras tecnologías con el fin de conectar, interactuar e intercambiar datos con otros dispositivos y sistemas a través de Internet [27]. Estos dispositivos van desde objetos domésticos comunes hasta herramientas industriales sofisticadas.

La puesta en valor de la red IoT ha sido lograda a través de los numerosos avances en las nuevas tecnologías presentes hoy en día [28], entre los cuales se presentan:

- **Conectividad:** consiste en la transferencia de datos de manera segura a través de Internet. Los dispositivos se conectan de utilizando los protocolos informáticos y de red desarrollados para la interconexión de elementos dispositivos como ordenadores, sensores y actuadores industriales, o cualquier sistema que necesite presencia en la nube para facilitar la comunicación entre ellos.
- **Nube:** el incremento de las plataformas informáticas que existen en la nube permite que las empresas accedan a sus archivos sin necesidad de estar en el lugar físico, sino que se realiza de forma remota. Esto sirve tanto para el trabajo de las propias empresas como para la comunicación con los clientes, quienes pueden acceder a visualizar o interactuar con la

plataforma para realizar acciones como compra de productos, comunicación por mensajería, obtener información de sus productos o de la propia marca y cualquier otra información útil.

- **Machine Learning:** método de análisis de datos que automatiza la construcción de modelos analíticos [29]. Es una rama de la inteligencia artificial basada en la idea de que los sistemas pueden aprender a partir de datos, identificar patrones y tomar decisiones con una mínima intervención humana. Con el acceso a cantidades grandes y variadas de datos almacenados en la nube, las empresas pueden recopilar información más rápida y fácilmente
- **Inteligencia artificial:** sistemas o máquinas que imitan la inteligencia humana para realizar tareas y poder mejorar iterativamente a partir de la información recopilada según los datos aportados [30]. Los avances en las redes neuronales han llevado el procesamiento del lenguaje natural a los dispositivos IoT.
- **Big Data:** permite tomar decisiones automáticas a través de los datos obtenidos de los dispositivos conectados en la nube y que son guiadas por personal cualificado con objeto de controlar, dirigir y optimizar los servicios IoT desplegados. Hoy en día, todos los proyectos de IoT utilizan las tecnologías de Big Data como elemento imprescindible para la toma de soluciones en los procesos implicados.
- **BlockChain:** La tecnología Blockchain tiene la función de controlar y resolver los problemas de seguridad en el uso de los datos a través de internet [31]. Cuanto mayor es el número de conexiones de dispositivos IoT, mayor probabilidad de sufrir riesgos y ataques a través de internet. Por ello, la autenticación y la estandarización en cada uno de los elementos dotando de un identificador único a cada dispositivo, permite que solo se efectúe un intercambio de los datos necesarios en función del dispositivo con el que está realizando la comunicación.
- **Realidad aumentada:** La tecnología de realidad describe el conjunto de tecnologías que permiten que un usuario visualice a través de un dispositivo tecnológico elementos del mundo real, introduciendo información de tipo gráfica. Se añade información en el medio virtual a la información física descrito y procesada, de forma que una parte virtual pueda llegar a aparecer en la realidad. De esta manera los elementos físicos tangibles se combinan con elementos virtuales, creando así una realidad aumentada en tiempo real.

La integración de manera conjunta de todas estas ramas tecnológicas permite elaborar nuevos tipos de diseño más innovadores, recopilando información y datos en grandes cantidades para, posteriormente, adoptar las mejores soluciones a las problemáticas surgidas durante los diseños.

Mediante la información a través de internet podemos llevar a cabo los proyectos de realización de vehículos en todo el ciclo de vida del producto, facilitando la comunicación entre operarios y entre todos los procesos.

Cabe destacar la importancia de la realidad virtual y de la realidad aumentada. Utilizando estos métodos de integración de la realidad y lo virtual, es posible realizar previsualizaciones y modelos de ensayo de los productos en sus etapas de prototipado y comprobación final, comprobando que los valores de diseño se ajustan a lo esperado y como se integra el producto del vehículo en la realidad.

1.5.2. Realidad virtual

Uno de las técnicas más innovadoras en cualquier etapa de diseño de un producto, los procesos que conlleven o incluso en estudios de ensayo, pruebas o de seguridad, es la denominada realidad virtual. Poner en práctica esta tecnología e integrarla en los sistemas de desarrollo de las empresas de manera adecuada es objeto de estudio de numerosos campos científicos e informáticos.

La RV (Realidad virtual) consiste en un entorno de desarrollado con ingeniería informática que imita de manera virtual un objeto o situación real, de forma que el usuario que esté experimentando esta tecnología tenga la sensación de estar inmerso en este entorno. Requiere de un dispositivo para que el usuario experimente estas escenas, que generalmente se basa en unas gafas de realidad virtual y cuyas características dependen del nivel tecnológico, tiempo e inversión que la empresa utilice en el desarrollo de estas gafas [32]. Ejemplos de estas gafas varían desde los modelos más rudimentarios que utilizan smartphones como pantalla principal, hasta modelos más sofisticados, los cuales están diseñados para trabajar de manera conjunta con un equipo informático de gran capacidad, tarjetas gráficas de alta potencia y procesadores de última generación, que se acoplan a sistemas como consolas de videojuegos u ordenadores.

A pesar de la reciente tenencia hacia este tipo de tecnología, lo cierto es que ya existían este tipo de dispositivos anteriormente. Uno de los primeros dispositivos de Realidad Virtual fue la denominada Sensorama, una máquina con asiento incorporado que reproducía películas en 3D, expulsaba aromas de diversos tipos y generaba vibraciones para representar escenarios realistas [33]. El invento se remonta hacia la década de los 50, momento en el cual se empieza el desarrollo de softwares específicos, con la posterior evolución hacia técnicas como el diseño de interfaces.

La realidad virtual ha avanzado hacia numerosos campos, de forma que todo tipo de proyectos puedan ser generados, fomentando la originalidad y el aprovechamiento de las ideas más innovadoras. Las aplicaciones en las que más se utiliza recorren desde utilidades en el ocio de las personas, hasta proyectos de tipo médico. A continuación, se muestran algunos de los más importantes.

- **Medicina:** Uno de los ámbitos que ha incorporado las tecnologías de realidad virtual es el de la salud. Es usada en el tratamiento de enfermedades como la depresión o la ansiedad, exponiendo gradualmente al paciente a la situación que le genera pánico, lo que aumentaría la seguridad frente a la fobia; entornos que representen lugares con diferentes obstáculos para personas con discapacidades físicas, facilitando su capacidad para los desplazamientos en la realidad; o incluso se incorpora en técnicas de investigación para dar a conocer la figura de un niño antes de su nacimiento [34]. Como dato relevante, cabe destacar el ejemplo realizado por el Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), consiguiendo disminuir los efectos del Parkinson en varios pacientes al aplicar un tratamiento con RV
- **Defensa:** la mejora de cualquier tecnología siempre ha tenido relación con el ámbito militar y armamentístico. En este caso, se emplea el uso de visores VR para entrenamientos de soldados, dando como ejemplo el uso Vr en el paracaidismo a partir de los productos de la empresa coreana DoDaam. Con esto consigue tener una visión subjetiva del salto y ser capaz de dirigir sus movimientos en el espacio virtual sin poner en riesgo la seguridad del personal. De manera complementaria al punto anterior, el uso de la medicina dentro del campo militar es destaca la importancia de la VR en sensores que permiten identificar problemas médicos en el campo de batalla, como hizo el Ministerio de Defensa británico.
- **Arquitectura:** la simulación de los diseños las edificaciones permiten observar las capacidades y propiedades que requiere este tipo de proyectos antes de sus edificaciones. Además, es motivo de uso en la publicidad y marketing a la hora de vender viviendas, proporcionando una experiencia realista a los clientes [35]. Es un campo con muchas posibilidades de uso, que con la mejora de la tecnología o el uso de dispositivos complementarios como guantes que den sensación de tacto al interactuar con los objetos de la VR, puede llegar a tener grandes aplicaciones futuras.

Las posibilidades de la VR son muy grandes, ya que permiten recrear casi cualquier situación. Aunque se han mencionado algunas de las más importantes, existen otras relacionadas con la cultura, arte

ola gastronomía. También se pueden mejorar las habilidades de comunicación, implementándolas en videojuegos como entretenimiento o en informativos periodísticos; o incluso en otro tipo de sectores, tales como la educación, viajes o el turismo.



Figura 1. 7. Aplicación de VR en medios de comunicación y educación [36]

En el campo de la industria, cualquier proceso puede ser representado y se pone en práctica este entorno virtual gracias a los Digital Twins o gemelos digitales, que son representaciones de objetos físicos con los que los operarios de las fábricas pueden practicar y testear en un mundo virtual.

1.5.3. Realidad aumentada

Siguiendo la misma línea tecnológica que la realidad virtual, se puede encontrar la realidad aumentada. Aunque ambos términos presentan similitudes entre ellos, la realidad aumentada no es una representación del mundo real en un entorno virtual, sino que funciona del modo inverso, mostrando elementos virtuales en una visión del mundo real. El concepto de realidad aumentada comenzó a principios de los 90 gracias a Tom Caudell, quien utilizó aplicaciones de experiencia multisensorial para trabajar en los procesos ejecutados en la industria, concretamente en las operaciones de ensamblaje del modelo de avión Boeing 747, utilizando una pantalla para guiar a los trabajadores durante la construcción [37].

La tecnología de realidad aumentada consiste en la integración de contenidos gráficos sobre una vista del mundo real. Para ello, se utilizan dispositivos como pueden ser smartphones, cámaras específicas o visores semejantes a las gafas VR, de tal modo que se proporciona información virtual sobre el mundo real [38]. Esta información puede ser, entre otros, un objeto diseñado por ordenador que

puede reflejar o no la realidad, aunque usualmente se buscan diseños que imiten al objeto real que ya existe o se tiene pensado crear para su funcionamiento en la realidad.

El resultado se muestra mediante pantallas conectadas a los dispositivos visores, aumentando el video que captura la cámara del teléfono [39]. En el caso de utilizarse gafas, la experiencia de realidad aumentada se muestra al usuario delante de sus ojos por medio de una imagen proyectada en la lente de la gafa, generándose un efecto muy similar a un holograma.

Para llevar a cabo una realidad aumentada como método de innovación tecnológico en cualquier ámbito, independientemente de sus características, se requiere de al menos los siguientes dispositivos y componentes [40]:

- Cámara con aplicación de realidad aumentada: captación del mundo real
- Procesador de realidad aumentada: integra elementos virtuales en las imágenes de la cámara
- Software de diseño virtual: genera los elementos virtuales
- Activadores: componentes del mundo físico que sirven de referencia para la situación de elementos virtuales

Debido a la similitud entre los RA (Realidad Aumentada) y RV, las aplicaciones en las que se puede integrar la RA son de carácter parecido, siendo una tecnología que sirve de apoyo en los procesos de diseño, en la industria, medicina y cualquier otro campo, siempre que requiera de una visión espacial de los elementos. En ocasiones, ambas realidades se unen formando la Realidad mixta, aportando los beneficios de ambos y complementándose.

1.5.4. Softwares de diseño en el mercado.

Hoy en día existen muchas herramientas que facilitan el desarrollo de un producto, desde sus etapas de diseño hasta la entrega del producto al consumidor final. Utilizando este tipo de herramientas informáticas de tipo software se consigue una precisión en los resultados finales muy alta, de forma que cumpla con los requisitos prefijados por la legislación, seguridad, concepto y gustos del cliente, aportando soluciones que pueden ser modificadas durante el proceso de elaboración del diseño de producto con cálculos muy fiables sobre resistencias mecánicas, diseño estructural, valores económicos o temas logísticos.

Para ello se hace uso de numerosos tipos de softwares que están dedicados a una parte en particular del ciclo de producto [41].

- **Softwares de cómputo numérico**

Este tipo de software está orientado a la resolución matemática por aplicación de teoremas y principios físicos. El método de cómputo es diferente según el programa, pudiendo utilizar matrices como medio de cálculo o programas informáticos de almacenamiento de datos en variables. Son de gran utilidad en referencia al preprocesamiento de dato, análisis de los mismos y el diseño de características físicas y técnicas que debe lograr un producto. Ejemplos de estos son Wolfram Mathematica, MATLAB y programas basados en lenguaje Python.

- **Softwares de tipo CAD.**

Los programas CAD (Computer aided design) o diseño asistido por computadora, facilitan la creación, modificación y optimización de diseños en entornos 2D y 3D con herramientas de dibujo y modelado. Estos objetos resultados de la composición de elementos gráficos conforman figuras para ser exportados en diferentes formatos: figuras para su posterior mecanizado o fabricación aditiva, renderizados para aplicaciones informáticas, simulaciones o videojuegos. Algunos programas se componen de módulos que integran capacidades de simulación en movimientos, tanto 2D como 3D, análisis de elementos finitos y programación de variables para la adaptación automática de magnitudes frente a las condiciones especificadas. Programas de este tipo son CATIA, SolidWorks y Autocad para diseños de productos. Existen otros de ramas específicas como CHEMCad, especializado en industria química y medioambiental, o ramas electrónicas como Proteus y OrCad

- **Softwares de tipo CAE, FEA, CFD.**

Estas siglas indican ingeniería asistida por ordenador (CAE), análisis de elementos finitos (FEA) y cómputo de fluidos dinámicos (CFD). Son softwares más específicos de cada rama de conocimiento. Como hemos podido ver, hay programas que pueden ser de más de un tipo. Es el caso de CATIA, perteneciente a programas de tipo CAD, CAE Y FEA, debido a su gran número de módulos. Moldflow y Procast son ejemplos de CAE. Analiza los esfuerzos y cambios de

propiedades en procesos de fabricación como la inyección de plásticos o procesos de fundición. Simulia es un conjunto de programas que permiten la integración y optimización de procesos de tipo diseño 3D, tratamiento de esfuerzos, sistemas de fabricación y organización de procesos accesible con datos desde la nube. Es un programa muy completo para desarrollos de inicio a fin de un proyecto con posibilidad de accesibilidad remota. XFlow es un programa CFD basado en cálculo de modelado mecánico tipo Lattice Boltzmann, un algoritmo diseñado para compañías que requieren precisión en la simulación de flujos, aerodinámica de transición, manejo de aguas e interacción de fluidos. Mejora su eficiencia en consumo de recursos de pc al reducir los mallados de modelos.

- **Softwares de tipo logístico.**

Una vez se dispone del diseño de un producto, este pasa por numerosas etapas hasta alcanzar su acabado final. SIMIO es un ejemplo de programa logístico que modeliza un sistema, simula las actuaciones frente a condiciones indicadas y visualiza los resultados mediante animaciones 3D con archivos numéricos del tipo requerido. Mediante bibliotecas de bloques programables con capacidad de autoaprendizaje por estándares compartidos y heredables de otros objetos y su utilización en eventos discretos, se consigue imitar los flujos de procesos en sistemas industriales, logísticos y de servicios. Este programa ha invertido mucho desarrollo en conseguir gemelos digitales de rendimiento, con gran capacidad a la conexión de múltiples fuentes de datos en tiempo real.

- **Softwares en torno a la realidad aumentada.**

La visualización y la capacidad de interiorizar a un usuario dentro de un entorno mejora las capacidades de aprendizaje de los operarios. Con ello podemos recrear el área de trabajo, su distribución e incluso las actuaciones sobre procesos industriales desde el entorno creado, con el fin de poder realizar simulaciones de forma remota. Además, estas actuaciones no sirven únicamente para simulaciones, sino que pueden servir de actuaciones reales, pudiendo un ingeniero actuar sobre un elemento concreto gracias a la realidad aumentada. ITCL es un centro tecnológico de innovación con un área de I+D específica destinada a simulación y realidad virtual para sobrepasar las barreras en la conducción y control de tráfico. Los motores

gráficos como Unity están a la cabeza de la VR, además de programas industriales como TAYLOR ED, con un paquete de simuladores y recursos relacionados entre ellos para crear sistemas dinámicos en realidad aumentada.

2. Desarrollo del trabajo

2.1. Sistemas de una motocicleta Pit Bike

Una Pit Bike es un modelo de motocicleta utilizado principalmente en competiciones de estilo infantil. Su composición es semejante a la de una motocicleta de motocross y su principal diferencia es el tamaño, siendo las pit bike mucho más pequeñas, de forma que se adapten a la altura de los pilotos infantiles y a las necesidades que sean requeridas durante la competición, como la capacidad de giro, velocidad, potencia o posibles acrobacias.

A pesar de los antecedentes a estas motocicletas y las semejanzas que poseen con respecto a otros modelos en el mercado, las pit bike no llevan demasiado tiempo en uso, lo que hace que los modelos empleados no hayan variado demasiado y que existan escasos fabricantes actualmente. Por este motivo, es difícil encontrar este tipo de motocicleta con un sistema de propulsión eléctrico, siendo en su mayoría de combustión y surgiendo solamente pequeñas motocicletas caseras eléctricas realizadas por particulares, cuyos diseños no pueden salir a la venta ni ponerse en práctica en competiciones reales debido a la normativa requerida para cumplir con las especificaciones de seguridad y de competición.

Es por ello que se va a realizar un diseño de motocicleta Pit Bike a partir de los estudios realizados en las observaciones de este modelo e integrando los sistemas eléctricos que se necesiten para llegar a obtener un sistema de propulsión más limpio. Se puede dividir la motocicleta en diferentes partes según su funcionalidad y posición:

- **Chasis:** estructura principal de la motocicleta que sirve de sujeción del resto de elementos presentes en el diseño y que debe soportar el peso del conductor. Sus puntos de apoyo determinan la unión con los componentes de giro delantero y el sistema de suspensión trasero.
- **Sistemas de suspensión:** conjunto de elementos que dotan al vehículo de capacidad de amortiguación, permitiendo solventar obstáculos e irregularidades de manera más fácil y aportando comodidad al conductor durante ellos. La motocicleta dispone de dos sistemas de suspensión, delantero y trasero.

- **Sistema de freno:** permite detener o reducir la velocidad del vehículo de manera más progresiva o con mayor rapidez, atendiendo a las necesidades durante su manejo. El sistema debe tener los componentes adecuados para garantizar la seguridad del conductor y pueden observarse distintos modos de freno como el delantero, el trasero o el freno motor.
- **Sistema motor:** genera la fuerza requerida para el desplazamiento de la motocicleta en las diferentes velocidades permitidas según el diseño. La potencia generada para el trabajo de un motor eléctrico proviene de elementos como paneles solares, baterías o cualquier otro sistema de generación de energía eléctrica que pueda ser incorporado y adaptado a las condiciones de trabajo del resto de elementos eléctricos.
- **Carrocería:** parte exterior cuyo fin principal es dar mayor estética y apariencia al vehículo. Los materiales que constituyen la carrocería son de menor resistencia con el fin de que se puedan garantizar la seguridad de los pasajeros ante choques y otros accidentes.

Durante los siguientes puntos del presente trabajo se procederá a diseñar estos sistemas de manera más precisa, así como todos los elementos de los que se forma cada uno de ellos.

2.2. Chasis

2.2.1. Propiedades

La primera pieza que se va a diseñar para la consecución exitosa de este proyecto es el chasis. El chasis o bastidor es el elemento estructural que forma el cuerpo de una motocicleta. Su función principal es la unión y conexión de la mayor parte de los elementos que integran el esqueleto de vehículo, destacando en especial, la unión entre dos ejes, el eje de la horquilla encargada de la dirección y orientación del vehículo, al eje basculante trasero. La unión de estos dos ejes es primordial a la hora de permitir una transmisión de las fuerzas entre las dos partes de la motocicleta, siendo

estas fuerzas originadas por los distintos sistemas de conducción, tales como propulsión, frenada, amortiguación o rozamiento con el terreno.

Una característica a tener en cuenta es el peso que tiene. La ligereza es una cualidad indispensable para conseguir la velocidad óptima de una motocicleta, permitir una aceleración rápida y aumentar la manejabilidad del conjunto total. Si el peso es demasiado alto, el vehículo irá lento, pero tendrá mayor estabilidad. Si por el contrario fuese demasiado ligero, se provocaría que el vehículo incrementase su aceleración a costa de ser muy inestable y afectar a la seguridad del conductor. Es por ello que se debe buscar un punto intermedio óptimo entre estos dos estados para obtener el mayor rendimiento posible sin poner en peligro al conductor encargado de manejarla. La ligereza viene marcada por el tipo de material empleado y por la finalidad de la motocicleta [42]. En este caso se trata de una motocicleta utilizada en acrobacias y carreras, por lo que se buscará su reducción del peso total.

La segunda propiedad a analizar es la rigidez de la estructura, que puede variar dependiendo de la geometría y de los materiales escogidos. Se debe conseguir un producto final que integre rigidez y flexibilidad en las proporciones adecuadas. Una estructura con un nivel de rigidez alto no será capaz de deformarse y absorber todas las fuerzas que actúan sobre la motocicleta, mientras que uno demasiado flexible, no soportará correctamente las continuas frenadas, aceleraciones ni las torsiones que sucedan al pasar por las diferentes trazadas y curvas del circuito.

El equilibrio de estas dos características analizadas es indispensable para que el conductor pueda percibir el estado de la moto y las fuerzas que afecten al vehículo, permitiéndole actuar rápidamente y con precisión, factor importante en la actuación acrobática o con cuervas variables y bruscas.

2.2.2. Tipos de chasis

Una vez se ha estudiado las propiedades que debe tener este bastidor, ha de escogerse el tipo de estructura que tendrá. Existen diferentes modelos de chasis según su función y disposición.

- **Chasis simple de cuna cerrado**

El chasis de simple cuna cerrado es aquel que cuenta con perfiles en un solo plano vertical que parten desde el cabezal de dirección hasta la región del eje del basculante. Un tubo parte

desde la columna de dirección, y pasando por debajo de la zona del motor, de tal manera que se asemeja a una cuna que recoge al motor. La estructura está compuesta por tubos con unión de soldadura y aloja al motor en su interior. El perfil en la parte inferior del chasis es continuo desde el cabezal de dirección hasta la zona del basculante [43]. Este modelo es usado para motocicletas cuya finalidad no fuese la competición y cuyas prestaciones fuesen muy bajas. Es el modelo más usado antiguamente, pero hoy en día, este tipo de chasis ha desaparecido en favor de otros modelos con características mejores.



Figura 2. 1. Chasis simple de cuna cerrado [44]

- **Chasis simple de cuna abierto o interrumpido**

Es una variante del chasis de simple de cuna cerrado. La diferencia principal consiste en la disposición del perfil inferior, el cual es interrumpido por el motor localizado en la parte inferior, cerrándose el perfil por el propio motor. Este motor debe estar diseñado con materiales de alta resistencia y poder así soportar las fuerzas a las que se vea sometido como cualquier otra parte del chasis. Este tipo presenta precios muy económicos y son habituales para potencias de valores comprendidas entre 125cc y 250 cc de las motocicletas trail.



Figura 2. 2. Chasis simple de cuna abierto [44]

- **Chasis simple de cuna desdoblado**

Modelo derivado del chasis de simple cuna en el que su cabezal no está formado por un único tubo, sino que dispone de una desdoble en otros dos tubos en la parte delantera o inferior hasta el eje del basculante trasero. Es un tipo de chasis empleado en motocicletas Trail o en el campo.



Figura 2. 3. Chasis simple de cuna desdoblado [44]

- **Chasis doble cuna**

Su disposición varía del modelo de simple cuna al formarse de dos tubos que sujetan al motor por los laterales en su parte inferior de la zona del cárter, llegando al anclaje del basculante de manera separada. Presenta mayor rigidez al formar un conjunto más sólido. En muchos casos la cuna o parte inferior del chasis va atornillada para facilitar su desmontaje a la hora de introducir el motor. Su uso se generaliza en motocicletas de gran potencia y velocidad, como la motocicleta custom



Figura 2. 4. Chasis de doble cuna [44]

- **Chasis de doble viga perimetral**

Modelo más utilizado para motocicletas de tipo deportivas, con una estructura formada por dos vigas con sección grande situadas a los laterales del motor. Se inician en el cabezal de dirección y finalizan en el eje basculante. Al contrario que el modelo anterior, no sujetan al motor por sus laterales, sino que lo abrazan por la parte superior [45]. En concreto, este tipo de chasis se debe realizar por técnica de fundición, de manera que se puedan soportar los esfuerzos que ocurren mayormente en el cabezal de dirección y la zona del anclaje del basculante

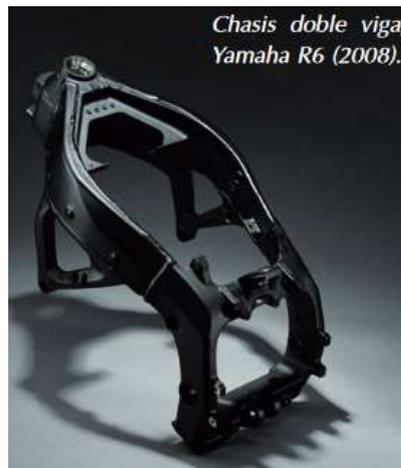


Figura 2. 5. Chasis de doble viga perimetral [44]

- **Chasis multitubular**

Este chasis está formado por la unión de dos vigas a cada lado del motor y que se encargan de unir el cabezal de dirección con la zona del eje del basculante trasero.



Figura 2. 6. Chasis multitubular [44]

Están compuestas por tubos rectos y cortos, con secciones circulares para aumentar la rigidez de la estructura. Su diseño se realiza para resistir los esfuerzos de tracción y compresión de manera óptima, pudiendo llegar a incorporar al motor como elemento estructural del chasis [44]. Este tipo de chasis es muy característico de las motos Ducati.

- **Chasis de doble viga perimetral cerrado**

Dispone de dos vigas que abrazan al motor en su zona superior junto a otros dos tubos que parten desde el cabezal de dirección hacia la zona inferior del motor. La sección es inferior a los modelos de doble viga y se fabrica por métodos de fundición, extrusión y laminado de metal según cada punto de apoyo y esfuerzo a resistir. Este tipo de chasis es muy utilizado en antiguas motocicletas deportivas.



Figura 2. 7. Chasis de doble viga perimetral cerrado [44]

Además de estos tipos de chasis, existen otros más complejos que suelen ser diseñados por marcas específicas o modelos muy concretos. Así pues, el modelo Yamaha GTS está formado por un chasis de tipo omega, el cual tiene una estructura tubular entramada con la forma de la letra omega y que facilita el giro de la moto [42]. Otro ejemplo de chasis es el utilizado por las motocicletas Vespa, que integra la carrocería y el chasis en un único monocasco.

2.2.3. Diseño en 3D. Chasis.

Tras los estudios realizados en torno a las propiedades y disposiciones de los elementos del chasis, se procede al diseño en formato 3D del chasis mediante el software SolidWorks. El modelo de partida

del chasis en de tipo cuna doble. En este caso no se busca acomodar el motor, sino que se busca realizar una cabina para situar la batería y elementos de control de los que se compondrá en sistema eléctrico, eliminando el motor en esta cabina ya que irá colocado en el interior de la rueda trasera.

El primer paso es realizar un boceto inicial que sirva de base antes de realizar el diseño y colocar las medidas definitivas. Como todo boceto, ha ido presentando numerosas modificaciones. Al principio se optó por utilizar una estructura de doble tubo en la que alojar la batería. Esta tendría en su parte inferior una plancha que ayudase a soportar su peso. Otra de las ideas propuestas en este diseño fue la incorporación de enganches en la tubería principal. El diseño contemplaba un subensamblaje largo con tuberías cruzadas por el medio para reforzar la estructura. La unión con la parte superior de la carrocería se realizaría con dos tubos inclinados soldados a la estructura principal y la conexión con la rueda trasera incluiría dos tubos a cada lateral de la parte inferior del tubo, que finalizarían en un punto en común para el encaje de los ejes de las ruedas.

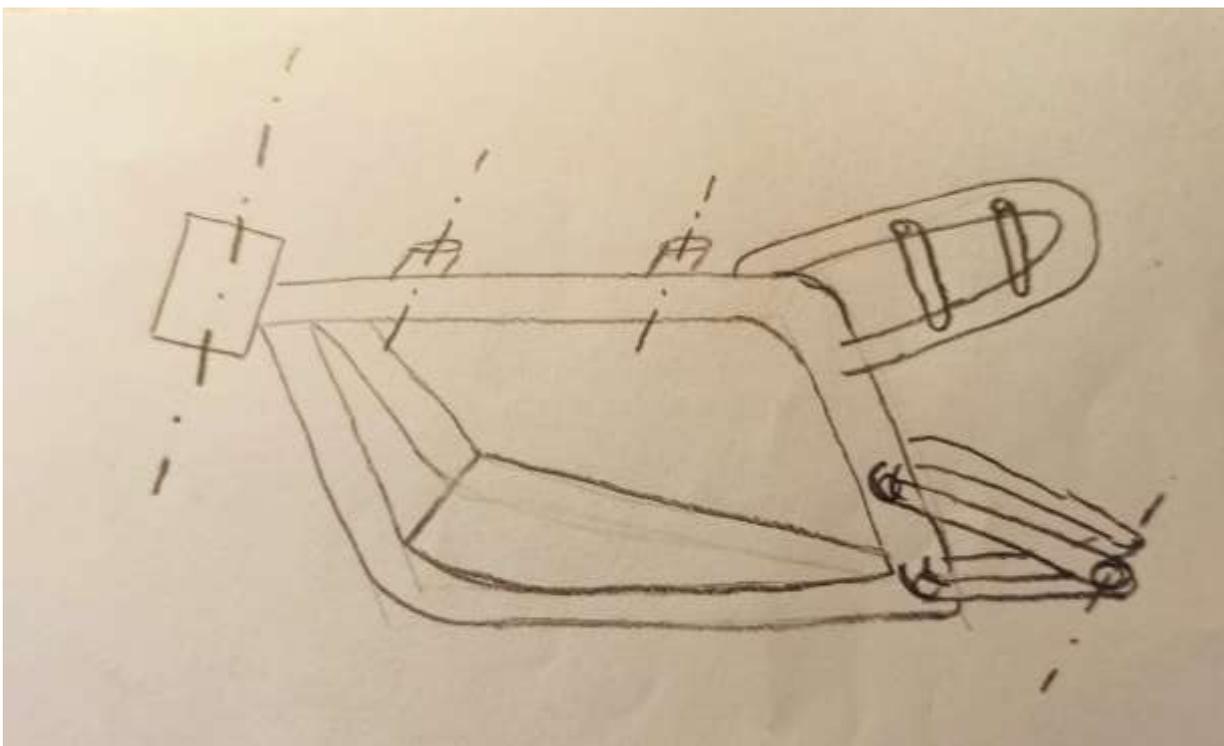


Figura 2. 8. Boceto Chasis y subchasis

Respecto a este prediseño, finalmente se eliminó la idea. Esto se debió a varios factores. La sujeción de la batería sería muy inestable debido al peso que tendría la batería y a la inclinación de las barras y curvatura de los tubos. Del mismo modo, la utilización de enganches fundidos podría resultar insuficiente. El resto de las partes se han modificado para dar mayor refuerzo y adaptarse a las

necesidades de la motocicleta, con ayuda y modificaciones puntuales gracias a softwares informáticos de tipo CAD.

En el diseño final, la estructura base dispone de un tubo principal que parte del cabezal hasta el basculante trasero. La idea del prediseño se mantuvo en este tubo, aunque cambiando la forma a lo largo de él. Este tubo es cada vez más plano con el fin de facilitar el acoplamiento con piezas del eje trasera a partir de una pieza en la parte inferior. Otras de las modificaciones realizadas han sido la estructura encarada de soportar la batería. Una estructura más cuadrada y recta permite aprovechar el espacio de la motocicleta de una manera más óptima. El espacio de las motocicletas Pit Bike es reducido, por lo que dar una buena forma a esta estructura base es indispensable si se quiere introducir una batería amplia que aporte de suficiente autonomía al vehículo.

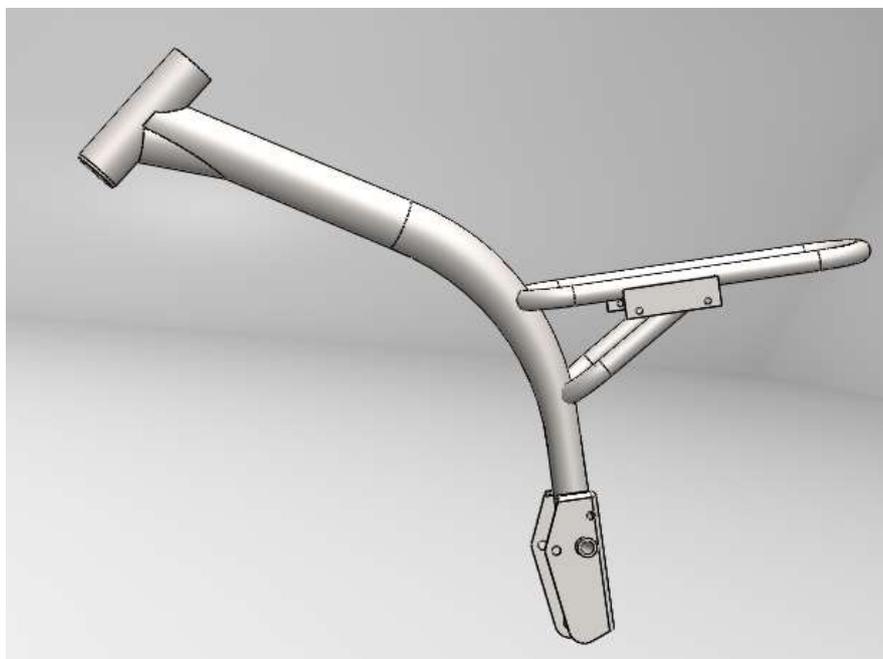


Figura 2. 9. Modelo CAD Chasis

La estructura de doble tubo que sujetará los dispositivos eléctricos ha sido realizada con tubos planos. Esto se debe a que la cara plana permite un mejor agarre mediante posteriores atornillados para las cajas de las baterías e inversores. Dispone de una rejilla para aguantar el peso de los componentes a la vez que aporta ligereza al conjunto de la estructura del chasis. Esta estructura de doble tubo presenta la peculiaridad de que no parte directamente desde el tubo central, sino que se sujeta gracias a dos piezas salientes en la parte delantera y a dos placas soldadas al tubo principal en la parte trasera.

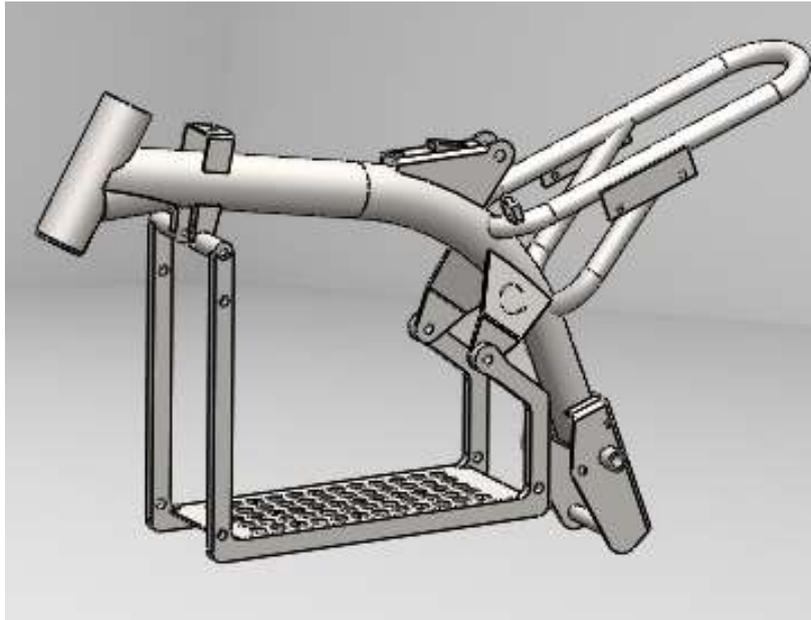


Figura 2. 10. Modelo CAD Chasis y subchasis

Todas las piezas tubulares y auxiliares del chasis son huecas para cumplir con dos finalidades. Por un lado, se reduce el peso de la motocicleta, mientras que, en términos de conexionado, la estructura hueca permite meter los cables eléctricos por el interior de las piezas y conseguir así que los cables estén más protegidos ante cualquier rozamiento. En la anterior figura se observa el cilindro hueco de una de las piezas de sujeción de la estructura de doble tubo plano. Por este agujero, saldrá el cable proveniente del acelerador del manillar y que llegará a todo el sistema de control, el cual se localizará en base.

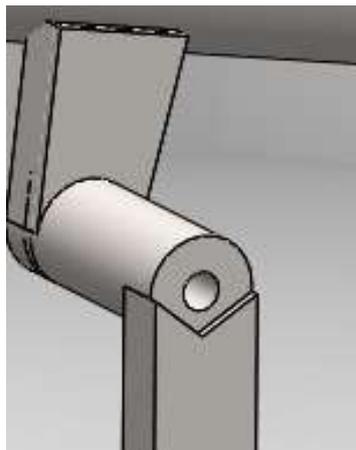


Figura 2. 11. Detalle pasador de cables

Además de la unión con las piezas eléctricas, el chasis debe sostener la parte del asiento del conductor. Estas piezas deben ser lo suficientemente resistentes para soportar el peso de un niño,

por lo que se compondrá de un subchasis tubular y dos piezas auxiliares. El subchasis se coloca en la parte trasera y presenta uniones de fundición entre el tubo principal y el tubo del subchasis. Para garantizar que el peso que sostenga esta pieza no doble la estructura, se colocan dos tubos que unen el punto medio del subchasis con el punto medio de la parte trasera del tubo principal. Las dos piezas auxiliares permiten el atornillado de la pieza del asiento, para lo cual deben estar alineadas en un mismo plano al utilizados por las uniones respectivas al asiento diseñado, el cual estará encajado al subchasis anteriormente descrito. Si observamos el prediseño realizado en el boceto, se puede observar que los tubos de ensamblaje de la parte superior se han sustituido por piezas planas de chapa, que tienen menor peso y son resistentes en su unión al tubo principal si se utiliza unión por soldadura, aportando también mayor profesionalidad en la estética del diseño final del chasis. También fue modificada la longitud del subchasis, reduciéndose en favor de una mayor estabilidad y dejando recaer la mayor parte del peso sobre las piezas auxiliares.

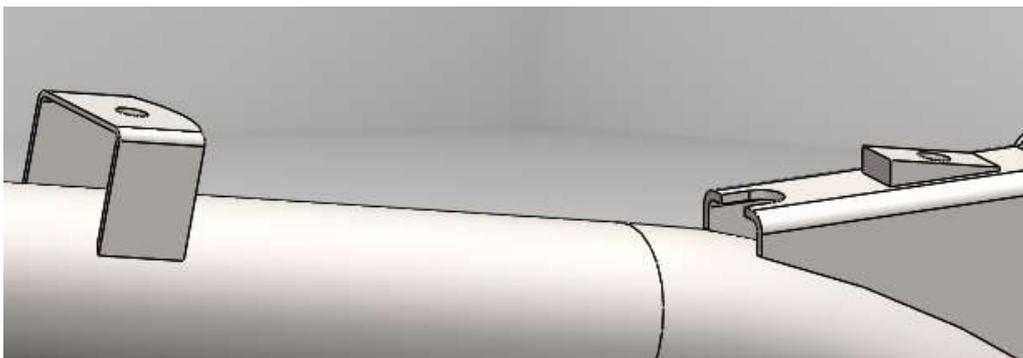


Figura 2. 12. Detalle soportes de unión chasis - asiento

Como piezas auxiliares, se incorporan pequeñas piezas que sirvan de agarre para las distintas partes de la carrocería, con agujeros situados en las posiciones correctas para la unión a través de tornillos y tuercas. En un principio, se pensó en llevar el conexionado de cables por la parte exterior, por lo que se diseñaron pequeñas piezas cuadradas huecas unidas por fundición a la parte inicial del subchasis. Estas piezas no resultan efectivas debido al paso del cableado a través de los tubos como se ha descrito anteriormente. Sin embargo, se ha optado por dejar estas piezas en el diseño final con el objetivo de facilitar modificaciones en proyectos futuros y de esta manera obtener una estructura con una funcionalidad más flexible.

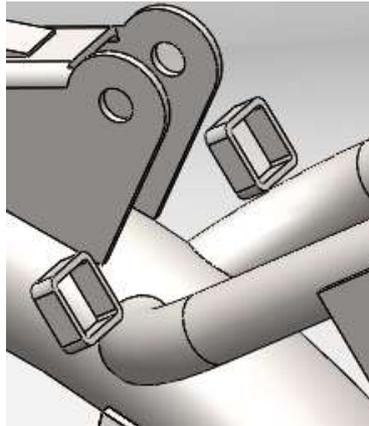


Figura 2. 13. Soportes auxiliares para la carrocería

Dentro de esta estructura, se debe prestar atención al cabezal de dirección. Los rozamientos debidos al giro, los esfuerzos de torsión y la necesitan de soportar y transmitir la fuerza a los la parte delantera de la moto, provoca que esté sometido a intensos esfuerzos, por lo que se realizará un diseño con un espesor de tubo mayor y una unión con el tubo principal gracias a un ensanche de este.

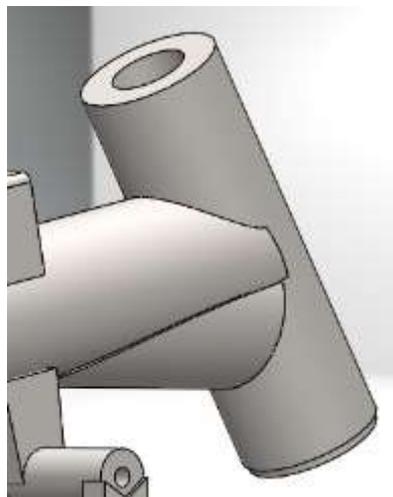


Figura 2. 14. Cabezal de dirección

Por último, la parte inferior del chasis incorpora una pieza con dos espacios específicos para la colocación de ejes. El agujero de la parte superior es simétrico en ambos lados de la pieza. Sirve como pasante para los ejes que unen la estructura del chasis con las barras de soporte de las

ruedas. Por el lateral izquierdo en su parte inferior, dispone de otro eje. En este caso, su función es mantener la posición del pedal de freno.

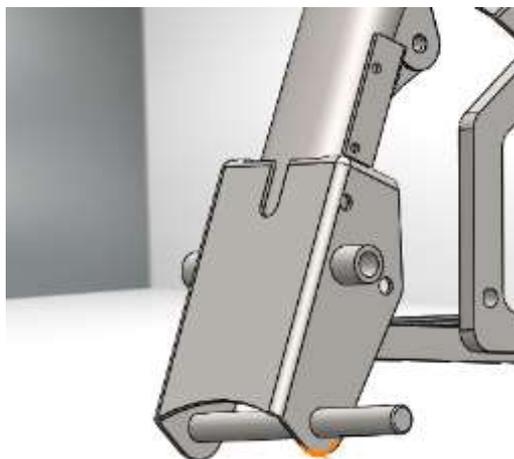


Figura 2. 15. Eje para pedal de freno

Las posiciones de todos los elementos servirán de base para la orientación del resto de los ensamblajes de la motocicleta, por lo que es importante tener un prediseño preciso para que las piezas encajen adecuadamente. Además, con el objetivo de evitar colapso entre piezas, se realizan espacios y oquedades que permitan desplazamientos. Es el caso de la pieza inferior, la cual presenta una curvatura a su vez en la parte de abajo para permitir el movimiento de los ejes traseros ante el movimiento de suspensión trasera.

2.3. Sistema de suspensión

2.3.1. Sistema de suspensión. Propiedades.

El sistema de suspensión es la parte de una motocicleta que se encarga de absorber cualquier tipo de irregularidad o de adaptarse a las curvas presentes en el terreno con el objetivo de lograr la comodidad de los pasajeros, a la vez que aporta sensaciones al conductor sobre el control de la moto que se tiene en ese momento.

Este modo de amortiguación es llamado así debido a que se encargan de mantener constante la estabilidad de la motocicleta, manteniendo el chasis suspendido sobre las dos ruedas, delantera y

trasera, de modo que dan lugar a dos sistemas de suspensión respectivos a esas dos ruedas, el delantero y el trasero.

Su principal función es absorber y filtrar todas las irregularidades del terreno para que no se trasladen las fuerzas debidas a estas hacia el resto de sistemas de la moto, consiguiendo de esta manera que las ruedas de la motocicleta se mantengan adheridas a la superficie de la carretera, al mismo tiempo que el chasis permanece estable gracias a la acción de elementos como los muelles [46]. Estas partes denominadas masa no suspendida y masa suspendida, respectivamente, utilizan las fuerzas de compresión de los muelles para absorber la energía de los impactos del terreno devolviendo la fuerza ante los ceses de la potencia de los impactos.

Aunque las suspensiones delantera y trasera presentan morfologías y conjuntos diferentes, sí que existen algunos elementos comunes que pueden observarse en ambas. Son elementos indispensables para conseguir cumplir los objetivos de cualquier sistema de suspensión en condiciones de seguridad [47]. Las suspensiones vienen conformadas por los siguientes componentes:

- **Horquilla:** parte de la motocicleta que conecta la rueda delantera con el manubrio y el chasis de la misma, típicamente mediante un par de abrazaderas triples. Normalmente tiene incorporada la suspensión y el freno delantero, y permite que el eje vertical de la rueda delantera gire para cambiar la dirección de la motocicleta en las curvas.
- **Amortiguadores:** parte del sistema de suspensión que recibe las diferentes fuerzas aplicadas sobre la moto y las reduce hacia un momento más estable.
- **Llantas:** elemento interior de la rueda que sirve de apoyo para los neumáticos. La resistencia de estos está directamente relacionada en la transmisión de las fuerzas a través de los sistemas delanteros y traseros.

Además del muelle, es necesario un freno hidráulico, el cual evita que el muelle esté continuamente comprimiéndose y estirándose, reduciendo su fuerza gracias a la conversión de energía elástica a pérdidas de calor. Las condiciones de regulación de la frecuencia de oscilación de los muelles están condicionadas por el tipo de pasos de aceite a través de válvulas de aguja de tipo cónico. Si los niveles de compresión y extensión de los muelles son muy amplios, el aceite circula con mayor facilidad, considerándose estas como suspensiones blandas. De modo contrario, las suspensiones duras presentan menor rango de oscilación en la posición del muelle y son más lentas en adaptarse a la

posición estable. Este doble paso calibrado está emparejado con un sistema de láminas a través de las que el aceite pasa de forma unidireccional. Las láminas son válvulas de forma circular, hechas y montadas de forma que sean un obstáculo siempre más rígido al aumentar el caudal del aceite, y pueden presentar tres diseños según la dureza y velocidad de trabajo: lineal regresiva o progresiva.

De forma paralela a las láminas de paso, se requiere de una aguja para el paso de aceite. Esta aguja consiste en un sólido terminado en punta cónica que favorece en mayor o menor medida el paso del aceite cuando se actúa sobre el registro de amplitud del muelle. Una aguja fina tiene una punta cónica más larga. Por el contrario, una aguja más gruesa tendrá el extremo más corto.

Todo este conjunto de elementos nombrados, incluyendo muelles, láminas, freno hidráulico o sistema de regulación de aceite, se considera el reglaje de una motocicleta. Tener una buena puesta a punto es la única forma de conducir con seguridad y de permitir a la moto comportarse de la mejor forma.

Es necesario indicar que existen más elementos que componen los sistemas de suspensión y que no son comunes en ambos tipos, por lo que se van a ir detallando en profundidad en los apartados siguientes.

2.3.2. Sistema de suspensión. Parámetros.

Las fuerzas que intervienen en los sistemas de suspensión son complejas y cualquier diseño de motocicleta debe estar bien analizado para conseguir un correcto funcionamiento. Los movimientos relacionados con la suspensión dependen de tres parámetros principalmente: precarga, extensión y compresión [48].

- **Precarga**

Como ya se ha indicado, las suspensiones de las motocicletas disponen de muelles localizados en ambos tipos, pudiendo colocarse en el interior o exterior de las horquillas, permitiendo acercar el peso del cuerpo total de la motocicleta sobre las ruedas. Teniendo en cuenta esto, definimos la precarga como la fuerza de la presión sometida sobre el muelle, independientemente del sistema de amortiguación. La carga sobre el muelle determina la

altura de trabajo de la suspensión, de forma que se puede incrementar o reducir la amplitud de apertura del muelle y, por tanto, su recorrido de compresión y estiramiento. Una horquilla con una precarga demasiado blanda provocará que la motocicleta baje su altura en exceso al frenar, mismo efecto que ocurriría sobre el sistema delantero en condiciones de aceleración excesiva. Por el lado contrario, si esa precarga es demasiado dura, el muelle tendrá poco margen de movimiento y se verá afectada su capacidad de absorción, empeorando la comodidad del usuario y provocando inestabilidad al no poder adaptarse al terreno de forma óptima. Las horquillas que permiten la regulación de su precarga suelen ofrecer esta posibilidad en la parte superior de ellas, mientras que los amortiguadores traseros suelen disponer de dos mecanismos, bien de tipo tuerca-contratuerca o utilizando un sistema de pomo remoto.

- **Extensión**

Definimos la extensión dentro del ámbito de la amortiguación como la velocidad de recuperación a la que una horquilla o un amortiguador trasero vuelve a su posición original tras haberse visto sometido a una fuerza de compresión. Como ya se ha explicado, para aumentar el control sobre la fuerza que sufre el sistema, se utiliza un amortiguador con freno hidráulico y un sistema de control de paso de aceite, el cual suaviza o ralentiza la velocidad de extensión.

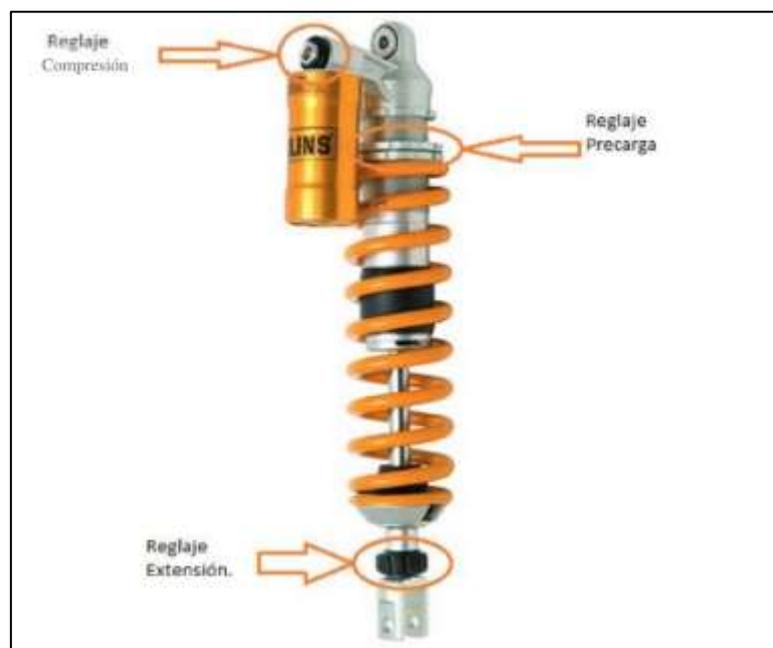


Figura 2. 16. Cargas sobre el amortiguador [48].

- **Compresión.**

El efecto de la compresión es similar a la fuerza de extensión, pero en sentido inverso, controlando la velocidad a la que se comprime el muelle de la horquilla o del amortiguador trasero. El cuerpo, en este caso, el muelle, se acorta al someterse a las fuerzas debidos a impactos e irregularidades del terreno. Se analizan las dos condiciones extremas de esfuerzos aplicados. Una compresión muy cerrada reduce la calidad con la que las suspensiones suavizan las cargas, reaccionando de manera brusca mientras que una abertura muy amplia devuelve inestabilidad al conjunto del sistema, con sus respectivas oscilaciones, especialmente si el vehículo se encuentra en movimiento.

El trabajo conjunto de estos tres parámetros es difícil de compenetrar y de ello depende el nivel de calidad o el coste económico que suponen la adquisición de los sistemas de suspensión. Actualmente, gracias al avance tecnológico, existen soluciones electrónicas que miden los valores de estos parámetros y se programan para lograr un funcionamiento en las mejores condiciones posibles.

2.3.3. Suspensión delantera.

La suspensión delantera es importante a la hora de transferir las fuerzas a las que se somete el tren delantero de la motocicleta al conductor, por lo que se requiere una alta calidad y precisión para que el usuario pueda reaccionar de manera rápida ante cualquier estímulo, fuerza o imprevisto. En motocicletas de tipo deportivo, como la Pit Bike, diseño de este proyecto, requieren suspensiones duras y cortas.

El sistema de suspensión delantero se basa en la utilización de una horquilla que mantiene sujeto todo el sistema de amortiguación al chasis. Se denomina horquilla a la pieza móvil de las motocicletas, con forma de horca y habitualmente dotada de amortiguación y freno delanteros, cuya función, además de sujetar la rueda delantera es la de dirigir el vehículo a través del manillar. Para escoger el mejor modelo de suspensión delantera en la motocicleta deportiva, se detallarán los principales tipos de horquillas existentes a día de hoy.

- Horquilla con columna de dirección
 - Horquilla telescópica convencional
 - Horquilla telescópica invertida

- Horquilla Girder
- Horquilla Saxon-Motodd (Telelever)[49].
- Suspensiones por rueda empujada
- Suspensiones por rueda tirada
- Horquilla sin columna de dirección
 - Hub centre
 - Doble brazo articulado
 - McPherson
 - Duolever de BMW

Las horquillas de dirección presentan la característica de poder montarse y girar sobre el eje de dirección del chasis de la motocicleta. Los esfuerzos más representantes en este tipo de horquillas se basan en la rigidez lateral y esfuerzos de montaje. La rigidez lateral determina el grado de flexión que puede ocasionarse en las barras de la horquilla, de forma que la rueda quede inclinada respecto al suelo. El punto de mayor esfuerzo es el provocado en el brazo que une la pipa de dirección con el eje de la rueda, brazo que solamente existe en estas horquillas con columna de dirección debido a su forma de montaje.

- **Horquilla telescópica**

Es el sistema más utilizado en la actualidad. Está formada por dos tubos sostenidos en la parte superior.



Figura 2. 17. Comparativa entre horquilla convencional e invertida [50]

Estos tubos se insertan a su vez en otros dos más grandes dándole una forma semejante a un telescopio, lo cual explica la denominación de esta horquilla. Dentro de estos tubos se encuentra un fluido hidráulico y una serie de válvulas que regulan el flujo de aceite controlando así la amortiguación de la motocicleta. Para determinar el nivel de amortiguación, se utilizan líquidos de distintas viscosidades, siendo bajas para movimientos ligeros y altas para desplazamientos más estables. La suspensión telescópica logra que en todo momento haya una altura fija entre el chasis y el asfalto sin importar el peso del usuario, lo cual hace que su uso destaque en situaciones de diseños generales para todo tipo de conductores. Existen dos tipos.

- Convencionales: ancladas a la columna de dirección y al eje de las ruedas.
- Invertidas: el anclaje se distribuye entre las partes inferior y superior. Tienen un mayor nivel de rigidez en las barras, reduciendo la flexión lateral de estas.

- **Horquilla Girder**

Sistema de suspensión más antiguo. Está formado por un par de tubos verticales, que constituyen la parte móvil, unidos cada uno de ellos por otros dos tubos que los conectan a un resorte triple superior. Se distingue de la horquilla convencional por el nivel de firmeza en la unión de la rueda con el cuerpo móvil.

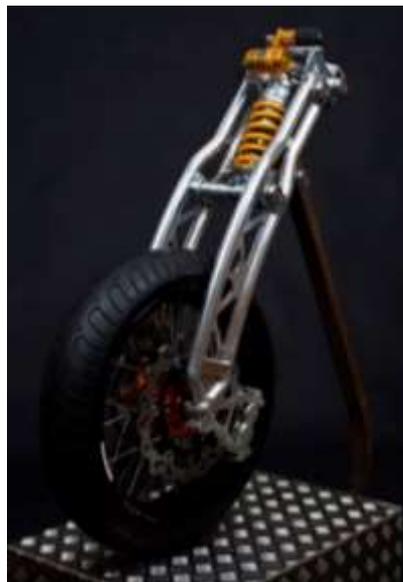


Figura 2. 18. Horquilla Girder [51]

El nivel de resistencia en estos modelos es alto gracias a la utilización de hojas de aleación forjadas. Este modelo fue muy utilizado en el modelo de motocicleta Vincent con el sistema de suspensión Girdraulics desarrollado por la propia empresa.

- **Horquilla Saxon-Motodd**

Sistema de horquilla similar a la convencional desarrollado por Telever en el uso de motocicletas BMW Mtorrad. La horquilla se compone de dos columnas con tubos deslizantes y fijos para alinear la rueda. Se trata de un diseño que posee la máxima cobertura posible, por lo que garantiza un gran nivel de estabilidad. El trapecio oscilante acoplado al bastidor en la parte delantera sostiene la horquilla y la rueda delantera. La columna de suspensión central se encarga de realizar las tareas de suspensión y amortiguación. La principal diferencia entre la convencional y la Telever está en la capacidad de amortiguar impactos muy pequeños, evitando que los tubos deslizantes se mantengan estáticos ante estos pequeños estímulos. Es muy utilizado en motocicletas de tipo deportivas o que requieran un alto nivel de comodidad en carretera.



Figura 2. 19. Saxon-Motodd [52]

- **Suspensiones por rueda empujada**

Sistema de suspensión que aporta mayor nivel de rigidez y control en las frenadas. Consiste en una estructura formada por tubos o piezas estampadas para conectar la dirección de la motocicleta con los brazos articulados. Estos brazos pueden localizarse detrás de la rueda en forma de U o ser independientes a la horquilla

- **Suspensiones por rueda tirada**

Sistema de amortiguación semejante al de rueda empujada, pero ocasionando mayores fuerzas de inercia, lo cual repercute en el control de la motocicleta y le da más inestabilidad. La articulación se encuentra delante de la rueda, principal diferencia con el modelo de horquilla anterior.

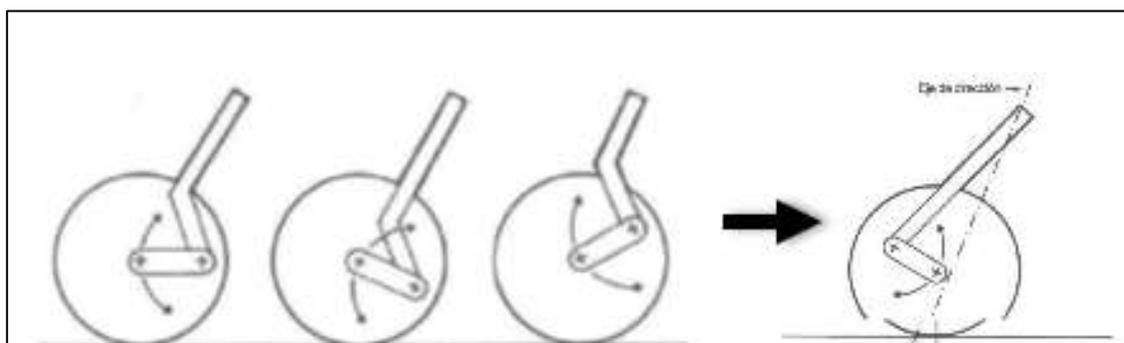


Figura 2. 20. Suspensión por rueda tirada [53]

Existen numerosos modelos de horquillas que no disponen de columna de dirección. En el mercado se pueden encontrar varios, tales como Hub Centre o el de doble brazo articulado.

- **Horquilla Hub Centre**

Consiste en un brazo basculante similar al brazo de las suspensiones traseras, que integra un sistema de dirección dentro de la rueda delantera. Este tipo de sistemas reduce los problemas a la hora de realizar frenadas, dando un comportamiento más manejable a la motocicleta.

- **Horquilla de doble brazo articulado**

Sistema similar al de los automóviles. Incorpora un amortiguador que trabaja en condiciones más precisas. Sin embargo, esta suavidad provoca que se deteriore con mayor facilidad en recorridos largos o con presencia de obstáculos mu bruscos.

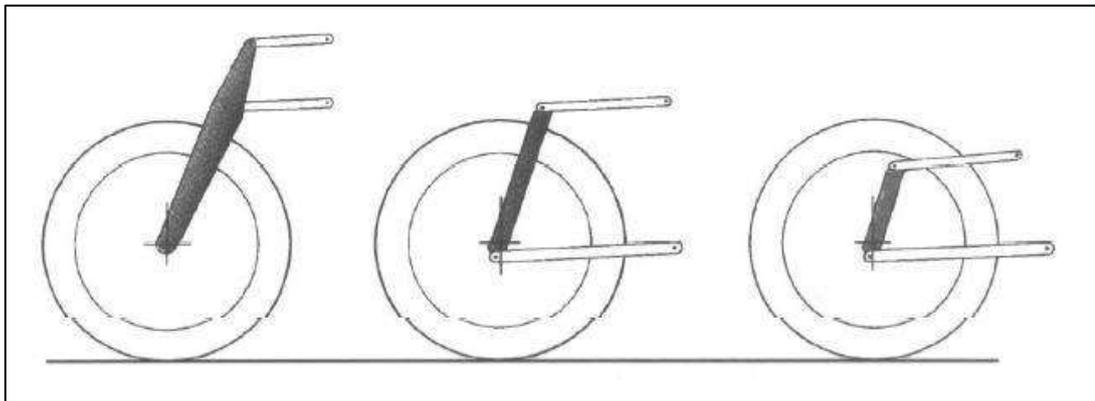


Figura 2. 21. Horquilla de doble brazo articulado [53]

- **Horquilla Duolever de BMW**

Sistema de amortiguación delantera patentado por BMW cuyo amortiguador no pivota sobre un eje, sino que se desplaza a través de movimientos verticales gracias a un brazo articulado. La conexión entre la suspensión y la dirección se hace mediante bisagras mientras la suspensión y la dirección quedan completamente independientes la una de la otra sin proporcionar sujeción al conjunto.

2.3.4. Suspensión trasera

En la parte trasera de la motocicleta se encuentra otro sistema de suspensión. En este caso, la función de este conjunto es la de asegurar la tracción entre la rueda trasera y el terreno. Del mismo modo que la suspensión delantera, la trasera también se encarga de absorber los impactos provocados por las irregularidades presentes en la carretera, suavizando las deformaciones ocasionadas durante las acciones de aceleración o frenado, manteniendo la geometría de la motocicleta gracias a la fuerte resistencia de esta configuración.

El elemento más importante dentro de la suspensión trasera es el basculante de la motocicleta, ya que este elemento determina la resistencia del sistema, de forma que se puedan realizar mejoras en el sistema de amortiguación, pudiéndolo adelantar en la barra central, de manera que no exista un riesgo tan alto de flexión en la estructura [47]. Existen varios sistemas de suspensión, aunque los más importantes son los siguientes.

- Conexión directa
- Bieletas
- Sistemas alternativos

La suspensión trasera de las motocicletas actuales suele estar comprendida por uno o dos amortiguadores hidráulicos con un muelle incorporado. Estos amortiguadores están diseñados en forma de tubos por los cuales circula aceite a lo largo de ellos, utilizando pistones agujereados para el óptimo trabajo. Con el objetivo de aumentar la eficiencia en el esfuerzo de compresión, se suelen utilizar una mezcla en emulsión de aceite con gas.

En el caso de las motocicletas de competición de altas velocidades, se emplea un único amortiguador para dotar de resistencia a la vez que realiza la función propia de amortiguación. Esta configuración tiene el nombre de **Mono-Shock**, y conecta el basculante trasero con el chasis de la motocicleta. El amortiguador se encuentra por delante de la rueda trasera y utiliza bujes o sistemas de acoplamiento mecánico para conectar el basculante al cuadro. Los mono-shocks están diseñados para eliminar el giro lateral del basculante y proporcionar una mejora en el frenado y manejo. Empresas como Honda, Suzuki o Yamaha utilizan estos sistemas en sus modelos más competitivos.

- **Conexión directa**

Es el más sencillo y se basa en utilizar una conexión entre el basculante y el chasis. Las modificaciones que se pueden realizar en el diseño vienen determinadas por la longitud del recorrido que se pretende dar. Cuanto más cerca esté con el eje de la rueda, mayor será el recorrido del amortiguador trasero. Este sistema carece de progresión en el amortiguamiento, por lo que se emplea en motocicletas de baja potencia.

- **Bieletas**

Es el sistema más utilizado en la actualidad ya que es el más eficaz para conseguir obtener las mayores prestaciones posibles. Ello se debe a que la progresión en el movimiento de la

suspensión hace que se logre una gran sensibilidad. La elección de este modelo depende del espacio libre en la parte trasera de la motocicleta y del tipo de configuración: anclada al chasis o al basculante.

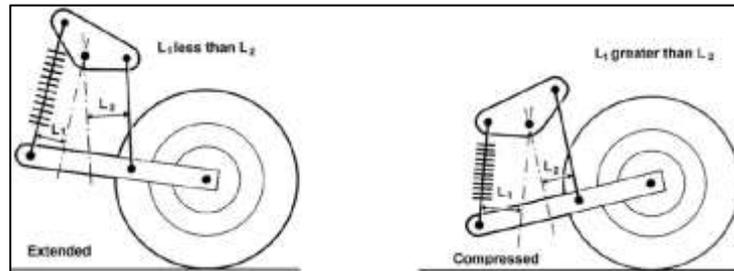


Figura 2. 22. Sistema por bieletas [53]

- **Sistemas alternativos**

Existen otros modelos de suspensión trasera para este tipo de vehículos. La mayoría de los nuevos modelos vienen determinados por diseños específicos para modelos concretos de las principales marcas del mercado, aunque también varían dependiendo de las mejoras que se quieran realizar en los diseños, tales como suspensiones con mayor o menor dureza, mejoras en el confort del conductor o adaptabilidad con el terreno. El más habitual utiliza un sistema de doble bieleta unida con el basculante mientras se coloca el amortiguador en posición horizontal.

2.3.5. Diseño en 3D. Suspensión delantera

Tras haber analizado los distintos tipos de suspensiones y diseños que existen actualmente en el mercado, se procede a la realización del diseño del sistema de suspensión delantera para la motocicleta Pit Bike.

Como se puede observar, se ha empleado un modelo de horquilla telescópica convencional, en la que los amortiguadores se encuentran entre el eje de la rueda delantera y los tubos superiores que conforman la parte fija de la suspensión. En esta primera imagen se puede ver que se ha incluido un manillar simple tubular al que se le han incorporado los elementos de los mangos derecho e

izquierdo. Estos mangos incluyen los sistemas de aceleración eléctricos que se detallarán en apartados específicos para ello. El diseño final de se muestra en la siguiente imagen.



Figura 2. 23. Modelo CAD Suspensión delantera

En la siguiente imagen se muestra una comparativa entre un modelo de horquilla telescópica convencional y el modelo propio diseñado.



Figura 2. 24. Comparativa Suspensión delantera real vs modelo CAD

Este modelo se basa en un eje central que sirve de eje rotacional y que debe ser concéntrico al tubular del chasis realizado en el apartado anterior y tener la holgura suficiente como para que perita el giro sin desestabilizarse ni provocar exceso de rozamiento. Se disponen dos barras estáticas a las que se le unen dos amortiguadores al final de ellas, siendo estos la parte móvil, que a su vez terminan en dos enganches que permiten conectarse al eje de la rueda delantera. Para dar consistencia al sistema de suspensión, las barras están sujetas por un anclaje, el cual se compone de una pipa y de una tijera de dirección. Este anclaje tiene dos partes. La zona inferior dispone de una superficie plana para facilitar la colocación de posibles logotipos o pegatinas con datos identificativos del fabricante. En la parte superior hay otro anclaje que se forma de dos piezas, una que está integrada son los soportes de las barras, y otra que se deberá unir mediante tornillos con la resistencia adecuada para los esfuerzos del eje delantero.

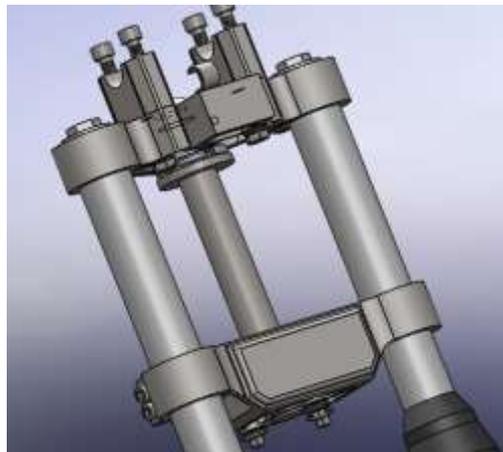


Figura 2. 25. Detalle unión horquilla – manillar abierta

El propósito de dividir la parte superior del anclaje en dos partes es disponer de una abertura para la integración del manillar, facilitando el desmontaje de estos con el uso de tornillos.

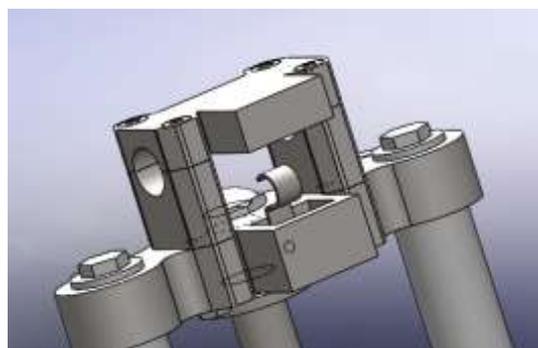


Figura 2. 26. Detalle unión horquilla - manillar cerrada

La zona que sujeta los tubos de la horquilla tiene unas tuercas que permiten el ajuste del muelle para aumentar o disminuir el recorrido de ellos en la amortiguación. Por otro lado, también existen varios anclajes dispuestos a lo largo de la horquilla para los posteriores cables de freno que se explicarán más adelante. La parte inferior de los amortiguadores dispone de orificios específicos para la unión con el eje central, el cual está reforzado por un nervio para aumentar la resistencia de los momentos de giro de la rueda y de los momentos flectores que puede sufrir esa parte inferior. Además, tiene en el lateral izquierdo otros dos orificios para la unión de los amortiguadores a la pinza de freno.



Figura 2. 27. Detalle nervio de la parte inferior de la horquilla

2.3.6. Diseño en 3D. Suspensión trasera

Para el diseño de la configuración 3D se ha utilizado de base imágenes, modelos y datos de distintos sistemas de amortiguación traseros de motocicletas deportivas como motocross o la pit bike. Ambos modelos presentan similitudes en el sistema de amortiguación, por lo que su uso en el diseño de las pit bikes no supone un problema, siempre que se adecúen a las medidas de la motocicleta pit bike infantil. En la primera imagen se puede observar el diseño 3D realizado separado del modelo de la motocicleta general. Se usa un sistema de un único amortiguador para lograr mayor resistencia. Observando modelos similares se puede realizar una comparativa de la estructura a la que se ha optado en el diseño y algunos modelos reales como los de la imagen que se muestra a continuación. El modelo de la imagen de la izquierda es el más semejante al diseñado para esta pit bike. A diferencia de esta, el diseño realizado no contacta directamente con las barras inferiores de las ruedas, sin que presenta una estructura tubular entre ellas, uniendo mediante tres barras estos componentes.



Figura 2. 28. Modelo CAD Suspensión trasera

Para dar mayor resistencia, una de esas tres barras incorpora otra de ellas de manera perpendicular, sirviendo de travesaño con las barrassoporte de las ruedas.



Figura 2. 29. Suspensión trasera de motocicletas motocross [54]

El muelle se ha realizado con medidas de un modelo real, aunque se han realizado numerosas adaptaciones tales como el número de espiras o cambio en la forma de los terminales de unión entre el amortiguador y los elementos de basculante y chasis. Para dotar de mayor estética y eficiencia al

amortiguador, se ha incluido una protección en su parte inferior, con una longitud corta para evitar colisión con el resto de componentes de la motocicleta.

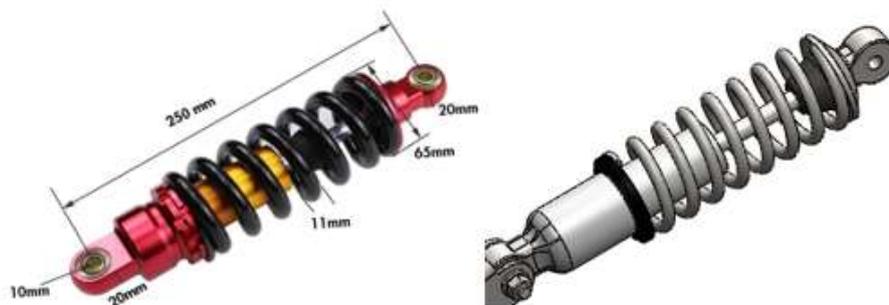


Figura 2. 30. Comparativa Amortiguador real vs modelo CAD

Para la sujeción de los ejes traseros de las ruedas, así como de otros elementos como pueden ser el sistema de frenado, se ha utilizado dos barras laterales, las cuales tienen unas ranuras con el espacio suficiente como para poder ajustar la altura a la que se dispondrá la rueda trasera. Además se pueden observar placas y soportes para el cableado del sistema de freno trasero. El eje localizado en la parte más cercana al chasis servirá de soporte y eje a un freno de tipo pedal, que se será detallado en su respectivo apartado.

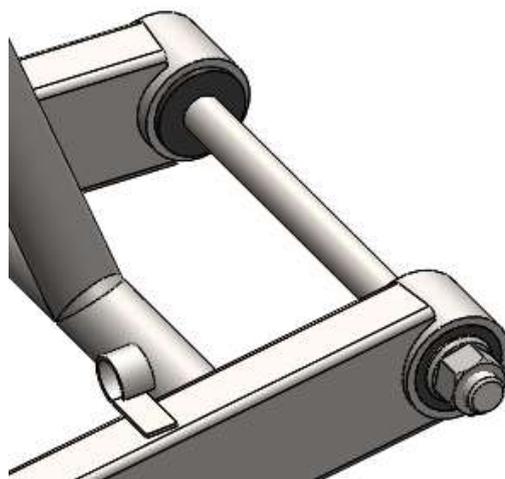


Figura 2. 31. Detalle Eje pedal de freno. Suspensión trasera

2.4. Neumáticos y llantas.

2.4.1. Neumáticos

Otro de los elementos a tener en cuenta en una motocicleta son los neumáticos de los que se dispone. Para garantizar una conducción segura es indispensable que todos sus elementos estén en condiciones óptimas de calidad y servicio. Mantener la durabilidad de ellos o realizar el recambio cuando se necesite o se cumplan los plazos de tiempo de durabilidad es indispensable si se busca mantener, no solo la seguridad, sino también el confort a la hora de manejar el vehículo.

La constitución de los neumáticos tiene un papel fundamental para resistir los esfuerzos e impactos de la moto, así como para aguantar el rozamiento que surge por el contacto con los diferentes tipos de terrenos por los que circula la motocicleta [55]. Estos elementos son incluidos en la fase de su fabricación y son el tipo de material empleado, las mallas metálicas y los cables acerados templados. Gracias a distintos procesos como la cocción en molde de marcado o el vulcanizado al que se somete la mezcla de material sintético con caucho natural, se consigue lograr una calidad alta para su posterior ensamblaje en los vehículos.

Las diferentes partes que se pueden identificar en un neumático de motocicleta son:

- **Banda de rodadura:** capa externa que proporciona agarre y amortiguación
- **Cinturón:** capa resistente frente a pinchazos que proporciona durabilidad y se compone de varias lonas de goma y un mallado metálico.
- **Capa de caucho:** lámina compuesta de cables textiles colocados entre varias capas de caucho sintético.
- **Hombros:** parte lateral que contacta con el terreno en las inclinaciones
- **Flancos:** Perfil de goma flexible y resistente, situado entre el talón y el hombro, que proporciona estabilidad en la conducción y protege al neumático de daños laterales
- **Talones:** aros acerados de alta resistencia, inextensibles, cuya función principal es mantener el neumático sobre la llanta

Podemos encontrar diferentes tipos de neumáticos, generalmente clasificados según las funcionalidades que debe presentar cada tipo de motocicleta. De esta manera, los neumáticos que tiene una motocicleta de carretera no serán los mismos que aquellos que se base en la competición.

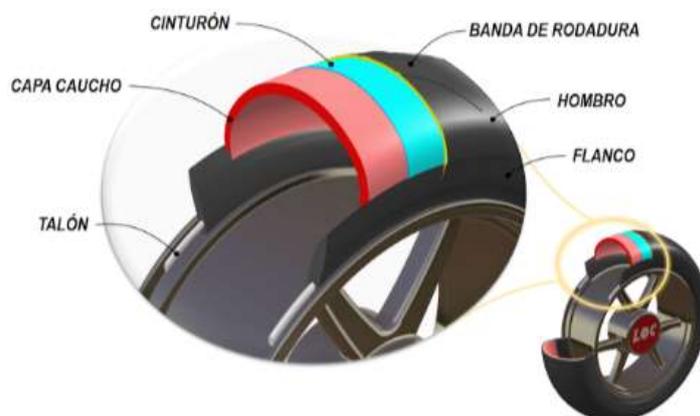


Figura 2. 32. Partes del neumático [55]

También dependerá del tipo de terreno y de las características de este, ya que una superficie lisa permite utilizar neumáticos más lisos y dotar a la motocicleta de mayor velocidad, mientras que una dedicada a la montaña debe tener un grosor de los tacos mucho mayor, evitando de esta manera posible pinchazos por obstáculos puntiagudos o perfiles cortantes.

- Neumáticos tipo turismo o touring
- Neumáticos deportivos o *sport*.
- Neumáticos de campo (off road)
- Neumáticos mixtos.
- Neumáticos de circuito

Neumático	Dureza	Vida útil [km]	Adherencia	Temperatura
Touring	Alta	10.000	Baja	Baja
Sport	Intermedia	8.000	Media	Media
Off - road	-	-	Muy alta	Alta
Mixto	Blando	4.000	Muy alta	Muy alta
Circuito	Muy blando	-	Variable	Muy alta

Tabla 2. 1. Comparación de parámetros para distintos neumáticos

2.4.2. Llantas

Las llantas son la parte de rueda, compuesta por una pieza metálica cuya forma varía en relación al tipo y tamaño del vehículo y que tiene la función de sostener el neumático para que conserve la forma al rodar. Según los esfuerzos que se deben soportar se ha de determinar el tipo de llanta correcto, de tal manera que no son iguales las utilizadas por motocicletas de carretera pesadas que por la de tipo deportivas o acrobáticas. Sobre la llanta debe ir montado el neumático, escogido para las mismas medidas de forma que encaje correctamente y se sujete, sirviendo la llanta como elemento de unión con el eje de la rueda, de tal manera que la motocicleta gire adecuadamente sobre este eje [56]. Además, servirá de elemento de anclaje para otras piezas, principalmente, del sistema de frenado, como los discos de freno que girarán conjuntamente con la rueda.

Las partes de una llanta dependerán del tipo de llanta que se utilice, existiendo principalmente dos tipos de llantas, la llanta de radios y la de uso de palas. La diferencia entre estas dos llantas se centra en el tipo de unión que presenta el aro interior con el eje central de la llanta, el cual depende de factores de tipo estéticos o de peso. Atendiendo al modelo de diseño empleado como base para este proyecto, una moto de tipo Pit Bike, se ha escogido un diseño de tipo radio, modelo empleado mayoritariamente en las motocicletas deportivas motocross y acrobáticas, ya que la ligereza de estos vehículos en comparación con modelos de carretera hace que no se requieran uniones de excesiva resistencia, factor que viene beneficiado al ser las Pit Bikes unas motocicletas pequeñas para competiciones infantiles.

Teniendo en cuenta estas características, se presentan tres partes para la composición y posterior diseño de la llanta [57]:

- **Aro:** es la parte externa de la llanta. Sirve de base para el asentamiento del neumático. Da forma a la rueda y debe disponer de los orificios adecuados según los diámetros de las radios a utilizar. En ocasiones, los aros de las llantas empleados en las ruedas delanteras son más delgados que los utilizados en las traseras. Esto se debe a que la parte delantera está enfocada al giro, mientras que a trasera debe poder transmitir toda la fuerza que proporciona el motor eléctrico.

- Radio:** varillas metálicas de acero que se disponen entre el buje de la llanta y el aro exterior. Se realiza una distribución de las varillas para repartir el peso de la motocicleta. El número de varillas es directamente proporcional al esfuerzo que ha de sufrir la llanta. Actualmente, el número de varillas es directamente proporcional al esfuerzo que ha de sufrir la llanta. Actualmente, el número de varillas en este tipo de motocicletas es difícil de modificar ya que otros elementos como el buje están fabricados de forma estandarizada. No obstante, existen diseños particulares para motocicletas de ediciones limitadas en las que se realiza cualquier tipo de unión, combinando sistemas de radios con palas o incluyendo uniones completamente diferentes a lo convencional que cumplen con los requerimientos técnicos de la llanta.

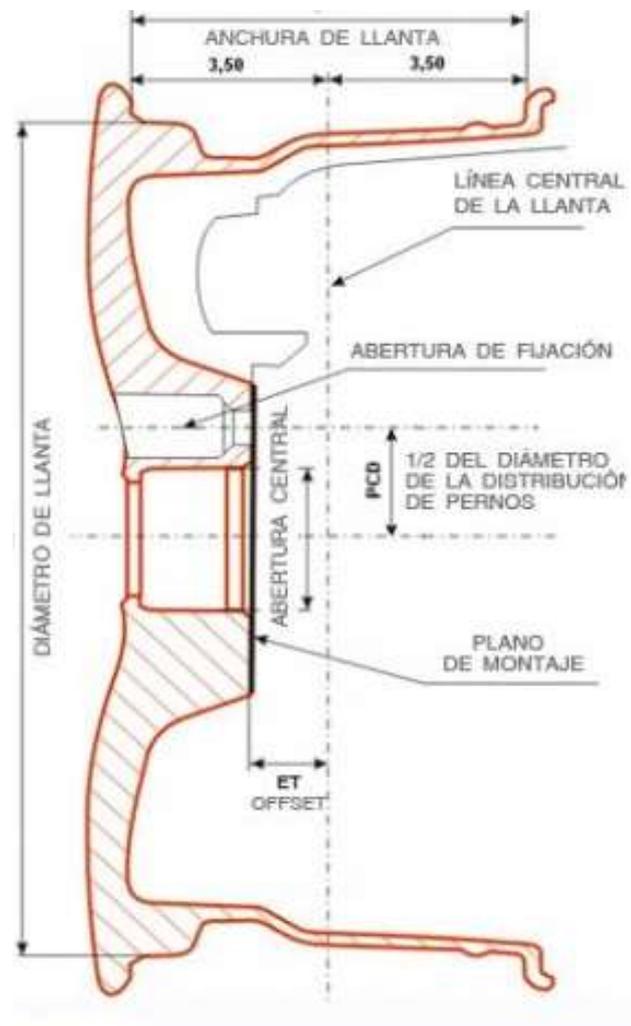


Figura 2. 33. Parámetros de medida de una llanta [57]

- Buje:** parte central que sirve de eje de la llanta y que servirá de unión con el eje delantero de la motocicleta. En este caso, presenta una distribución semejante a la del aro exterior de forma que la unión no presente errores. Los diseños de la llanta deben realizarse en torno a

varios parámetros, los cuales se observan en la imagen posterior del plano de un buje. Se debe tener en cuenta el ancho y altura de la llanta, valores generalmente estandarizados y que van en concordancia con el tamaño de la rueda y de su neumático. La anchura del agujero central va a influir en la fuerza de fijación y en la resistencia de la llanta, siendo estos valores mayores a medida aumenta la anchura.

Para amarrar esta pieza al resto de componentes del conjunto, aparecen orificios de fijación, dispuestos a una medida igual a la mitad del diámetro de distribución de los pernos y toda la llanta presentará un eje central sobre el plano más pequeña de la llanta que separa la parte más consistente de la llanta con la parte hueca.

2.4.3. Diseño 3D. Neumáticos

En este momento se procede a diseñar el estilo de neumático adecuado para la motocicleta que ha sido determinado a partir de los conocimientos teóricos estudiados y empleando los tipos de neumáticos generalmente utilizados para las Pit Bike.



Figura 2. 34. Modelo CAD Neumático

En este caso se va a realizar dos tipos de neumáticos. Esto se debe a que se ha buscado realizar el diseño de un neumático estandarizado con valores que puedan ser encontrados en el mercado, y también se ha querido representar un estilo propio más específico. El primer neumático que se muestra es el de la parte delantera. Este neumático presenta dos diferencias respecto al trasero, Por una parte, los tacos que presenta este neumático tienen menos superficie, de forma que el labrado o franjas que atraviesan los tacos recubren una superficie mayor, De esta manera se consigue aumentar el agarre de la rueda, disminuyendo la probabilidad de deslizamiento a la hora de realizar el movimiento de giro. Esto favorece además su utilización sobre terrenos más pedregosos donde el terreno está muy suelto.

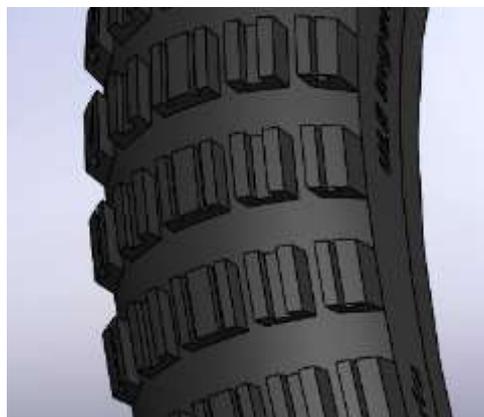


Figura 2. 35. Detalle labrado del neumático delantero

El segundo detalle consiste en la impresión de una marca que indica el nombre de la universidad de tal manera que se pueda dejar constancia de la propiedad del diseño ante nuevos modelos de neumáticos que puedan ser utilizados en otros trabajos de investigación. El título representado en el neumático muestra el texto de “ULE Ingeniería”.



Figura 2. 36. Detalle Impresión " ULE Ingeniería"

En la posterior imagen se puede ver el tipo de curvatura que conforma el neumático. Es importante que el marcado anterior no traspase nunca la goma y que tenga el suficiente grosor para que no haya riesgo de rotura. Por otro lado, el hueco debe ser lo suficientemente amplio como para que entre la cámara de aire que se desee utilizar, otro de los motivos por los que los tamaños en las ruedas están normalizados. Del mismo modo se observa una parte más fina en el extremo de la goma para aislar la unión con la cámara de aire y aumentar la sujeción de la goma a la llanta.

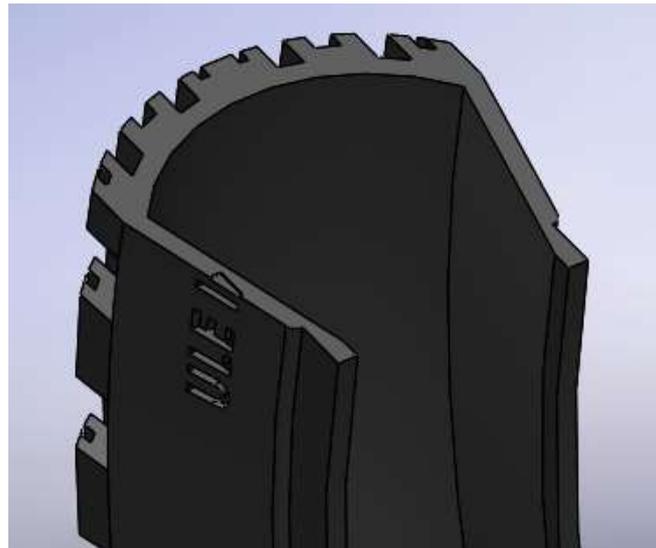


Figura 2. 37. Detalle de sección del neumático delantero.

La llanta trasera presenta una distribución de los tacos con unos grosores mayores. Se puede ver la diferencia con respecto a la primera rueda en la siguiente ilustración.



Figura 2. 388. Detalle labrado del neumático trasero

2.4.4. Diseño 3D. Llantas

Este diseño se realiza de manera conjunta al neumático para realizar el conjunto de la rueda en términos de medidas y proporciones. El resultado de la rueda delantera quedará como el mostrado en la siguiente ilustración. En este momento aún no se ha realizado el acoplamiento del sistema de freno a la rueda, pero se puede ver como quedan unidos los distintos componentes de la rueda que han sido mencionados.



Figura 2. 39. Modelo CAD Neumático delantero

En primer lugar, se diseña la llanta que va a sujetar el neumático. Esta llanta está preparada para la colocación de 28 radios. La distribución se realiza según los modelos reales que sirven de orientación para motocicletas de motocross. Estos radios están sujetos por encaje o soldadura al aro interior de la llanta y emplea para ello unos pequeños topes soldados al acero del aro. Por el otro lado, la unión se realiza doblando la varilla antes de incrustarla en el buje, para a continuación, soldarlos en la parte trasera de este. Se observa en esta ilustración el resultado de la llanta.



Figura 2. 40, Modelo CAD Llanta delantera

El radio empleado se muestra a continuación, una varilla metálica que se incrusta en los topes del aro interno de la llanta.

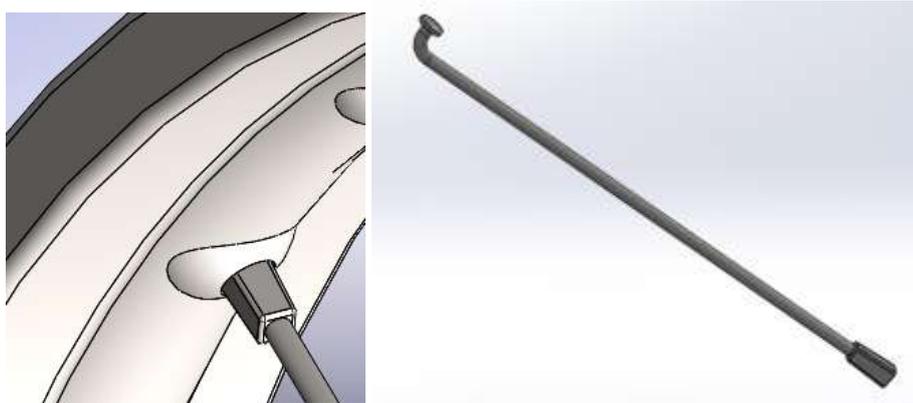


Figura 2. 41. Detalles tope y varilla de llanta

Como tercera parte en el conjunto de la llanta, se muestra el diseño del buje. Consiste en una forma de círculos concéntrico con los orificios de encaje para la rueda y para los radios.



Figura 2. 42. Buje llanta delantera

Este irá unido a la rueda por medio de tornillos. Por último, es necesario destacar que, debido al sistema empleado de motor incrustado en el interior de la rueda, la parte trasera presenta unas características diferentes a la delantera. La llanta trasera de este tipo de ruedas viene incluida en los productos en venta de las marcas de estos motores. Así se puede observar cómo resultaría el resultado de la llanta, una vez se ha incluido el motor y el cual se explicará en el siguiente apartado.



Figura 2. 43. Modelo CAD Neumático trasero

2.5. Sistema motor y energía eléctrica.

2.5.1. Descripción del sistema

El sistema motor es el principal punto de estudio de una motocicleta. El modo de proporcionar la fuerza necesaria para impulsar el movimiento de la motocicleta y proporcionar energía a todos los componentes en cualquier vehículo requiere de un estudio preciso y detallado que garantice las necesidades mínimas para el correcto funcionamiento. En la mayoría de los vehículos, el principal medio utilizado es la combustión de gasolinas o combustibles diésel. Sin embargo, debido las nuevas tendencias, las ventajas que aportan las energías renovables y a la flexibilidad que aporta trabajar con componentes electrónicos, la energía eléctrica se está convirtiendo en una de las formas de

aportar energía de manera limpia y puntera en el mercado. Es por ello que el diseño de esta moto se va a centrar en un sistema de propulsión de tipo eléctrico.

Los diferentes sistemas que se requieren para el correcto funcionamiento eléctrico en este sistema motor son:

- Baterías
- Sistema BMS
- Transformador o convertidor
- Motor
- Sistema de aceleración

Todos ellos van a ser estudiados y analizados en función de las necesidades ideadas para este proyecto.

2.5.2. Baterías

Para proporcionar la energía suficiente a la motocicleta y que todos los componentes electrónicos puedan utilizarse correctamente, se han escogido valores de capacidades y potencias a partir del espacio disponible en la motocicleta y de la potencia requerida para la realización de la actividad en las carreras de competición.

En primer lugar, se ha analizado el volumen de espacio disponible en el interior de la cavidad que se sitúa bajo el eje central del chasis. Las motocicletas Pit Bike son modelos muy pequeños, por lo que no se pueden realizar tamaños de baterías demasiado voluminosas. En este espacio se deben situar los elementos de la caja de batería conformada por todas las celdas, un transformador y un sistema BMS. Tras varias pruebas gracias a sistemas CAD, se ha determinado que el número máximo de celdas es de aproximadamente 200 celdas.

Para este cálculo se han utilizado las medidas y volúmenes, tanto de las celdas como de la cavidad. Para ello se ha empleado el modelo de Celda 18650. Esta celda tiene un voltaje de aproximadamente 3,6V y ocupa un espacio de 21,77 cm³ [58]. Este modelo se trata de una batería de Ion-litio recargable y que proporciona 2500 mAh. El fabricante y distribuidor que se ha tomado como referencia para la toma de valores de la celda es LG Chem.

Las características eléctricas se muestran a continuación, siendo los parámetros más importantes en este estudio básico aquellos utilizados para el cálculo de capacidades en función de las potencias y voltajes del motor.

Modelo	Lithium Ion LG 18650 HE2 2500mAh	
Parámetro	Condiciones	Especificaciones
Capacidad nominal	-	2500 mAh
Voltaje nominal	-	3,60 V
Carga estándar	Corriente constante	1250 mAh
	Voltaje constante	4,2 V
	Cut off	50 mA
Carga rápida	Corriente constante	4000 mAh
	Voltaje constante	4,2 V
	Cut off	100 mAh
Voltaje máximo de carga	-	4,2 V
Corriente máxima de carga	-	4000 mAh
Descarga estándar	Corriente constante	500 mAh
	Cut off	2,5 V
Descarga rápida	Corriente constante	10000 - 20000 mAh
	Cut off	2,5 V
Máxima corriente de descarga	Descarga continua	20000 mAh

Tabla 2. 2. Parámetros de la Celda 18650

Atendiendo a la potencia de estudios en motocicletas eléctricas realizados en apartados anteriores, se ha determinado un motor que requiere un voltaje de 48 V. Para atender a esta necesidad y al número máximo de celdas posibles, se ha creado una batería cuya capacidad es de 1700 W. Esta potencia es suficiente para proporcionar la fuerza necesaria para una moto de este estilo que posee unas dimensiones y un peso muy bajos [59]. Los cálculos requeridos para realizar el diseño detallado de la batería parten de la tensión nominal de la celda.

$$N^{\circ} \text{ de celdas en serie} = \frac{\text{Tensión del motor}}{\text{Voltaje nominal celda}}$$

$$N^{\circ} \text{ de celdas en serie} = \frac{48 \text{ V}}{3.6 \text{ V}} = 13.3 \approx 14 \text{ celdas en serie}$$

De este modo, el voltaje que aporta cada conjunto en serie es el resultado de multiplicar el voltaje de cada celda por el número de pilas en serie, dando un voltaje de 50.4 V por cada serie.

El siguiente paso es determinar la energía que proporcionan estas celdas en relación a la tensión y capacidad de la batería en conjunto, de tal manera que se pueda hallar el número de celdas requeridas por cada grupo en paralelo.

Se utilizan los valores de corriente de carga y de descarga, que en este caso son iguales y tienen un valor de 2.5 Ah.

$$\text{Energía de pack} = \text{Corriente carga} \times \text{Voltaje grupo en serie}$$

$$\text{Energía de pack} = 2,5 \times 50,4 = 126 \text{ wh}$$

Posteriormente se halla el número de celdas requeridas por cada grupo en paralelo.

$$\text{N}^\circ \text{ celdas en paralelo} = \frac{\text{Capacidad de la batería}}{\text{Energía del pack}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ celdas en paralelo} = \frac{1700 \text{ wh}}{126 \text{ wh}} = 13.49 \approx 14 \text{ celdas en paralelo}$$

El número total de celdas para proporcionar 1,7 kw de capacidad a la batería es de 196 celdas de tipo 18650 HE2 2500mAh. Valor que encaja dentro del rango de las 200 celdas máximas. El resultado final es una batería 14S 14P.



Figura 2. 44. Datos de la configuración de la batería.

2.5.3. BMS

Para escoger el sistema BMS (Battery Management System) o sistema de gestión de baterías adecuado, se utilizarán los valores aportados por las celdas. El sistema BMS es un equipo electrónico cuya función principal es controlar la carga y descarga de las celdas de litio de manera segura. Permite evitar accidentes derivados del comportamiento del litio en sus fases de carga y descarga. El litio es un componente que necesita de ciertos parámetros específicos para su carga, por lo que el BMS se encarga de alargar la vida útil de las celdas y proporcionar seguridad para reducir peligros de incendio derivados por una mala gestión eléctrica o evitar los gases tóxicos por problemas de sobrecalentamiento [59].

En primer lugar, se deben determinar las corrientes máximas de carga y descarga, y el número de grupos en serie y en paralelo.

En este caso, el fabricante indica que la máxima corriente de carga es de 4000mA, mientras que la de descarga alcanza el valor de 20000 mA.

$$\text{Carga máxima} = \text{Grupos en paralelo} \times \text{Max Corriente Carga}$$

$$\text{Carga máxima} = 14 \times 4 = 56 \text{ A}$$

$$\text{Descarga máxima} = \text{Grupos en paralelo} \times \text{Max Corriente Descarga}$$

$$\text{Descarga máxima} = 14 \times 20 = 280 \text{ A}$$

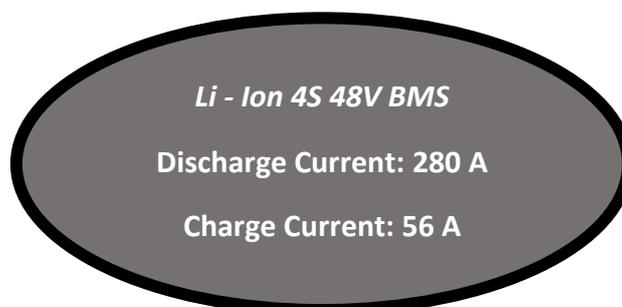


Figura 2. 45. Datos de la configuración del sistema BMS

El resultado final es un BMS para celdas de Ion Litio de 3.6V para las celdas, que permita las cargas y descargas de 56^a y 280 A respectivamente, y de 14S o 14 grupos en serie. Este debe resistir los 48 V de trabajo del motor eléctrico que propulsará a la motocicleta.

2.5.4. Motor y control de velocidad

Con el fin de proporcionar una potencia apta para el funcionamiento de la motocicleta en su ámbito de actividad y ante las circunstancias que deba de afrontar este vehículo, se ha escogido un motor con fuerza suficiente para impulsar la motocicleta. En este caso se está trabajando con un motor de tipo eléctrico.

El motor escogido será un modelo de corriente continua de tipo brushless. Este tipo de motor se denomina así por no utilizar escobillas en su funcionamiento. A través de la generación de un campo electromagnético que interacciona con un campo magnético, el cual ha sido creado por los imanes permanentes del rotor, se provoca que aparezca una fuerza que hace girar al rotor y por lo tanto al eje del motor [60]. De esta manera, la corriente eléctrica circula por los bobinados del estátor, prescindiendo de colectores y de escobillas.

Las características que debe tener el motor será que trabaje para una tensión de 48 V y que trabaje en un rango de potencias menor a los 1700W de potencia que puede aportar la batería, de esta manera se permitirá el trabajo del motor durante un amplio periodo de tiempo sin poner en peligro la deficiencia de capacidad de las baterías a la hora de entregar la potencia requerida.

Además de los elementos del conjunto de baterías con BMS y del propio motor, es necesario un elemento que nos permita controlar la velocidad a la que girará el motor, y por tanto, la motocicleta. Este componente se trata de un sistema de controladora PWM que permita variar el tren de pulsos para este tipo de motores de corriente continua. Un sistema PWM (Pulse Width Modulation) o Modulación por ancho de pulsos permite transmitir una señal para modularla sin perder potencia en el proceso. Con ello se consigue activar una salida digital durante un tiempo y mantenerla apagada durante el resto, generando así un tren de pulsos positivos que se repiten de manera cíclica, se tal modo que se obtiene una frecuencia constante mientras que se hace variar la anchura del pulso. Esta frecuencia es la encargada de hacer girar el motor de tipo brushless según los requerimientos indicados desde el acelerador.

Finalmente, es necesario un sistema de aceleración para mandar la señal a la controladora PWM. Este dispositivo se encuentra situado en el manillar derecho para la aceleración manual. Del mismo modo, se dispone de un interruptor de arranque para permitir poner en marcha el funcionamiento del sistema motor. Este interruptor requiere de una llave para el arranque, elemento del que se ha prescindido para el desarrollo de este trabajo al no ser la seguridad ante posibles robos el principal objetivo de este documento.

2.5.5. Cableado

Todas las conexiones se realizan a través de aberturas disponibles en las aojas de colocación de los dispositivos, atravesando oquedades en el interior del chasis que ha sido diseñado para conseguir aumentar el nivel de protección de los cables.

En el apartado ANEXOS se incluye el esquema de conexionado principal de todos los elementos del sistema eléctrico.

2.5.6. Diseño 3D. Elementos sistema motor y colocación.

Tras haber analizado y escogido los componentes que van a ser utilizados en este sistema eléctrico, se ha de realizar el diseño 3D de todos los elementos implicados, así como de su colocación y unión entre ellos.

En primer lugar, se realiza el diseño de las baterías. Para ello se crea el modelo 3D de la celda 18650 a partir de los datos reales obtenidos de su hoja de datos.

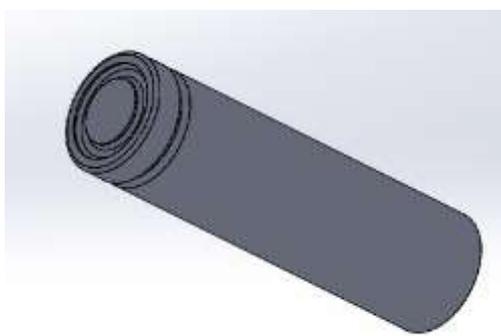


Figura 2. 46. Modelo CAD Celda 18650

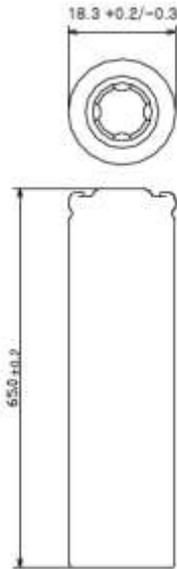


Figura 2. 47. Plano Celda 18650 [58]

Estas celdas se colocan mediante en sus respectivos portaceldas, de tal manera que se puedan colocar en la disposición 14S 14P. Para ello, se realiza una agrupación de 10 portaceldas derechos y otros 10 portaceldas izquierdos. Estos portaceldas permiten la sujeción de la pila en su posición correcta y presentan sistemas de encaje entre cada portacelda.



Figura 2. 48. Modelo CAD Portaceldas izquierdo

Los sistemas de encaje están ideados para realizar una batería de fácil desmontaje, consiguiendo realizar la carga de estas de manera más sencilla y permitiendo ser una batería de diseño flexible ante nuevos motores o ante otro tipo de capacidades requeridas.

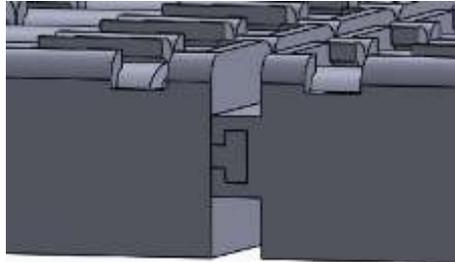


Figura 2. 49. Detalle unión horizontal entre portaceldas

Esta imagen muestra el detalle de unión entre los diferentes portaceldas sobre el plano horizontal. Del mismo modo, se colocan hasta 10 capas superiores de este grupo de portaceldas, de tal manera que se consigue espacio hasta las 200 celdas máximas, aunque no todas ellas serán ocupadas ya que el número de celdas requeridas es de 196.

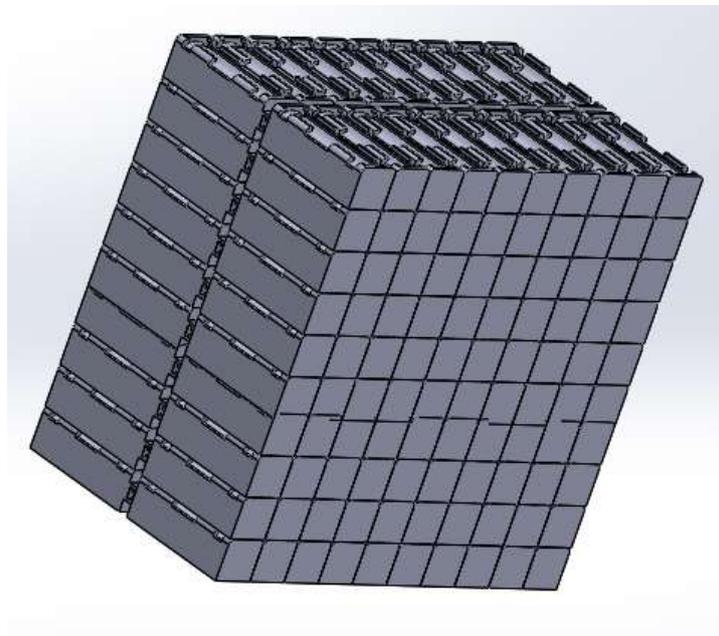


Figura 2. 50. Modelo CAD Bloque de celdas

Tras la unión de todos ellos, se obtiene el bloque de las 196 pilas que componen la base de la batería. Esta batería tiene las conexiones eléctricas realizadas según el esquema eléctrico que permite la

composición 14S 14P. Posteriormente se introducirá este elemento dentro de una caja protectora, la cual lleva un espacio para la colocación del bloque de las baterías y otro espacio en el que, a su vez, llevará otra caja contenedora esta vez del sistema BMS. La caja llevará una tapa delantera extraíble para poder realizar el recambio de las celdas en caso de deterioro o de los sistemas BMS.

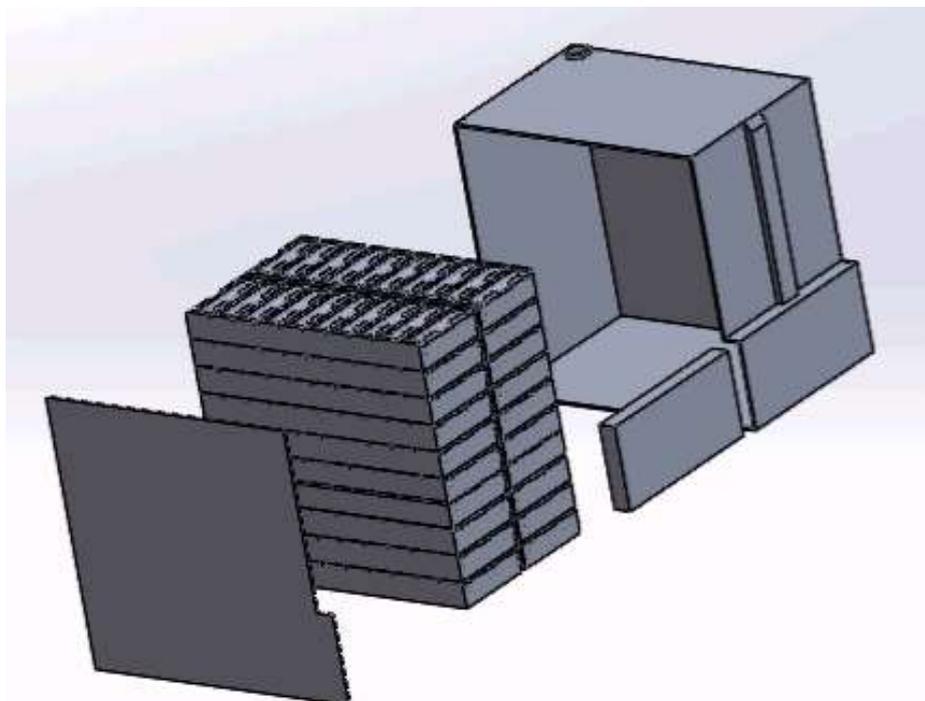


Figura 2. 51. Modelo CAD de la vista explosionada de batería.

Se dispone de otra caja, esta vez de un tamaño mayor en la que se situará la controladora PWM. Esta caja, al igual que la de la batería, presentan orificios concéntricos para el encaje de las cajas y que queden sujetas entre ellas. Entre estos dos elementos se sitúa una plancha con los dobleces dispuestos de tal manera que se consiga la unión precisa entre el chasis y todos los componentes. Se puede apreciar el orificio de encaje entre las dos cajas protectoras en la siguiente imagen.

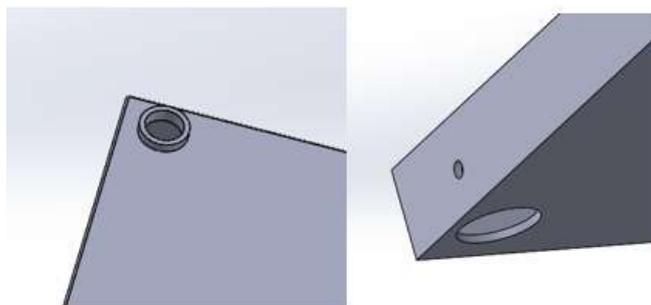


Figura 2. 52. Detalle encaje entre cajas protectoras

Se emplea una plancha de sujeción entre el chasis y los elementos de protección. Esta plancha se encaja mediante tornillos por el lado izquierdo y recorre a lo largo de la caja de la batería para unirla por encaje y por tornillo en el lado derecho. Se puede observar una abertura circular para el paso de del encaje circular entre la caja de la batería y la caja del sistema PWM y una abertura en el lado derecho para no chocar con el tubo central del chasis que pasa por ese lugar.

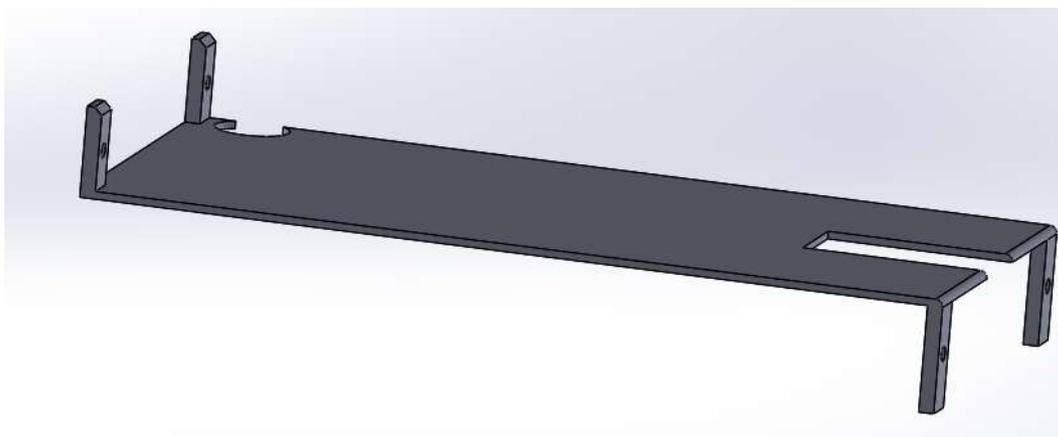


Figura 2. 53. Modelo CAD Placa de unión entre cajas y chasis

Los dispositivos de arranque y de aceleración se encuentran situados en los manillares izquierdo y derecho respectivamente, de tal manera que se obtiene el resultado como el mostrado en las siguientes ilustraciones.

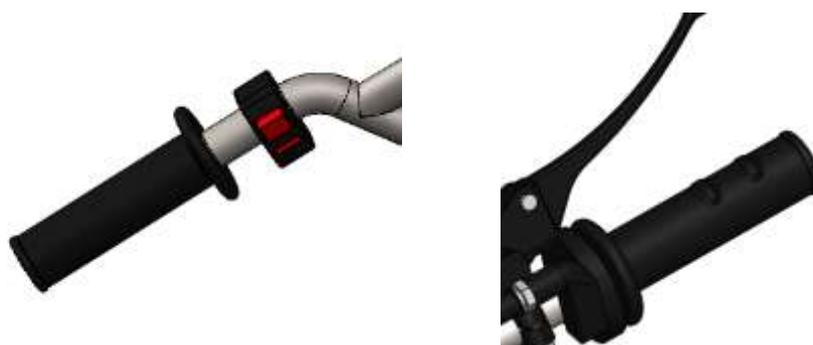


Figura 2. 54. Manillares derecho e izquierdo

Por último, se puede observar el ensamblaje del motor trasero seleccionado en el interior de la llanta. El orificio central corresponde al eje de giro del motor, de forma que se permita proporcionar la tracción desde la rueda trasera.

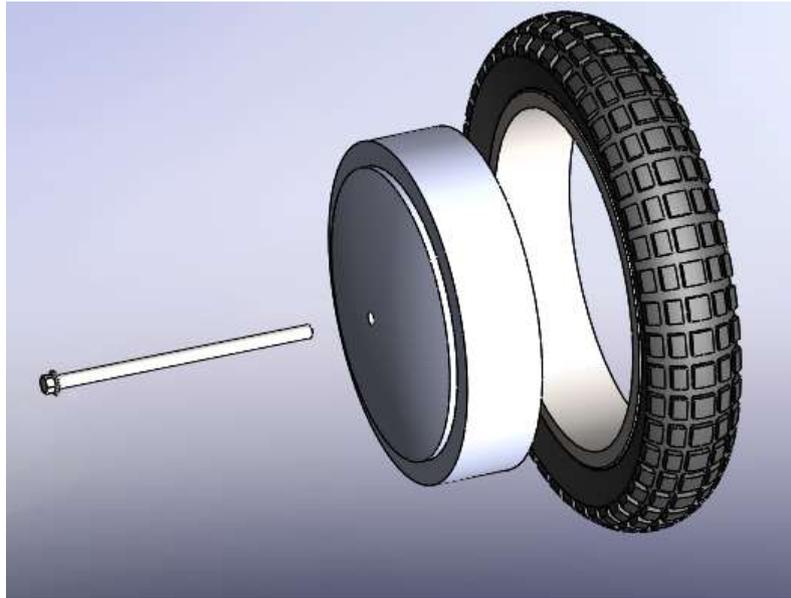


Figura 2. 55. Vista explosionada de la rueda trasera

2.6. Sistema de freno

2.6.1. Tipos de frenos

Otro de los sistemas necesarios a incluir en el diseño de una motocicleta es el sistema de frenado. Este sistema es uno de los más importantes que posee la motocicleta, ya que permite reducir la velocidad o detener el vehículo en condiciones de seguridad.

Las condiciones que se tienen en cuenta para estos diseños deben ser de tal modo que garanticen la estabilidad en el equilibrio de la motocicleta. Las frenadas bruscas pueden desestabilizar el vehículo en diferentes posiciones. Un ejemplo es el momento que se crea al frenar de repente con solo la rueda delantera, ya que si la moto no tiene suficiente peso y la velocidad es demasiado alta, se puede volcar el vehículo hacia adelante, poniendo en peligro la seguridad del conductor que la maneja. Por el contrario, si la frenada se realiza aplicando la fuerza de frenado sobre ambas ruedas y la reducción de velocidad es más suave, la moto experimentará una mayor fuerza de agarre con respecto a la superficie del terreno. En ocasiones también pueden aparecer hecho puntual de derrape [61]. Estos ocurren generalmente cuando el exceso de velocidad se produce en el transcurso de una curva, de forma que, si el ángulo de giro es muy elevado, la rueda produce una pérdida de control sobre la orientación y estabilidad de la motocicleta. Otro de los motivos por los que se puede perder la

adherencia, es la aparición de terrenos sueltos, como las superficies de arena y piedras, o las superficies con exceso de agua o hielo debidas a las malas condiciones climatológicas. En todos estos casos, es preciso hacer un control sobre el frenado de la moto, y el aumento de la precisión sobre este determina la eficacia del frenado, y, por tanto, la salud del conductor que está a cargo del vehículo.

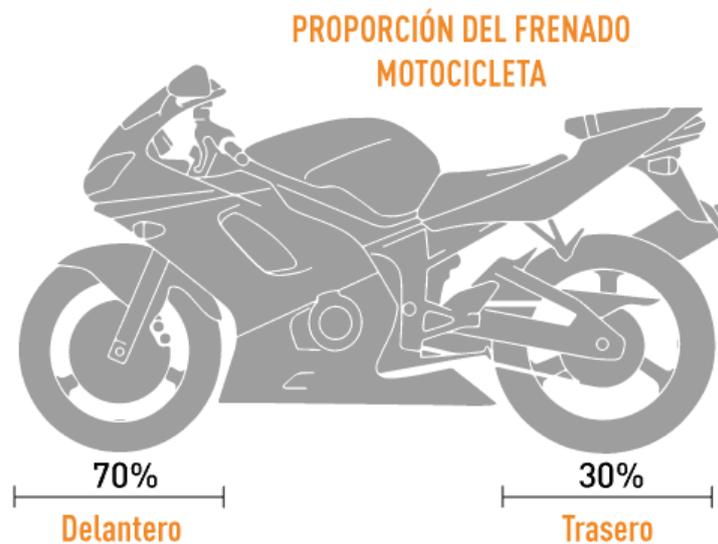


Figura 2. 56. Proporciones de frenado de una motocicleta [61]

Para llevar a cabo este estudio, se analizarán los tipos de frenados posibles para una motocicleta de competición, de tal modo que se puedan seleccionar aquellos que tengan mejor características para el objetivo que se busca en este proyecto. En la actualidad existen dos principales tipos de frenado mecánico. Por un lado, se utilizan aquellos que se basan en discos de freno, cuyo disco se localiza sobre la superficie de la rueda y permite reducir la velocidad aplicando la fuerza directamente sobre el disco. Por otro lado, aquellos que utilizan tambores en vez de discos de freno emplean zapatas que friccionan contra el tambor de la rueda. Estos últimos son los más empleados.

- **Frenos de tambor o de campana**

Este método de frenado consiste en un cubo unido a la rueda sobre el que rozan unas zapatas al presionar el sistema de freno [62]. Su uso es el más extendido debido al coste económico menor de estos. Las partes fundamentales dentro de este sistema son las siguientes.

- **Tambor:** cubo en cuyo interior se encuentra la pista de frenado sobre la cual, las zapatas hacen la fricción.

- **Zapatas:** elemento de aluminio con una goma de fricción que roza contra la pista del tambor o campana.
- **Portazapatas:** elemento de anclaje de las zapatas compuesto por una parte fija rotatoria y una parte móvil, cuyos resortes tensan la leva de frenado.
- **Levas:** elemento intermedio entre las zapatas y los portazapatas que provoca el empuje hacia la pista del tambor, frenando la rueda.

- **Frenos de disco**

Este sistema consiste en la utilización de un plato de acero que se adhiere a la llanta por medio de un elemento de sujeción o maza. El accionamiento de una bomba de frenado impulsa un líquido que hace presionar las pastillas de freno sobre el disco. Al estar el disco unido a la rueda, el frenado de este disco reduce de igual modo la velocidad de la rueda.

La diferencia respecto a los frenos de tambor es que este sistema se encuentra dispuesto de forma externa, lo que favorece el mantenimiento y recambios, a la vez que se disminuyen los problemas por sobrecalentamiento en momentos altos de rozamiento. Es por ello que son sistemas con un precio mayor a los frenos de campana.

Pueden existir dos tipos de frenado mediante disco.

- **Pistón único:** un solo pistón presiona sobre las pastillas de freno de forma uniforme
- **Pistón puesto:** cada una de las pastillas utiliza su propio pistón sobre el frenado.

Los elementos que componen el freno de tipo disco deben estar bien coordinados para conseguir el efecto deseado en la reducción de la velocidad.

- Disco de freno
- Bomba de freno
- Pinzas de freno
- Pastillas de freno
- Líquido hidráulico
- Pedal
- Frenos delantero y trasero (sobre el manillar)

El empleo de las canalizaciones sobre las que circula el líquido hidráulico debe tener la suficiente resistencia como para evitar romperse ante pequeños roces, pero ser lo

suficientemente flexible como para poder colocarse en el diseño de la motocicleta de manera cómoda y sin perjudicar el transcurso del líquido por su interior.



Figura 2. 57. Partes del sistema de freno de disco en una motocicleta [61]

Además de los sistemas de freno mecánicos, existen otros modelos de frenos. En este caso influye el tipo de motor empleado, ya que los motores eléctricos pueden incorporar otros métodos como el freno regenerativo, o reducir la velocidad con la aplicación de sistemas electrónicos más complejos en las motocicletas más actuales.

- **Frenos regenerativos**

El freno regenerativo es un control de freno de tipo dinámico que utiliza la energía cinética de un vehículo para transformarla en energía eléctrica [63]. Para utilizar esta energía se debe utilizar una batería que almacene la electricidad y pueda aplicarse en el freno.

Se utiliza de manera conjunta con los sistemas de frenado mecánicos debido a las desventajas que ocasiona. La velocidad de este tipo de freno es más eficaz en valores altos, por lo que, si se desea obtener mucha precisión, este sistema de manera independiente no cumpliría con los requisitos de seguridad. Además, los excesos de energía absorbida por las baterías no son

infinitos, puesto que si la batería está completamente cargada, no se puede almacenar la energía producida durante el rozamiento y , por tanto, no cabe la posibilidad de que la rueda frene en ese momento. Para solucionar este tipo de problemas se utilizan frenos reostáticos que disipan el exceso de electricidad en forma de calor mediante resistencias.

- **Sistemas electrónicos.**

Las motocicletas más actuales y que presentan mejores prestaciones incluyen este tipo de sistemas de frenado[64]. A través de circuitos electrónicos y programaciones informáticas se consiguen altos niveles de precisión en el frenado. Aunque esto produce un aumento de precio, también consigue aumentar la seguridad del usuario. El principal sistema de frenado es el ABS (Anti-lock Braking System) o sistemas de freno antibloqueo. Este sistema evita que las ruedas se bloqueen en frenadas bruscas, lo que previene que las llantas patinen en el suelo y posibilita el control de la moto. En Europa, el ABS es obligatorio para todas las motos nuevas a partir de 2017,

- **Sistemas de freno combinado**

Consiste en el empleo de varios tipos de frenado en una misma moto. Si se coordinan adecuadamente, proporciona las ventajas de los diversos tipos aumentando la seguridad.

2.6.2. Diseño 3D. Elementos de freno

Dadas las características y los requerimientos necesarios para este proyecto, se ha escogido el sistema de frenado mecánico. El primer elemento que se ha modelado consiste en un disco de freno, el cual va incorporado mediante una maza a la llanta. Este sistema se emplea tanto en la rueda delantera como en la trasera. La diferencia entre ambos radica en la posición del disco de freno para no intervenir sobre la posición del motor eléctrico y sus ejes, de manera que se sitúa este disco en el lateral izquierdo para el caso de la rueda delantera, y en el lateral derecho de la rueda para la parte trasera.

La maza va unida al buje de la llanta gracias a cuatro tornillos dispuestos a lo largo de la circunferencia de la llanta.

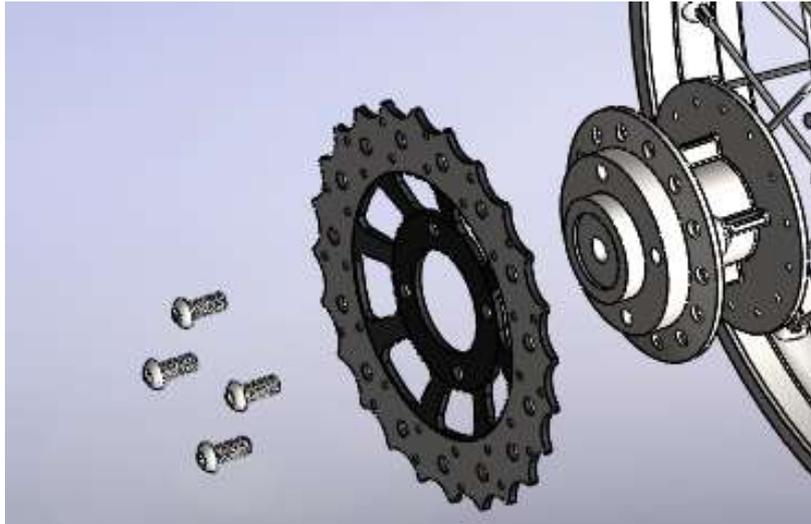


Figura 2. 58. Vista explosionada de la llanta delantera. Freno de disco

El modo de accionamiento utilizado es diferente en las ruedas traseras y delanteras. En el primer caso, se accionan las pastillas del freno gracias a un freno de manillar, situado en la izquierda del manillar. A través de un tubo flexible, el líquido llega hasta las pastillas de freno. En el segundo caso, se emplea un freno de pedal.

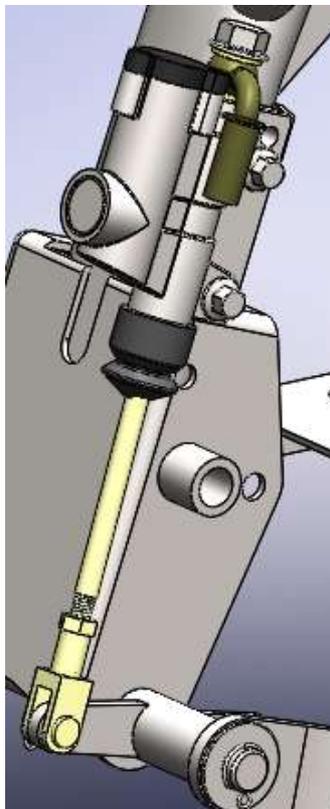


Figura 2. 59. Modelo CAD Bomba de freno

Este freno de pedal está unido al eje diseñado en el chasis de la motocicleta y sirve de apoyo para presionar la bomba de freno localizada en él. A través de un pedal, se realiza el empuje sobre la bomba hidráulica, el cual acciona el freno trasero de la motocicleta.

Para evitar el deslizamiento del pie del conductor sobre el pedal, este presenta una rugosidad. El ángulo de giro del tronco sobre el que se sitúa el pedal debe ser diseñado de tal manera que no toque el suelo en el momento de máxima presión sobre este.

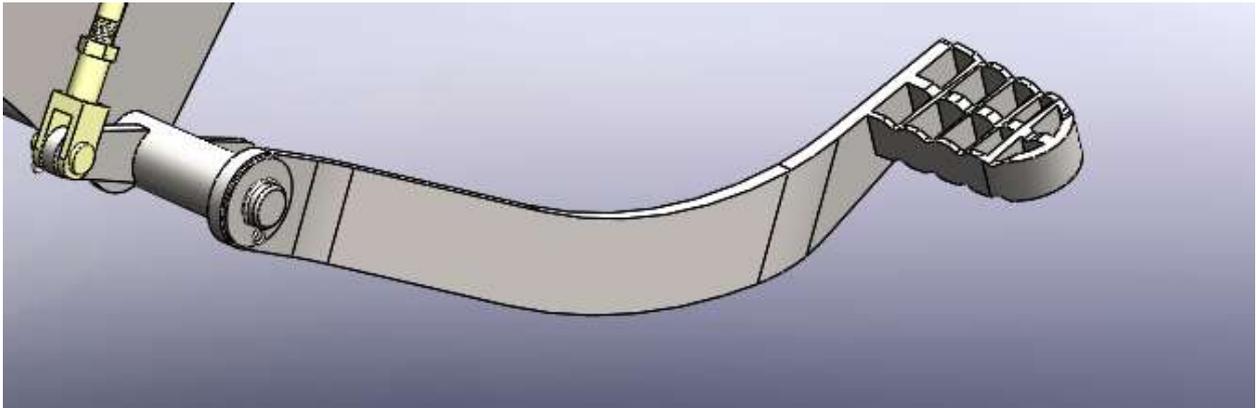


Figura 2. 60. Modelo CAD Pedal de freno

Para el modelado 3D de estos componentes se ha empleado como base un sistema de freno utilizado de la página web “bibliocad”. Estos componentes son muy complejos y requieren de diseños muy detallados para conseguir el resultado adecuado, por lo que se han utilizado como modelo para adaptarlos a la moto de este proyecto. Estos elementos incluyen los frenos del manillar, bomba de freno y pinzas de freno. De igual modo se han utilizado librerías para el uso de tronillo, tuercas y arandelas específicas. El resto de los elementos han sido elaborados de manera propia.



Figura 2. 61. Modelo CAD. Freno de manillar

2.7. Carrocería. Diseño 3D

La última parte que comprende el diseño de la motocicleta en a que se enfoca este proyecto consiste en el diseño de una carrocería que cubra las partes más sensibles y que requieran de cierta protección. La carrocería sirve como medio de recubrimiento de partes electrónicas, eléctricas o mecánicas, tales como los sistemas de motores, sus respectivos cableados, encajes entre baterías y dispositivos de control, u elementos como muelles en los sistemas de suspensión. De esta forma se evita que pueda entrar elementos como pequeñas piedras, barro o reducir el contacto con el agua, problemas que son muy habituales en este tipo de motocicletas deportivas que circulan de manera continuada por superficies de tierra y barro.

Para este diseño, la carrocería va a disponer de siete piezas diferentes.

- Guardabarros: este primer elemento brinda la protección de reducir la cantidad de barro que pueda introducirse en el interior de la rueda.

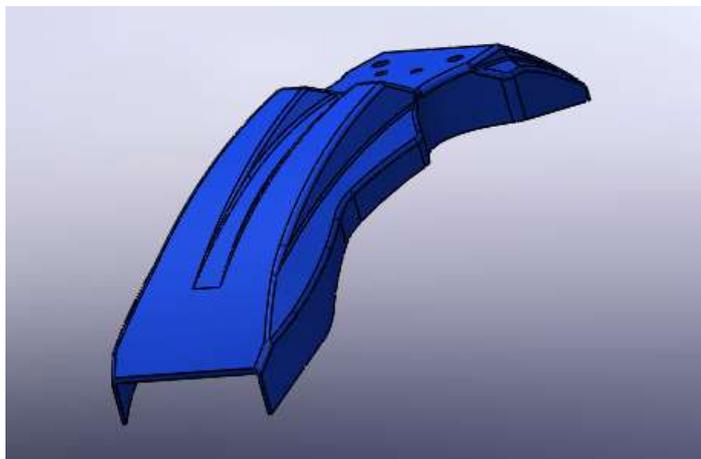


Figura 2. 62. Modelo CAD Guardabarros.

- Carenado lateral: del mismo modo protege las partes laterales de la motocicleta. Un buen diseño aumenta la aerodinámica del vehículo reduciendo el rozamiento y sacando el mayor rendimiento posible a las prestaciones de la motocicleta. En este diseño en particular aparecen cuatro piezas, dos de ellas para la protección de las baterías y otras dos de ellas situadas en la parte lateral trasera del asiento.



Figura 2. 63. Modelo CAD. Carenados laterales con logotipos

- Asiento: lugar donde se coloca el conductor de la motocicleta con el objetivo de manejarla correctamente, adoptando una forma adecuada para que el usuario mantenga una posición correcta sobre el vehículo. El diseño de esta pieza se ha realizado de manera que los puntos de unión concuerden en el ángulo correcto para su acoplamiento sobre los puntos de unión situados en la parte superior del chasis.



Figura 2. 64. Modelo CAD Asiento

- Frontal: utilizado en los modelos deportivos y situado en la parte delantera superior, sobre la horquilla de la rueda. Generalmente se coloca esta parte con el fin de colocar pegatinas con el número o logo de participación en una competición.

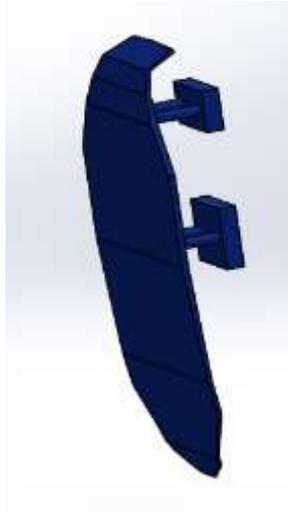


Figura 2. 65. Modelo CAD. Carenado frontal

Utilizando las propiedades de apariencias se han colocado algunas imágenes con el fin de mejorar la estética del producto final en algunas partes de la carrocería.

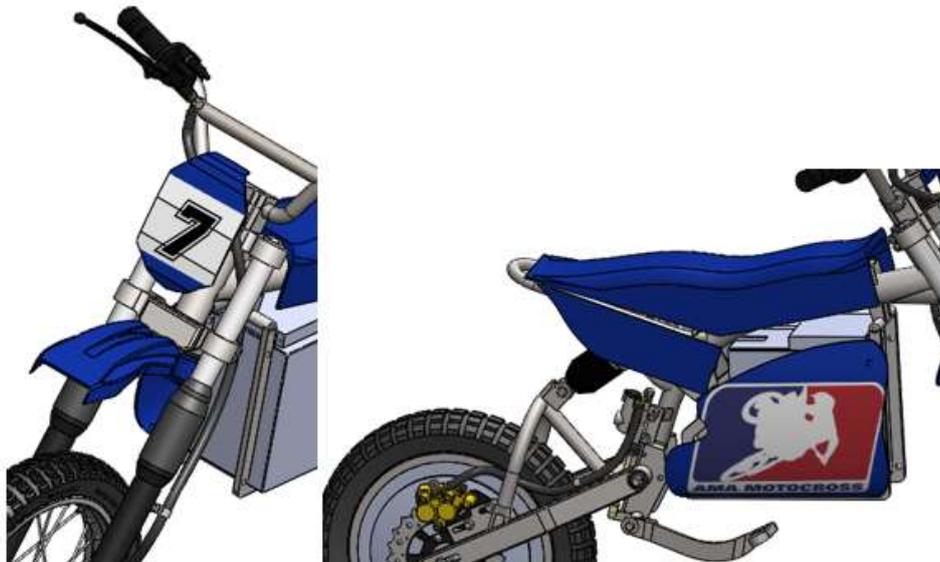


Figura 2. 66. Modelo CAD Carrocería

2.8. Materiales empleados

La utilización de materiales en el diseño de cualquier tipo de producto es fundamental para conseguir las condiciones adecuadas y cumplir con los requisitos deseados. Este material no será el mismo para todos los componentes del producto, ya que sus funciones determinan las propiedades y esfuerzos que han de resistir cada uno de ellos.

Los diversos apartados analizados en este proyecto han descrito el tipo de actividad que desempeña cada elemento diseñado. En este momento, se tratarán las diferentes soluciones aportadas para dotar a los modelos CAD de las características precisas.

La estructura principal la compone el chasis. El chasis es un elemento que debe resistir todas las fuerzas que sufre la motocicleta y han de repartirse a lo largo del conjunto. Dadas las necesidades, se ha optado por utilizar diversos tipos de aceros, los cuales aportan la rigidez suficiente como para mantener la estructura principal, pero la suficiente ligereza como para poder utilizar el vehículo sin suponer un aumento en las pérdidas de potencia para su desplazamiento. El acero ha sido utilizado también en la mayor parte de los componentes por su gran flexibilidad. De este modo, se emplea este material para las partes estructurales de la suspensión delantera y trasera, horquillas, manillar, llantas o las diferentes cajas de protección de los componentes eléctricos.

Por otro lado, existen otros componentes que no deben ser tan rígidos como el chasis, sino que deben poder deformarse ante determinadas acciones. Este es el caso de la carrocería exterior. Tanto las protecciones laterales, como las frontales, deben cumplir con dos objetivos. El primero es la protección de sustancias que puedan ser un peligro para el sistema eléctrico y las partes mecánicas más delicadas, siendo la carrocería un elemento que impide la entrada de agua y barro en los amortiguadores y en las conexiones eléctricas. El segundo fin está enfocado a la seguridad del piloto. Para poder asegurar unas condiciones de conducción sin peligro, el material debe poder deformarse ante accidentes como choques o caídas. Esto consigue reducir el golpe del impacto y que el copiloto no sufra daños mayores. Se ha escogido materiales de tipo plásticos.

A continuación, se aporta una lista de los principales grupos de piezas empleadas en el diseño y la asignación de sus materiales.

Descripción	Material
Chasis	Acero mecanizado
Soportes de horquilla	Acero mate
Barras de suspensión	Cromo
Protecciones amortiguador	Acero - Pintura aerosol
Llantas	Acero pulido
Manillar	Acero mate
Eje delantero y trasero	Acero inoxidable
Maneja Manillar	Goma
Neumáticos	Caucho reforzado
Discos de freno	Acero inoxidable
Carrocería	Plástico ABS
Cajas de protección	Acero mate
Plancha unión chasis-baterías	Acero mate
Tubo hidráulico	Acero + Nylon
Muelle amortiguador	Acero pulido
Protecciones amortiguador	Acero - Pintura aerosol
Portaceldas	Plástico ABS

Tabla 2. 3. Materiales de diseño

2.9. Motocicleta en Realidad Aumentada

2.9.1. Realidad aumentada para una Pit Bike

Uno de los objetivos perseguidos durante este documento consiste en la realización de un modelo de motocicleta que incorpore la realidad aumentada en el análisis de los nuevos modelos de diseños en futuros proyectos. Es por ello que se va a realizar un modelo 3D de una Pit Bike formado por los diferentes componentes desarrollados y diseñados en los anteriores apartados, de forma que pueda ser visualizado como un objeto virtual dentro de un entorno real.

Para poner en práctica este objetivo, se va a partir de diferentes tipos de softwares, tales como SolidWorks, el cual nos permitirá realizar un diseño de modelado del objeto, Unity, como medio de

conversión del modelo CAD hacia un diseño virtual, o softwares de realización de aplicaciones móviles para poder visualizar mediante un smartphone la motocicleta diseñada sobre el terreno real.

El proceso consistirá en crear una aplicación, la cual se podrá instalar en cualquier smartphone que reúna las condiciones de instalación de los sistemas desarrollados por Android, para poder visualizar el modelo 3D del conjunto de la motocicleta Pit Bike gracias a la cámara incorporada en los dispositivos móviles. Desde esta cámara, se escaneará un código QR que servirá de referencia para situar la motocicleta y poder así rotar sobre ella, obteniéndose una visión del modelo como si se estuviese viendo en la realidad.

En los sucesivos apartados se va a mostrar el proceso de elaboración del modelo a través de Unity y su aplicación. También se dará una pequeña introducción sobre el funcionamiento de SolidWorks y las herramientas que incorpora para la elaboración de los elementos que han sido diseñados.

2.9.2. Desarrollo del modelo CAD. SolidWorks

SolidWorks es un programa de tipo CAD que permite, entre otras opciones, el diseño de objetos en 3 dimensiones.

Aunque este software incluye otras funciones como análisis de elementos finitos, en este caso se utilizarán únicamente aquellas que permitan el modelado y visionado de componentes.

- Croquizado
- Diseño CAD
- Ensamblajes
- Materiales y apariencias
- Vistas explosionadas
- Planos

Para la elaboración de cualquier pieza, el primer paso es realizar un croquis. Este croquis servirá de base para realizar las posteriores operaciones y deberá estar siempre acotado en su plenitud. En caso de que el croquis no está completamente definido, existe la posibilidad de que, por medio de otras operaciones, el croquis y la pieza se modifique de manera no deseada, pudiendo surgir problemas en el diseño innecesarios.

Seguidamente se aplicará las operaciones que incorpora el software. Estas operaciones pueden ser de distintos tipos. Por un lado, se puede dar forma al croquis mediante operaciones de extrusión y pocket, las cuales darán volumen o generarán oquedades. Otras operaciones servirán para dar mayor detalle, tales como posibles redondeos de superficies o esquinas, creación de chaflanes, nervios o angularidades en extremos; o la realización de taladrados. Se incluyen otras muchas funciones como revoluciones en creación de volúmenes y sus vaciados, o métodos de mayor nivel en los que se utiliza la elaboración de planos de todo tipo de curvaturas que sirven de base para la creación de sólidos. Estas son solo algunas de las múltiples opciones que nos aporta el programa y gracias a ellas, existe una gran flexibilidad a la hora de generar aquella pieza que más nos interese, a niveles lo suficientemente altos como para elaborar cualquier componente que se tenga en la cabeza.

Una vez se tienen los modelos en tres dimensiones, se pueden establecer relaciones entre las piezas para formar un único producto, tal y como puede suceder en la realidad. Es así como se pueden simular operaciones como encajes, atornillados, operaciones de soldadura y cualquier tipo de unión gracias a relaciones de concentricidad, de adherencia a planos, simetrías, etc. Al mismo tiempo que se crean estos ensamblajes y subensamblajes, se pueden crear vistas que muestren en proceso de unión de las piezas, tanto en vistas utilizadas para planos de los conjuntos de componentes, como para la elaboración de animaciones y vídeos a diferentes velocidades del proceso de unión.

La incorporación de materiales a cada pieza nos aporta la opción de introducir características como colores, peso del producto, características de ductilidad, resistencia o cualquier cualidad de cada material, el cual puede ser modificado a mano o introducirlo desde librerías. Además, se pueden modificar apariencias del producto o los escenarios en los que se visualiza el producto generado.

Finalmente utilizaremos los planos como medio de muestra de todas las figuras elaboradas, con sus respectivas dimensiones y cuadros de información. El programa incorpora numerosas plantillas base para la elaboración de planos, siendo la opción más adecuada la creación de un modelo propio que se adapte a las necesidades propias o a los requerimientos por parte de las entidades con las que se trabaje.

2.9.3. Desarrollo del modelo 3D. Software Unity

Unity es un software o motor gráfico que permite la recreación de todo tipo de trabajos con modelos 3D, utilizando generación de movimientos o programaciones informáticas para la creación de situaciones virtuales, como es el caso de los múltiples videojuegos existentes o la animación de películas. La utilización de objetos y la creación de entornos con este programa, unido a las nuevas necesidades tecnológicas, ha provocado el aumento de su uso en aplicaciones como la realidad virtual o aumentada.

En este caso se utilizará el modelo importado desde SolidWorks para la creación de un objeto a través de Unity, el cual lo exportaremos y adaptaremos a un entorno de visualización en Realidad Aumentada.

El proceso de creación del modelo en Unity seguirá los siguientes pasos.

1. **Creación de una plantilla 3D:** este tipo de plantilla se adapta a modelos de trabajos en tres dimensiones para la programación con objetos.
2. **Elaboración de la escena:** servirá de base para el trabajo con los modelos de objetos utilizados.
3. **Configuración de Unity como modelo de App:** a través de los ajustes “Build Settings”, escogeremos la plataforma de elaboración para aplicaciones Android.
4. **Configuración de RA:** configurar el modo de trabajo para que soporte realidad aumentada mediante “Vuforia”.
5. **Preparación del entorno de trabajo:** se configurarán las vistas e importarán los modelos de cámara. Estos han de ser configurados para la licencia de “Vuforia”.
6. **Importación de modelos 3D:** para la elaboración del modelo en RA es necesario crear un objeto a partir del modelo 3D obtenido con SolidWorks. La operación de Unity con diferentes programas aumenta las posibilidades de trabajo en todo tipo de proyectos. En este caso se importará el archivo de la motocicleta Pit Bike en formato .tag para el trabajo en Unity. Para

trabajar con el formato .tag es necesario una conversión previa del formato de trabajo desde SolidWorks.



Figura 2. 67. Código QR

7. **Importación de imágenes:** para poder situar el elemento virtual de la motocicleta sobre el entorno real, es necesario obtener un elemento disparador. Este elemento disparador consiste en este caso en una imagen que indique la posición exacta del objeto. Este disparador puede ser cualquier imagen, siendo la opción más favorable, la elaboración de un código QR, ya que da un valor exacto de referencia al objeto y reduce los errores derivados de la mala configuración en su posición. La imagen muestra el objeto disparador utilizado para este trabajo.
8. **Situación de los objetos:** mediante el panel de propiedades se colocará el objeto que representa el modelo de la motocicleta sobre la imagen QR. Se deberá situar de manera que quede en la posición correcta, aplicando las opciones de giro, desplazamiento horizontales o verticales y operaciones de reescalado, dejando siempre el objeto visible por encima del plano del QR. Se dejará a la altura base para que las ruedas de la motocicleta estén en contacto con la superficie del código QR.

2.9.4. Aplicación móvil.

Tras la realización de estos pasos se ha obtenido la configuración necesaria para la situación de estos modelos de imagen en realidad aumentada. Para poder visualizar esta parte del proyecto es necesario la utilización de una aplicación que se creará mediante Unity.

Una vez se exporte el formato apk desde el programa, se instala en el smartphone concediendo los permisos requeridos para la utilización de la aplicación.

3. Resultados

3.1. Motocicleta resultante

Tras haber sido realizado todo el conjunto de estudios requeridos para el diseño óptimo de esta motocicleta de tipo Pit Bike, se ha procedido a obtener el modelo final terminado, compuesto a partir de cada pieza explicada detalladamente en los respectivos apartados del punto *2.Desarrollo del trabajo*.

El trabajo se centra en realizar representaciones de los resultados finales, utilizando las funciones específicas que aportan el software CAD SolidWorks. Se han obtenido imágenes de renderizado, para las cuales es necesario haber añadido las texturas a los componentes que se deseen, de tal forma que los renderizados muestren el producto como con todo tipo de detalles, utilizando las posiciones de la cámara que mejor se adapten al punto de vista deseado. Así se conseguirá graduar la distancia desde la que se observa a la motocicleta, los puntos de luz indispensables para ver nítidamente cada rasgo del vehículo representando todo tipo de reflejos, especialmente aquellos que tienen los materiales pulidos como el acero, o mostrando con más detalle ciertas partes que se consideren de especial atención.

A continuación, se van a mostrar una serie de imágenes que corresponden con el modelo final conseguido para esta motocicleta.

En esta primera imagen se puede comprobar el modelo final de la Pit Bike. Para dar una mayor sensación de realismo, se ha utilizado una escena que tiene una pequeña carretera en las cercanías de un puerto marítimo. La moto visualizada presenta una carrocería en tonos azules, la cual ha sido iluminada con una posición concreta para poder ver las imágenes adheridas sobre las piezas laterales de la carrocería y sobre la parte delantera. Estas imágenes representan logos de posibles numeraciones en competiciones y un logo del motocross, estilo del que provienen las motocicletas de competición infantil.



Figura 3. 1. Renderizado Pit Bike

En esta segunda imagen se puede ver con mayor detalle el interior de la motocicleta, la cual tiene incorporada un grupo de elementos que comprenden a la caja protectora de la controladora para el motor eléctrico y a la caja de la batería, la cual posee en su interior las celdas correspondientes y el sistema BMS regulador de sus cargas y descargas.



Figura 3. 2. Renderizado parte delantera

Esta batería se monta sobre el interior del chasis de la motocicleta depositando su peso sobre una estructura metálica más plana y gracias a una placa que sirve a modo de soporte entre las partes con los agujeros que necesita para su unión.



Figura 3. 3. Renderizado Chasis – Batería

Gracias a la utilización de vistas explosionadas y animaciones, se ha podido extraer una renderización de cómo se han de colocar los componentes generales de la batería en su propia caja. La ventaja que aporta este diseño es muy alta, ya que permite realizar una carga de las baterías de manera muy sencilla. Por un lado, la caja es fácil de sacar del chasis y gracias a su tapa delantera se puede extraer los bloques correspondientes al conjunto de celdas sobre su portaceldas y el correspondiente al sistema BMS. En caso de que el sistema BMS presente algún tipo de fallo, se podrá sacar de su caja protectora e intercambiarlo por otro. Para las celdas, cabe decir que el bloque total se compone de 10 portaceldas derechos y 10 izquierdos, los cuales utilizan enganches de encaje en sus laterales y en sus partes superiores para poder desmontar el bloque. Así se puede recargar la batería sacándola de la motocicleta o intercambiar las pilas que por exceso de uso no funcionan en plenas condiciones.

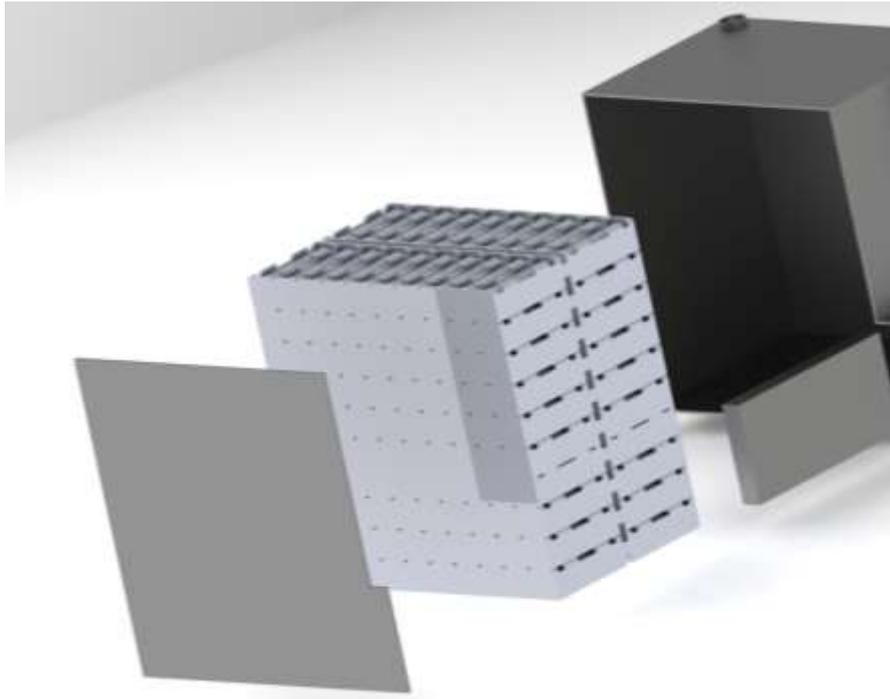


Figura 3. 4. Renderizado Batería

Si se centra la visualización sobre el neumático, se puede ver el tipo de textura que tiene el material del neumático. La calidad con la que se obtiene el renderizado dependerá fundamentalmente de los requisitos que tenga el sistema informático con el que se trabaje.



Figura 3. 5. Renderizado Neumático delantero

3.2. Funcionamiento de la aplicación

El resultado de la segunda parte de este proyecto consiste en una aplicación desarrollada para sistemas móviles de tipo Android. Esta aplicación se basa en la tecnología de la realidad aumentada y dará una visibilidad en tres dimensiones de la motocicleta. La aplicación permite moverte sobre los alrededores del modelo virtual reflejado en el entorno real. Utiliza la cámara del smartphone en el que se haya instalado la aplicación para capturar un elemento disparador y situar la motocicleta sobre la superficie.



Figura 3. 6. RA. Código QR

El elemento disparador consiste en un código QR, el cual se ha impreso sobre un tamaño DIN A3. Se sitúa en el suelo y se captura mediante la aplicación. Automáticamente aparecerá la motocicleta sobre el entorno real.



Figura 3. 7. RA. Pit Bike

La motocicleta es de tonalidades blancas. En futuros proyectos, se puede trabajar con otros softwares intermediarios además de Unity, como puede ser el programa Blender. Así se conseguirá una mejora en la motocicleta para dar color a la motocicleta e importar las texturas que se han utilizado en SolidWorks.



Figura 3. 8. RA. Pit Bike. Vista lateral

El movimiento sobre la motocicleta permite acercarnos a cualquier parte del diseño, mostrando un alto nivel de detalle o incluso visualizando partes internas que están cubiertas por otras. Para ello solo hay que desplazarse con el móvil como si fuese un objeto real, acercándonos o atravesando con el móvil a la motocicleta.



Figura 3. 9. RA. Detalle de precisión



Figura 3. 10. RA. Detalle de rueda

Para la instalación de la aplicación, solo es necesario conceder los permisos que se piden y podrá visualizarse con un icono sobre el escritorio de nuestra pantalla.

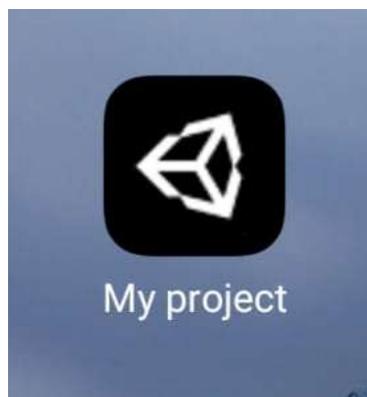


Figura 3. 11. Icono apk

4. Conclusiones

Para la realización de un diseño correcto de esta motocicleta Pit Bike, se han utilizado diversas fuentes de información que sirven de base científica y aportan los conocimientos específicos en el ámbito de este tipo de vehículos. Gracias a estos documentos de estudio empleados, se consigue comprender de manera concreta qué tipos de motocicletas existen actualmente en el mercado y cuáles son los sistemas de funcionamiento más empleados. Además, se ha descrito con mayor exactitud todos los componentes que tiene este vehículo, las distintas opciones en el diseño de cada uno de ellos y la elección de aquellos que se adapten a las necesidades buscadas para el presente proyecto.

En este proyecto se engloban dos grandes ideas. En un primer lugar, se persigue un diseño de motocicleta que represente un modelo completo con todos los componentes que ha de tener, describiendo los sistemas las partes de su estructura, sistemas mecánicos en las acciones de frenado o aceleración, sistemas de propulsión y elementos que aportan comodidad y estética como es el caso de la carrocería final.

Se analizan cual es el comportamiento del vehículo ante determinadas acciones como frenadas y aceleraciones, indicando la distribución de la acción de frenado entre las suspensiones delantera y trasera, y la capacidad de autonomía de la motocicleta. Para ello se ha hecho uso de cálculos específicos que muestran de la manera más precisa posible la capacidad que debe tener una motocicleta atendiendo a las pequeñas dimensiones de esta Pit Bike y aprovechando la mayor cantidad de espacio dentro de sus proporciones.

Una de las ventajas que se busca enseñar con este diseño, es la posibilidad de utilizar energías limpias en la propulsión de la motocicleta, realizando cálculos sobre los valores eléctricos que ha de tener todo el conjunto. Además, otro de los beneficios aportados es la sencillez a la hora de hacer recambios en las partes eléctricas de la motocicleta. La extracción de las celdas de su batería puede evitar la compra de un equipo de precios altos, reemplazando únicamente la celda en cuestión y reduciendo residuos.

En segundo lugar, se ha puesto en práctica la tecnología de Realidad Aumentada gracias al programa Unity. Se emplea una aplicación móvil que integra las cualidades de la realidad aumentada sobre el

modelo diseñado, abriendo un gran abanico de posibilidades para nuevos proyectos y sirviendo de base para proyectos complejos industriales que pueden aparecer en las empresas actuales.

Como todo proyecto, existen mejoras que pueden implementarse. Estos hitos futuros pueden ser nuevas vías de investigación para otros productos. Se podrán introducir elementos auxiliares como retrovisores, luces, pata de cabra, o mejoras en la calidad del diseño de su carrocería. Además, este proyecto se abre a estudios aerodinámicos, analizando el comportamiento de todos los esfuerzos mediante análisis de elementos finito o cálculos de como el peso influye en la velocidad y autonomía del vehículo. Enfocándose en el ámbito de la realidad virtual, se pueden realizar numerosas mejoras ya que es un campo muy novedoso con muchas ideas sin explorar. Se podrán añadir colores y texturas, o representar animaciones en realidad aumentada como el funcionamiento de las partes móviles del sistema motor, del funcionamiento del freno, o del movimiento de las ruedas.

Tras el estudio y realización del modelo final de la motocicleta, se consideran cumplidos los objetivos planteados, aportando conocimientos amplios en campos científico-tecnológicos en auge que engloba la realidad aumentada, y el desarrollo del diseño de motocicleta mediante un ejemplo práctico. En términos generales, se ha realizado un diseño de una motocicleta Pit Bike que cumple con las expectativas deseadas e incorpora nuevas tecnologías como método de innovación.

Referencias

- [1] CurioSfera Historia, “Origen de la Motocicleta - Inventor y Evolución | CurioSfera-Historia ,” 2021. <https://curiosfera-historia.com/historia-de-la-moto/> (accessed Feb. 10, 2022).
- [2] Juan Pablo, “LA EVOLUCION DE LAS MOTOCICLETAS ELECTRICAS — Steemit,” 2018. <https://steemit.com/steemschools/@juanpablo420/la-evolucion-de-las-motocicletas-electricas> (accessed Feb. 10, 2022).
- [3] Velca, “Velca - La historia de la moto eléctrica.,” 2021. <https://velcamotor.com/la-historia-de-la-moto-electrica/> (accessed Feb. 10, 2022).
- [4] B. Valadés, “Tipos de motos: guía de motos y sus características | Blog AMV,” 2016. <https://noticias.amv.es/consejos-amv/tipos-de-motos-caracteristicas/> (accessed Feb. 10, 2022).
- [5] El Mundo, “¿Cuál es la diferencia entre un impuesto y una tasa? | Economía,” 2020. <https://blog.verti.es/moto/diferencia-ciclomotor-motocicleta/> (accessed Feb. 10, 2022).
- [6] “Yamaha-TMAX-2020.jpg (Imagen JPEG, 1200 × 800 píxeles) - Escalado (80 %).” <https://www.mundomotero.com/wp-content/uploads/2019/08/Yamaha-TMAX-2020.jpg> (accessed Feb. 10, 2022).
- [7] M. Herráez, “Motos de tres ruedas: ventajas y desventajas de los escúteres más raros | Motos | Motor EL PAÍS,” 2021. <https://motor.elpais.com/motos/motos-de-tres-ruedas-ventajas-y-desventajas/> (accessed Feb. 10, 2022).
- [8] MMT Seguros, “Tipos de motos,” 2021. <https://www.mmtseguros.com/blog/tipos-de-motos> (accessed Feb. 10, 2022).
- [9] Á. Gavín, “▷ Las naked 1000 más salvajes 2020,” Feb. 28, 2020. <https://www.motofichas.com/reportajes/3874-maxi-naked-deportivas-mas-radicales> (accessed Feb. 10, 2022).
- [10] “Copia-de-MARATHON-Pro-125-cc-Supermotard-Black-series.jpg (Imagen JPEG, 2000 × 1535 píxeles) - Escalado (41 %).” <https://motissimo.es/wp-content/uploads/2019/05/Copia-de->

MARATHON-Pro-125-cc-Supermotard-Black-series.jpg (accessed Feb. 10, 2022).

- [11] Pit Bike 24, “¿Que es una Pit bike? - PitBike24,” Mar. 03, 2021. <https://pitbike24.com/que-es-una-pit-bike/> (accessed Feb. 10, 2022).
- [12] Rebel Master, “¿Qué es una Pit bike? – Rebel Master.” <https://rebelmaster.es/que-es-una-pit-bike/> (accessed Feb. 10, 2022).
- [13] “pit-bike-125cc-xl-kxd-pro-azul-43758459z0-14302067.jpg (Imagen JPEG, 500 × 500 píxeles).” <https://images.sstatic.com/pit-bike-125cc-xl-kxd-pro-azul-43758459z0-14302067.jpg> (accessed Feb. 10, 2022).
- [14] “cafe-racer-anos-50.jpg (Imagen JPEG, 900 × 600 píxeles).” <https://www.boltracer.com/en/files/2016/11/cafe-racer-anos-50.jpg> (accessed Feb. 10, 2022).
- [15] Pablo, “▷ La comparativa definitiva: mantenimiento de moto eléctrica vs. gasolina,” May 18, 2021. <https://www.greenmoto.es/blog/comparativa-mantenimiento-moto-electrica-vs-gasolina/> (accessed Feb. 10, 2022).
- [16] “1614773791.jpg (Imagen JPEG, 640 × 452 píxeles).” <https://image.jimcdn.com/app/cms/image/transf/none/path/s0df997327dfe977c/image/i853bf71fa02d196c/version/1614773791/moto-electrica-sunra-miku-max-ideal-para-ciudad-carretera-utrera-sevilla.jpg> (accessed Feb. 10, 2022).
- [17] M. Figueras, “Comprar moto: Seis razones por las que debería ser eléctrica y no de gasolina,” Aug. 24, 2020. <https://www.lavanguardia.com/motor/eco/20200824/32853/seis-razones-deberias-comparte-moto-electrica.html> (accessed Feb. 10, 2022).
- [18] G. García, “Cuatro razones por las que las motocicletas eléctricas superan a las de combustión - Motocicletas eléctricas - Híbridos y Eléctricos | Coches eléctricos, híbridos enchufables,” Jun. 21, 2019. <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/motocicletas-electricas/razones-motocicletas-electricas-superan-combustion/20190620211840028453.html> (accessed Feb. 10, 2022).
- [19] “NQi GT/S | NIU Scooter Eléctrico.” <https://www.niu.com/es/product/nqi-gt> (accessed Feb. 10, 2022).

- [20] “e-volt Style: Ciclomotor eléctrico, fotos, precio y características.”
<https://www.electromotos.net/marcas/e-volt/style/> (accessed Feb. 10, 2022).
- [21] S. U. Ecomobility, “MANUAL DE,” 2021.
- [22] G. National and H. Pillars, “No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title,” p. 870.
- [23] “Nuuk Urban 6 - Gama Eléctric - Rieju.” <https://www.rieju.es/es/electric/72/136/nuuk-urban-6kw> (accessed Feb. 10, 2022).
- [24] “Pursang E-track - Pursang.” <https://www.pursangmotorcycles.com/e-track-v3/> (accessed Feb. 10, 2022).
- [25] “TCMax - Super Soco España Oficial.” <https://vmotosoco.es/tcmax/> (accessed Feb. 10, 2022).
- [26] “Rebel Master RM 125 - La Pitbike XL de Rebel Master.”
<https://www.rebelmaster.com/rebel-master-rm-125-c2x24658977> (accessed Feb. 10, 2022).
- [27] M. Gracia, “¿Qué es IoT (Internet Of Things)? | Deloitte España.”
<https://www2.deloitte.com/es/es/pages/technology/articles/iot-internet-of-things.html>
(accessed Feb. 10, 2022).
- [28] Oracle, “¿Qué es el Internet de las cosas (IoT)? | Oracle España.”
<https://www.oracle.com/es/internet-of-things/what-is-iot/> (accessed Feb. 10, 2022).
- [29] SAS, “Aprendizaje automático: Qué es y por qué importa | SAS ES.”
https://www.sas.com/es_es/insights/analytics/machine-learning.html (accessed Feb. 10, 2022).
- [30] Oracle, “¿Qué es la inteligencia artificial (IA)? | Oracle España.”
<https://www.oracle.com/es/artificial-intelligence/what-is-ai/> (accessed Feb. 10, 2022).
- [31] FIBK, “Las 6 tecnologías que están potenciando el internet de las cosas - Fundación Innovación Bankinter,” Jan. 22, 2020. <https://www.fundacionbankinter.org/noticias/las-6-tecnologias-que-estan-potenciando-el-internet-de-las-cosas/> (accessed Feb. 10, 2022).
- [32] E. Rodríguez de Luis, “Guía de compra de gafas de realidad virtual: 11 modelos para todas las expectativas, necesidades y presupuestos,” Apr. 16, 2021.

<https://www.xataka.com/seleccion/guia-compra-gafas-realidad-virtual-16-modelos-para-todas-expectativas-necesidades-presupuestos> (accessed Feb. 10, 2022).

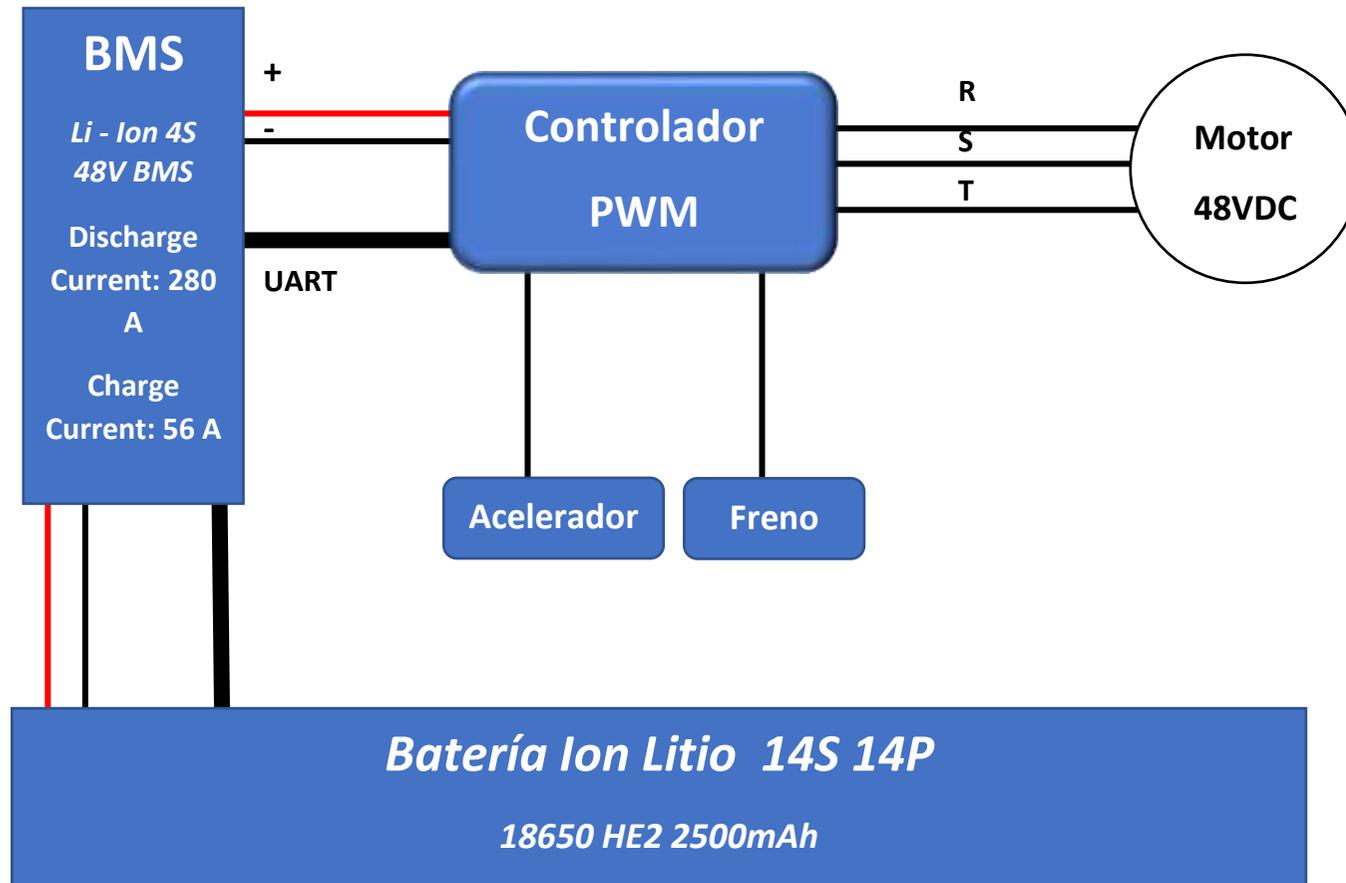
- [33] Iberdrola, “Realidad Virtual, la tecnología del futuro - Iberdrola.”
<https://www.iberdrola.com/innovacion/realidad-virtual> (accessed Feb. 10, 2022).
- [34] TICPymes, “5 tendencias de Realidad Virtual en 2020 | Noticias | Tecnología | TicPymes,” Nov. 27, 2019. <https://www.ticpymes.es/tecnologia/noticias/1115500049504/5-tendencias-de-realidad-virtual-2020.1.html> (accessed Feb. 10, 2022).
- [35] B. Sveva, “10 Posibles usos de la realidad virtual (VR) | NextPit,” Mar. 11, 2017.
<https://www.nextpit.es/10-posibles-usos-de-la-realidad-virtual-vr> (accessed Feb. 10, 2022).
- [36] “Realidad Virtual, la tecnología del futuro - Iberdrola.”
<https://www.iberdrola.com/innovacion/realidad-virtual> (accessed Feb. 10, 2022).
- [37] INNOVAE, “Todo sobre la Realidad Aumentada | Innovae.” <https://www.innovae.eu/la-realidad-aumentada/> (accessed Feb. 10, 2022).
- [38] INOVO, “Realidad Aumentada, Realidad Virtual y Realidad Mixta ¿en qué se diferencian?,” Feb. 20, 2020. <https://www.anovo.es/realidad-aumentada-realidad-virtual-y-realidad-mixta-en-que-se-diferencian/> (accessed Feb. 10, 2022).
- [39] T. Grapsas, “Realidad aumentada: ¿qué es, cómo funciona y para qué sirve?,” Dec. 15, 2019.
<https://rockcontent.com/es/blog/realidad-aumentada/> (accessed Feb. 10, 2022).
- [40] Iberdrola, “¿Qué es la Realidad Aumentada? ¡Descúbrelo! - Iberdrola.”
<https://www.iberdrola.com/innovacion/que-es-realidad-aumentada> (accessed Feb. 10, 2022).
- [41] G. Ramírez, “Softwares de simulación | Softwares utilizados para la simulación de sistemas,” Feb. 20, 2014. <http://softwaresdesimulacion.blogspot.com/2014/02/softwares-de-simulacion.html> (accessed Feb. 10, 2022).
- [42] V. Herrero, “Chasis de una moto: ¿Qué es y en qué consiste?,” Sep. 16, 2021.
https://www.motociclismo.es/industria/chasis-moto-que-es-nzm_241589_102.html (accessed Feb. 10, 2022).
- [43] G. M. García, “Tipos de chasis en la motocicleta | Pruebaderuta.com.”

- <https://www.pruebaderuta.com/tipos-de-chasis-en-la-motocicleta.php> (accessed Feb. 10, 2022).
- [44] L. Casajús, “Tipos de chasis de motocicleta,” *Rev. Técnica*, vol. 51, no. 1, pp. 1–4, 2012.
- [45] V. Herrero, “¿Cuántos tipos de chasis de moto existen?,” Sep. 16, 2021.
https://www.motociclismo.es/industria/tipos-chasis-moto-nzm_242080_102.html (accessed Feb. 10, 2022).
- [46] “Cómo funcionan las suspensiones de una moto,” Apr. 11, 2018.
<https://www.formulamoto.es/reportajes/funcionan-suspensiones-moto/28167.html> (accessed Feb. 10, 2022).
- [47] Verti, “Tipos de Suspensión de Moto: Diferencias | Blog Verti,” Jan. 06, 2021.
<https://blog.verti.es/moto/tipos-suspension-motos/> (accessed Feb. 10, 2022).
- [48] R. Ruiz, “Precarga, extensión y compresión ¿Cómo funcionan las suspensiones de una moto? | Moto1Pro.” <https://www.moto1pro.com/reportajes-motos/precarga-extension-y-compresion-como-funcionan-las-suspensiones-de-una-moto> (accessed Feb. 10, 2022).
- [49] BMW, “Telelever - técnica al detalle | BMW Motorrad.” <https://www.bmw-motorrad.es/es/models/detail/suspension/telelever.html> (accessed Feb. 10, 2022).
- [50] “Horquilla telescópica completa Pit bike.” <https://www.all4mini.es/horquilla-pitbike-minimoto-quad/645-horquilla-telescopica-completa-pit-bike-horquilla-pit-bike-3701225407076.html> (accessed Feb. 10, 2022).
- [51] “Sbay Motor Co.” <https://www.sbaymotorco.com/es/girder.html> (accessed Feb. 10, 2022).
- [52] “Sistemas de suspensión Bmw, Telever y Paralever | automecatronica.”
<https://automecatronica.wordpress.com/2011/10/27/sistemas-de-suspension-bmw-telever-y-paralever/> (accessed Feb. 10, 2022).
- [53] Tony Foale, “Motorcycle Handling and Chassis Design,” *Mot. Handl. Chass. Des.*, pp. 267–316, 2002, [Online]. Available:
<https://drive.google.com/file/d/1AVD4AmhGwZsfZiF6xYG6x2irKqvi5iyx/view>.
- [54] “Tips suspensiones.” <https://www.motociclistas.cl/foro/index.php?topic=83440.0> (accessed Feb. 10, 2022).

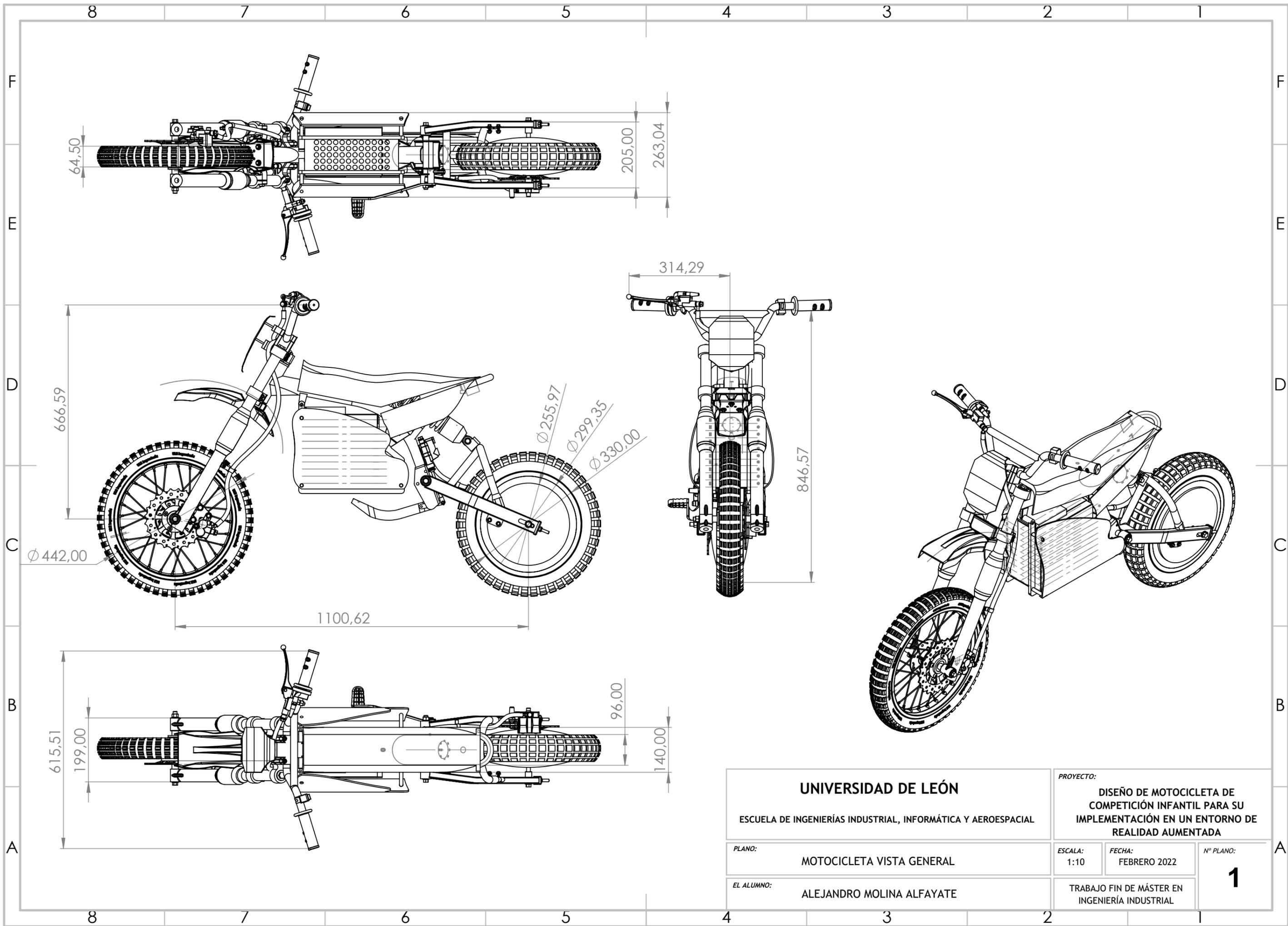
- [55] Ruta 401, “Neumáticos de moto: partes, tipos y recomendaciones.” <https://blog.reparacion-vehiculos.es/neumaticos-moto-partes-tipos-recomendaciones> (accessed Feb. 10, 2022).
- [56] F. Pineda, “Tips básicos para conductores: Tipos de llanta para moto,” Dec. 29, 2015. <https://www.neumarket.com/blog/tipos-de-llanta-para-moto/> (accessed Feb. 10, 2022).
- [57] “¿Qué significan los datos y medidas de una llanta? – Selcus Wheels,” May 23, 2017. <https://selcus.com/blog/2017/05/23/que-significan-los-datos-y-medidas-de-una-llanta/> (accessed Feb. 10, 2022).
- [58] G. National and H. Pillars, “No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title.”
- [59] Autoconsumo Solar Fácil, *Parte 3.- Calcular pack de celdas y BMS - YouTube*. Autoconsumo Solar Fácil, 2021.
- [60] R. M. Abarca, “済無No Title No Title No Title,” *Nuevos Sist. Comun. e Inf.*, pp. 2013–2015, 2021.
- [61] Utopartes, “UN RECORRIDO POR EL SISTEMA DE FRENOS DE LAS MOTOS.” http://www.revistaautopartes.co/sistemas-del-vehiculo/ver/?tx_ttnews%5Btt_news%5D=99&cHash=54031b0be97753e76120cf833500260f (accessed Feb. 10, 2022).
- [62] Ruta 401, “Partes de un freno de tambor de moto, tipos y mantenimiento.” <https://blog.reparacion-vehiculos.es/partes-de-un-freno-de-tambor-de-moto-tipos-y-mantenimiento> (accessed Feb. 10, 2022).
- [63] “Freno regenerativo - Wikipedia, la enciclopedia libre.” https://es.wikipedia.org/wiki/Freno_regenerativo (accessed Feb. 10, 2022).
- [64] “Las ayudas electrónicas: ¿Qué son y para qué sirven? – Revista Moto,” Jul. 06, 2020.

ANEXOS

ANEXO 1. Esquema eléctrico



ANEXO 2. Planos



UNIVERSIDAD DE LEÓN

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIAL, INFORMÁTICA Y AEROESPACIAL

PROYECTO:
**DISEÑO DE MOTOCICLETA DE
 COMPETICIÓN INFANTIL PARA SU
 IMPLEMENTACIÓN EN UN ENTORNO DE
 REALIDAD AUMENTADA**

PLANO:
MOTOCICLETA VISTA GENERAL

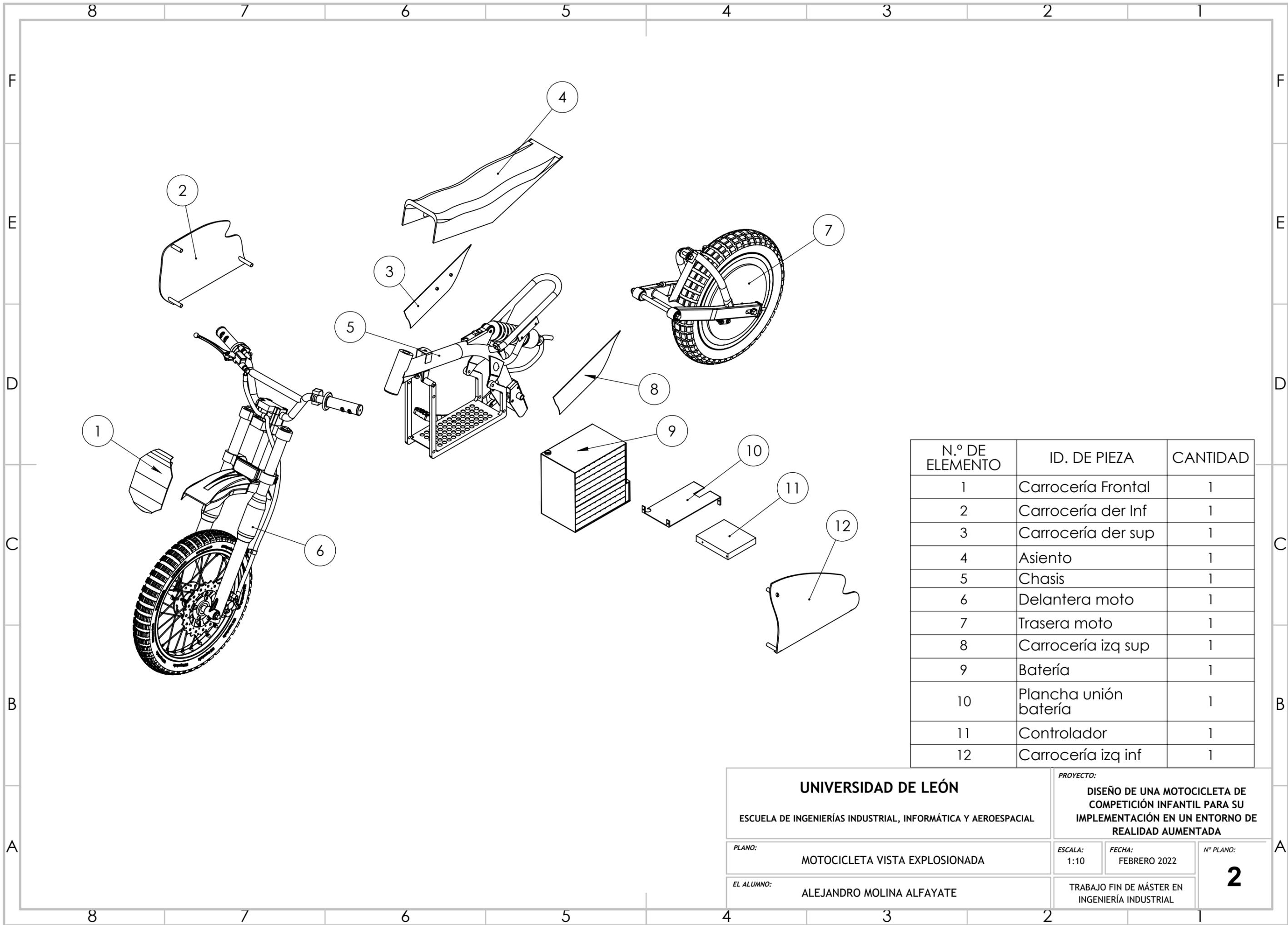
ESCALA:
 1:10

FECHA:
 FEBRERO 2022

Nº PLANO:

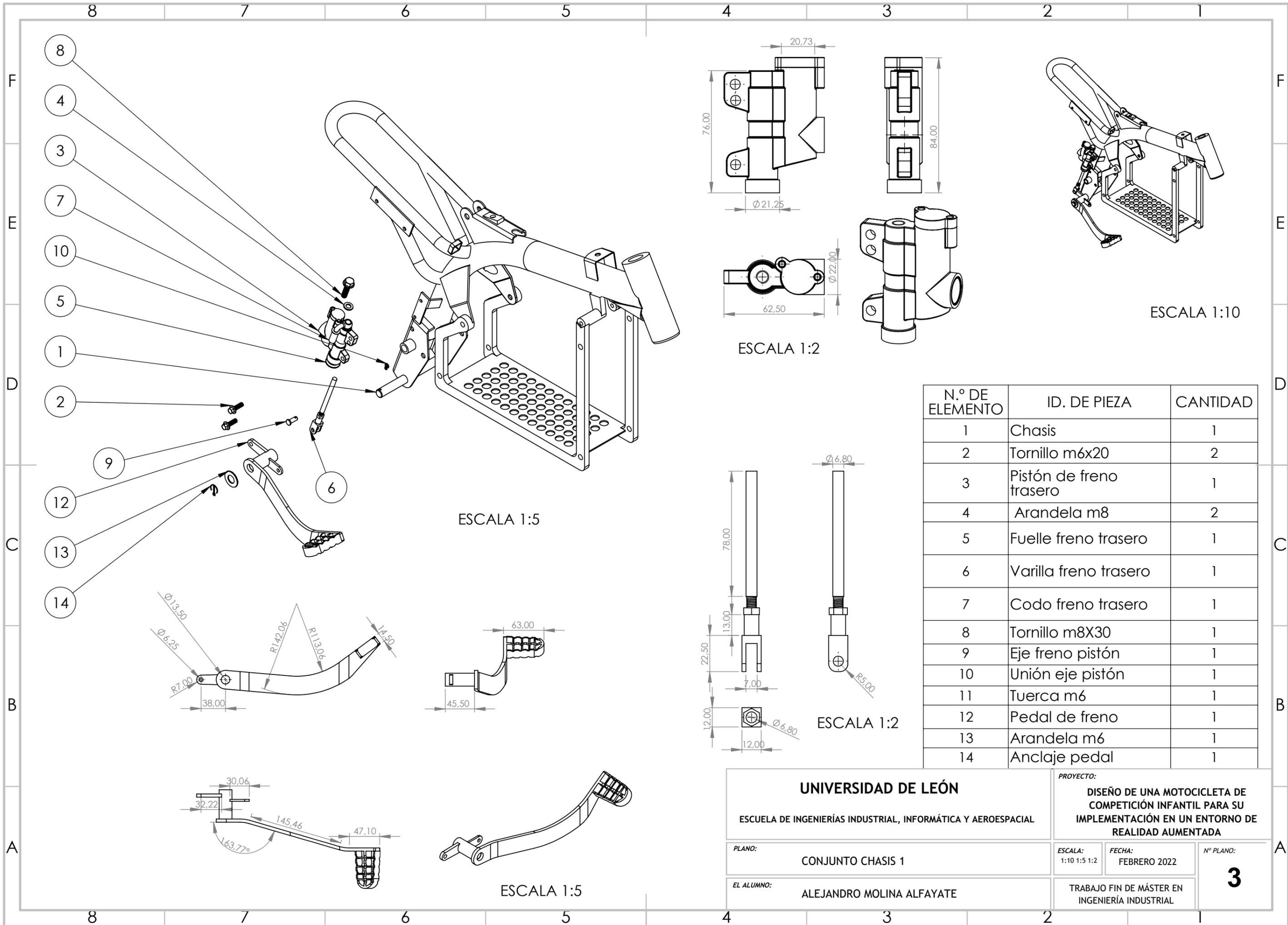
EL ALUMNO:
ALEJANDRO MOLINA ALFAYATE

TRABAJO FIN DE MÁSTER EN
 INGENIERÍA INDUSTRIAL



N.º DE ELEMENTO	ID. DE PIEZA	CANTIDAD
1	Carrocería Frontal	1
2	Carrocería der Inf	1
3	Carrocería der sup	1
4	Asiento	1
5	Chasis	1
6	Delantera moto	1
7	Trasera moto	1
8	Carrocería izq sup	1
9	Batería	1
10	Plancha unión batería	1
11	Controlador	1
12	Carrocería izq inf	1

UNIVERSIDAD DE LEÓN		<i>PROYECTO:</i>	
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIAL, INFORMÁTICA Y AEROSPAECIAL		DISEÑO DE UNA MOTOCICLETA DE COMPETICIÓN INFANTIL PARA SU IMPLEMENTACIÓN EN UN ENTORNO DE REALIDAD AUMENTADA	
<i>PLANO:</i>	MOTOCICLETA VISTA EXPLOSIONADA	<i>ESCALA:</i>	1:10
		<i>FECHA:</i>	FEBRERO 2022
<i>EL ALUMNO:</i>	ALEJANDRO MOLINA ALFAYATE	TRABAJO FIN DE MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	
		2	



ESCALA 1:10

ESCALA 1:5

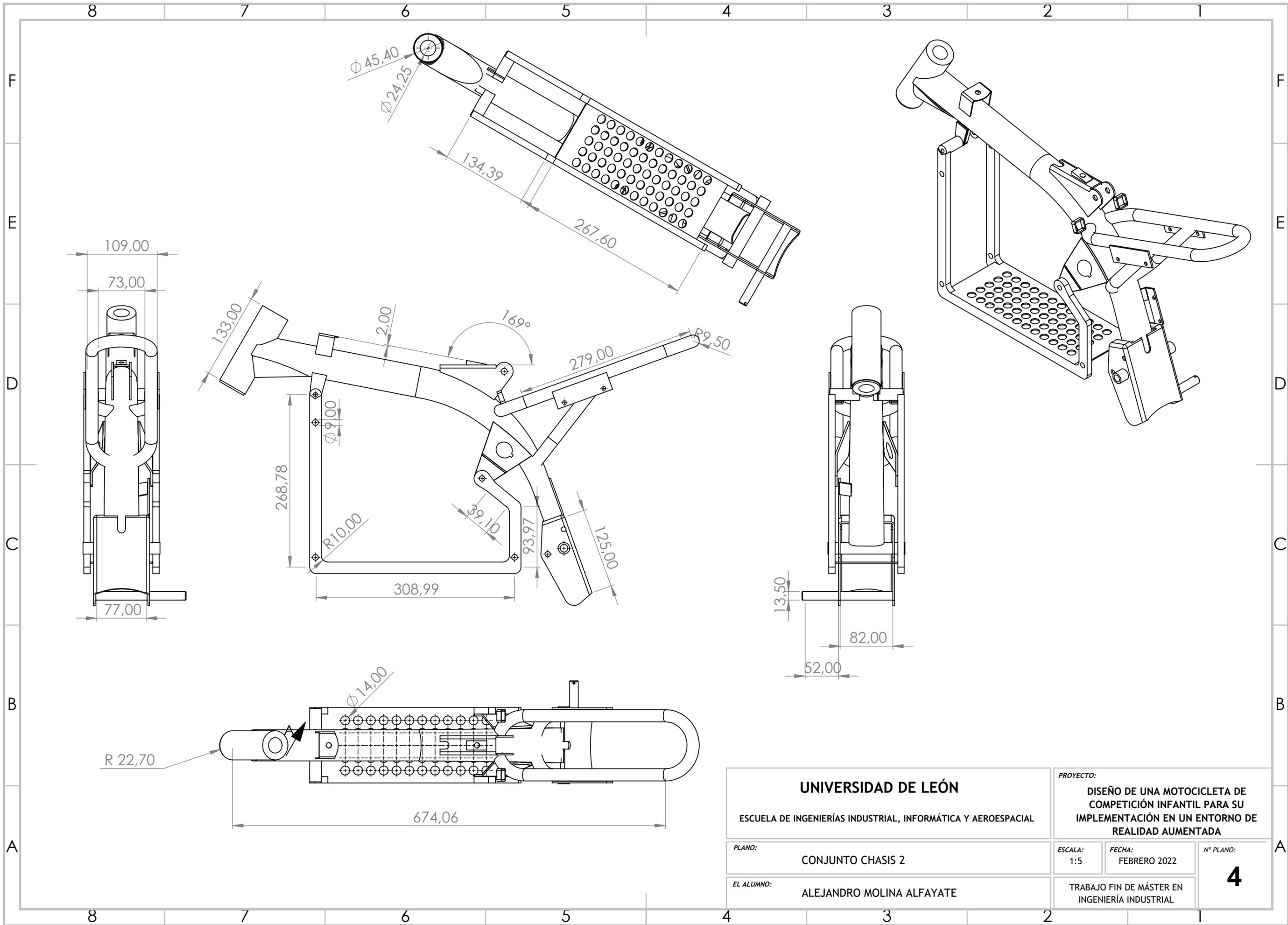
ESCALA 1:2

ESCALA 1:2

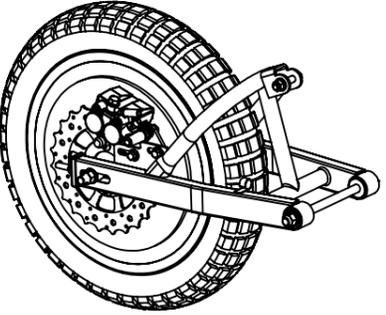
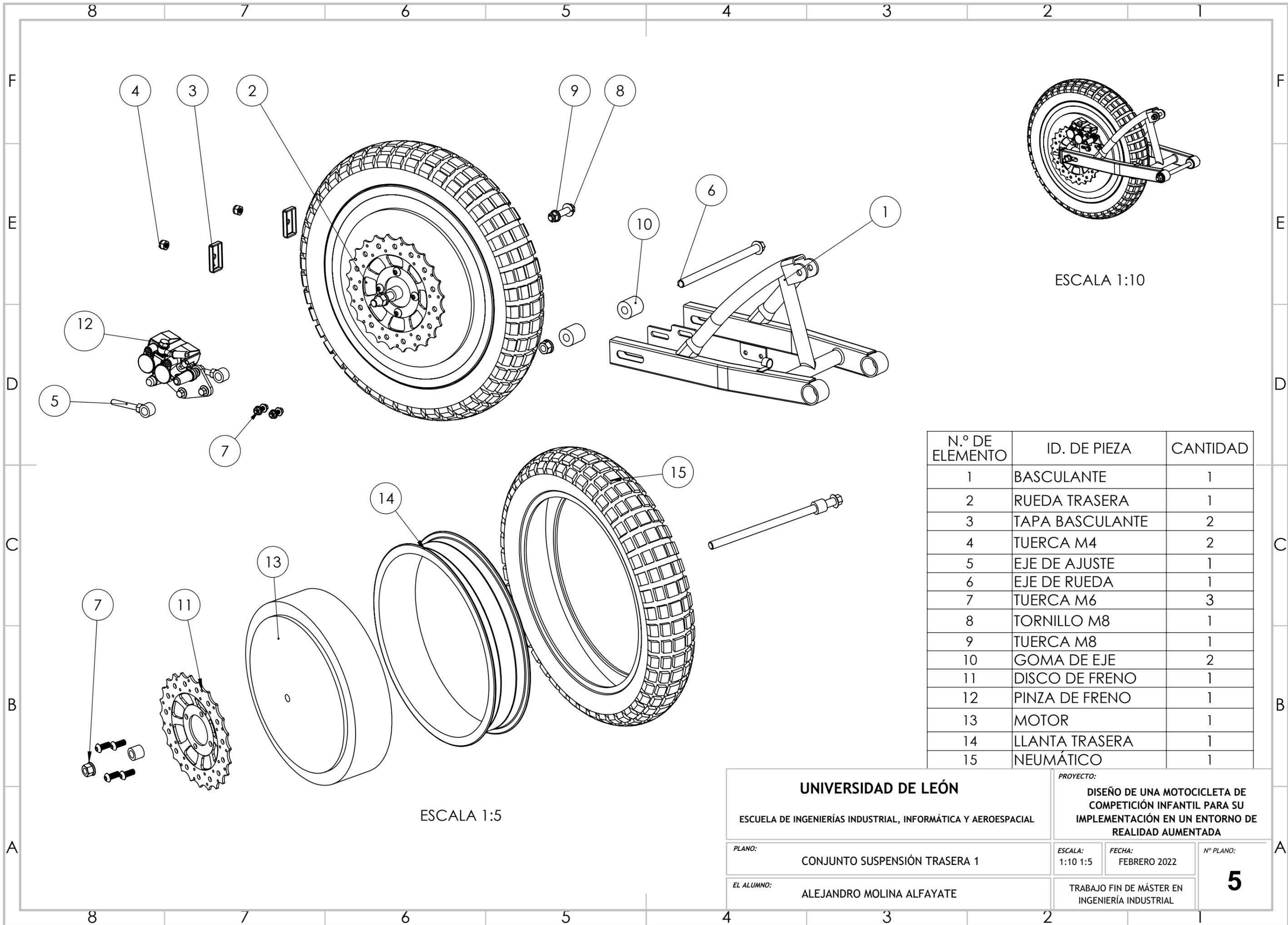
ESCALA 1:5

N.º DE ELEMENTO	ID. DE PIEZA	CANTIDAD
1	Chasis	1
2	Tornillo m6x20	2
3	Pistón de freno trasero	1
4	Arandela m8	2
5	Fuelle freno trasero	1
6	Varilla freno trasero	1
7	Codo freno trasero	1
8	Tornillo m8X30	1
9	Eje freno pistón	1
10	Unión eje pistón	1
11	Tuerca m6	1
12	Pedal de freno	1
13	Arandela m6	1
14	Anclaje pedal	1

UNIVERSIDAD DE LEÓN ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIAL, INFORMÁTICA Y AEROESPACIAL		PROYECTO: DISEÑO DE UNA MOTOCICLETA DE COMPETICIÓN INFANTIL PARA SU IMPLEMENTACIÓN EN UN ENTORNO DE REALIDAD AUMENTADA	
PLANO: CONJUNTO CHASIS 1		ESCALA: 1:10 1:5 1:2	FECHA: FEBRERO 2022
EL ALUMNO: ALEJANDRO MOLINA ALFAYATE		TRABAJO FIN DE MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	



UNIVERSIDAD DE LEÓN		<i>PROYECTO:</i>	
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIAL, INFORMÁTICA Y AEROSPAECIAL		DISEÑO DE UNA MOTOCICLETA DE COMPETICIÓN INFANTIL PARA SU IMPLEMENTACIÓN EN UN ENTORNO DE REALIDAD AUMENTADA	
<i>PLANO:</i>	CONJUNTO CHASIS 2	<i>ESCALA:</i>	<i>FECHA:</i>
		1:5	FEBRERO 2022
<i>EL ALUMNO:</i>	ALEJANDRO MOLINA ALFAYATE	<i>TRABAJO FIN DE MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL</i>	
		4	

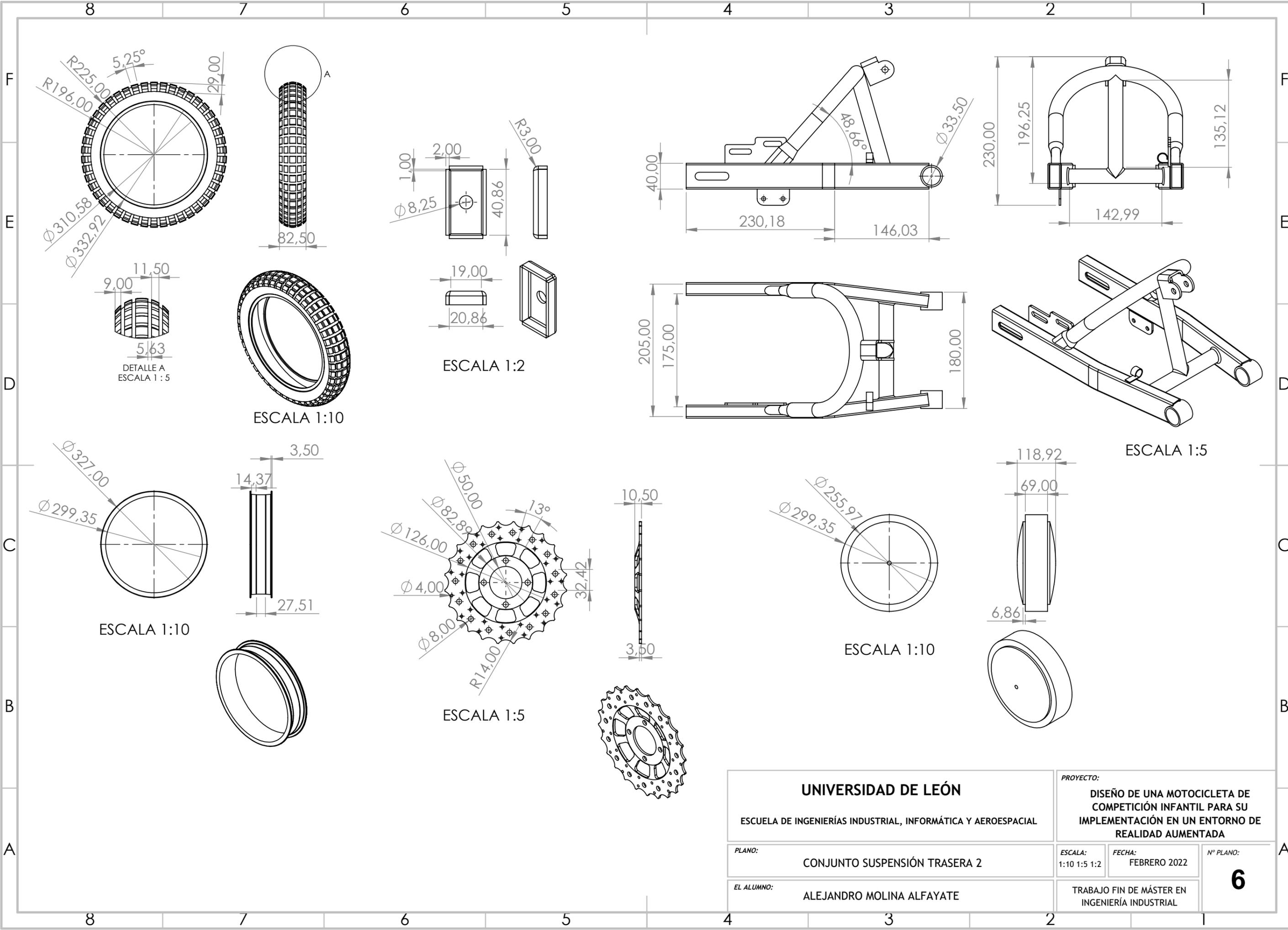


ESCALA 1:10

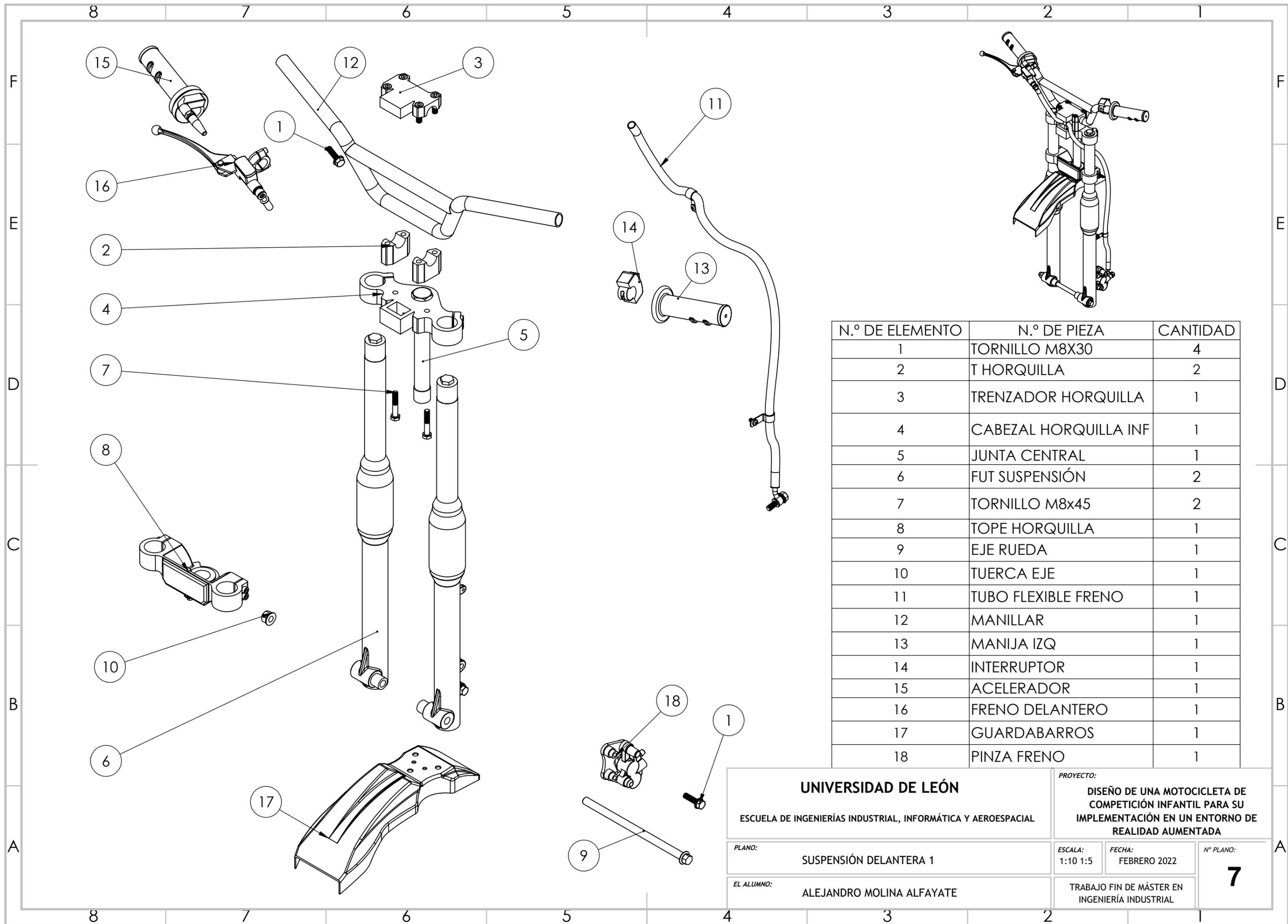
ESCALA 1:5

N.º DE ELEMENTO	ID. DE PIEZA	CANTIDAD
1	BASCULANTE	1
2	RUEDA TRASERA	1
3	TAPA BASCULANTE	2
4	TUERCA M4	2
5	EJE DE AJUSTE	1
6	EJE DE RUEDA	1
7	TUERCA M6	3
8	TORNILLO M8	1
9	TUERCA M8	1
10	GOMA DE EJE	2
11	DISCO DE FRENO	1
12	PINZA DE FRENO	1
13	MOTOR	1
14	LLANTA TRASERA	1
15	NEUMÁTICO	1

UNIVERSIDAD DE LEÓN		<i>PROYECTO:</i> DISEÑO DE UNA MOTOCICLETA DE COMPETICIÓN INFANTIL PARA SU IMPLEMENTACIÓN EN UN ENTORNO DE REALIDAD AUMENTADA	
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIAL, INFORMÁTICA Y AEROESPACIAL		TRABAJO FIN DE MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	
<i>PLANO:</i>	CONJUNTO SUSPENSIÓN TRASERA 1	<i>ESCALA:</i> 1:10 1:5	<i>FECHA:</i> FEBRERO 2022
<i>EL ALUMNO:</i>	ALEJANDRO MOLINA ALFAYATE	5	

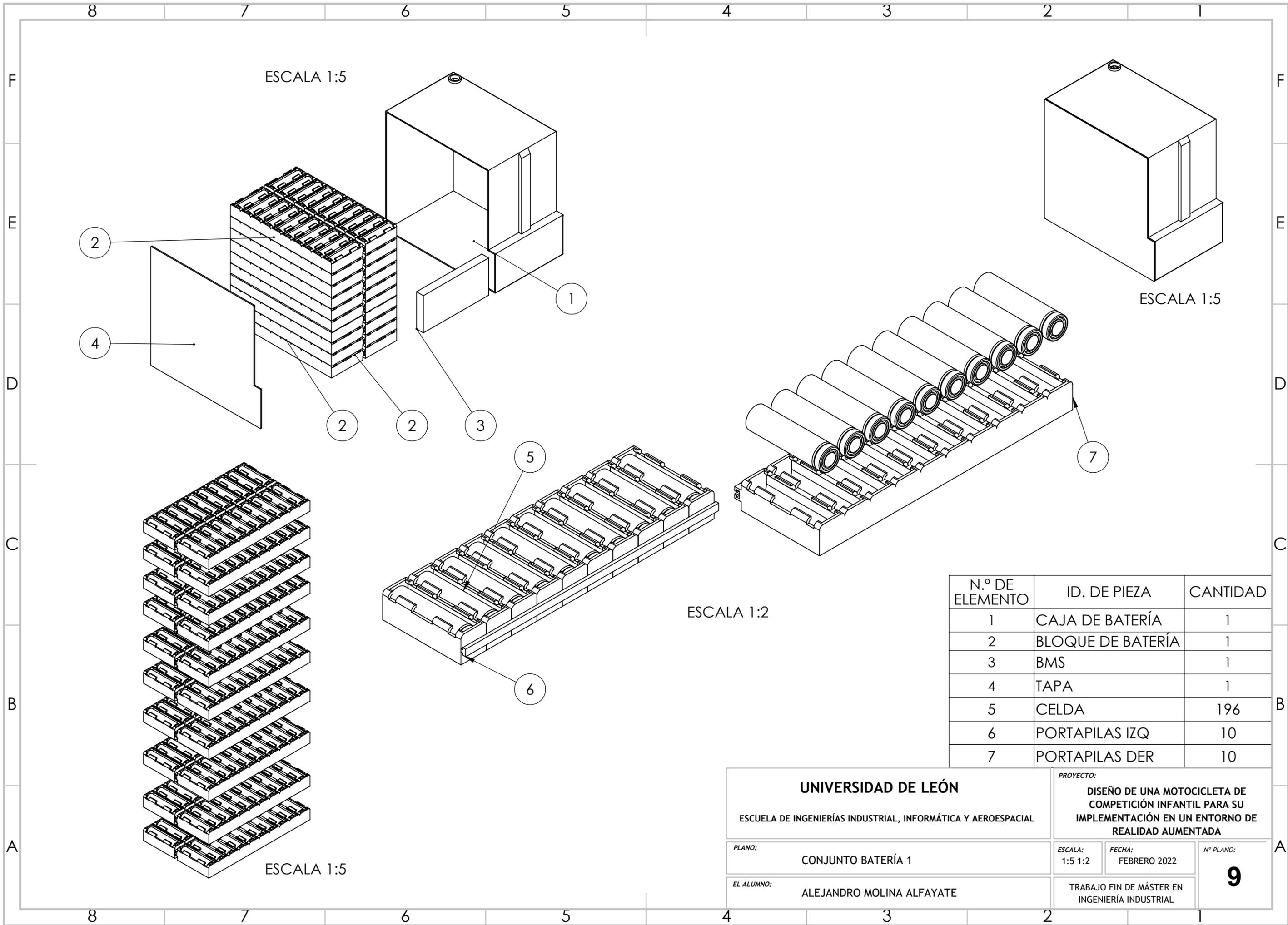


UNIVERSIDAD DE LEÓN		<small>PROYECTO:</small> DISEÑO DE UNA MOTOCICLETA DE COMPETICIÓN INFANTIL PARA SU IMPLEMENTACIÓN EN UN ENTORNO DE REALIDAD AUMENTADA	
<small>ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIAL, INFORMÁTICA Y AEROSPAECIAL</small>		<small>ESCALA:</small> 1:10 1:5 1:2	
<small>PLANO:</small> CONJUNTO SUSPENSIÓN TRASERA 2		<small>FECHA:</small> FEBRERO 2022	<small>Nº PLANO:</small> 6
<small>EL ALUMNO:</small> ALEJANDRO MOLINA ALFAYATE		<small>TRABAJO FIN DE MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL</small>	



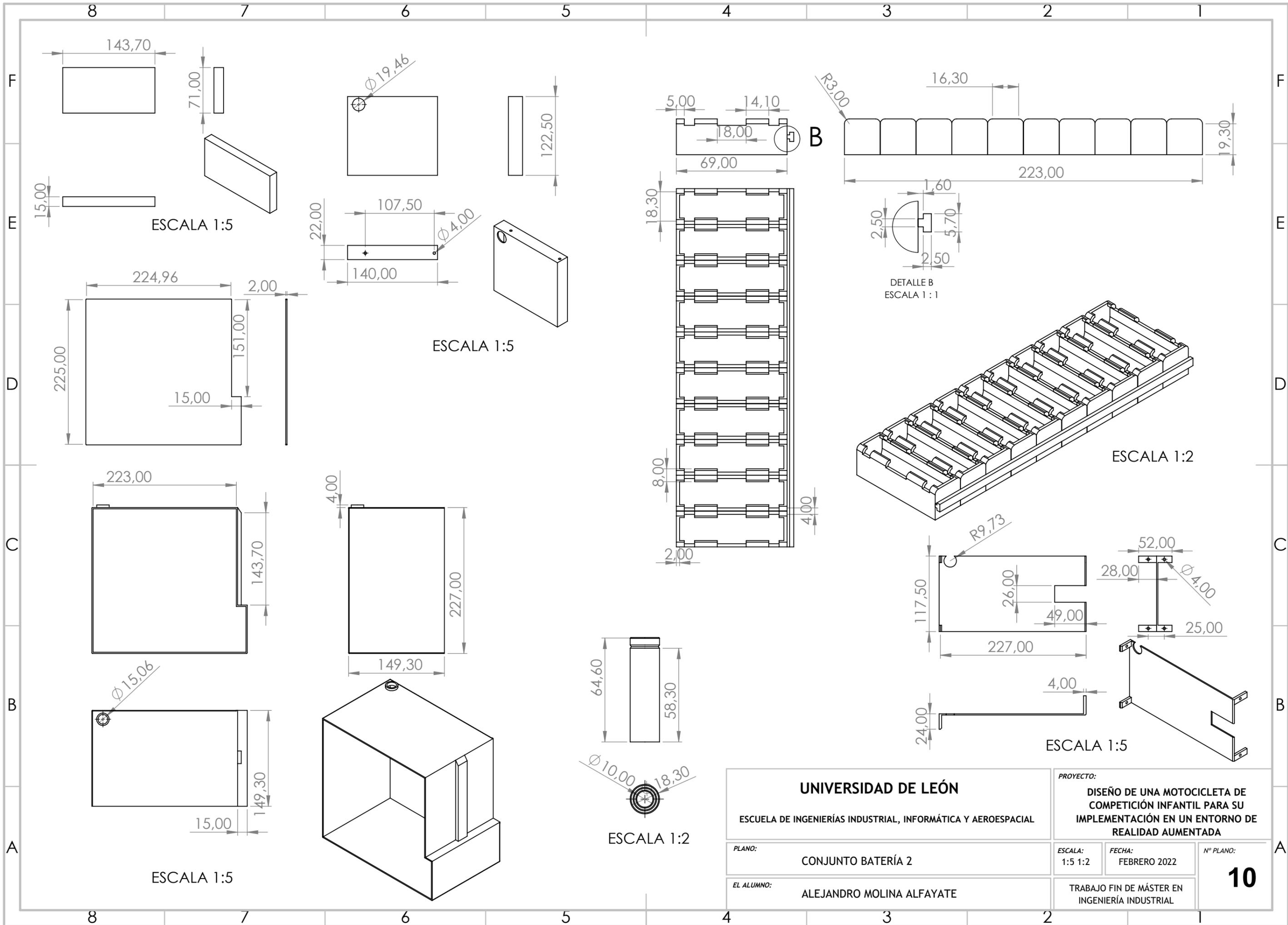
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	TORNILLO M8X30	4
2	T HORQUILLA	2
3	TRENZADOR HORQUILLA	1
4	CABEZAL HORQUILLA INF	1
5	JUNTA CENTRAL	1
6	FUT SUSPENSIÓN	2
7	TORNILLO M8x45	2
8	TOPE HORQUILLA	1
9	EJE RUEDA	1
10	TUERCA EJE	1
11	TUBO FLEXIBLE FRENO	1
12	MANILLAR	1
13	MANIJA IZQ	1
14	INTERRUPTOR	1
15	ACELERADOR	1
16	FRENO DELANTERO	1
17	GUARDABARROS	1
18	PINZA FRENO	1

UNIVERSIDAD DE LEÓN		<i>PROYECTO:</i>	
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIAL, INFORMÁTICA Y AEROESPACIAL		DISEÑO DE UNA MOTOCICLETA DE COMPETICIÓN INFANTIL PARA SU IMPLEMENTACIÓN EN UN ENTORNO DE REALIDAD AUMENTADA	
<i>PLANO:</i>	SUSPENSIÓN DELANTERA 1	<i>ESCALA:</i>	<i>FECHA:</i>
		1:10 1:5	FEBRERO 2022
<i>EL ALUMNO:</i>	ALEJANDRO MOLINA ALFAYATE	TRABAJO FIN DE MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	
		7	



N.º DE ELEMENTO	ID. DE PIEZA	CANTIDAD
1	CAJA DE BATERÍA	1
2	BLOQUE DE BATERÍA	1
3	BMS	1
4	TAPA	1
5	CELDA	196
6	PORTAPILAS IZQ	10
7	PORTAPILAS DER	10

UNIVERSIDAD DE LEÓN		<i>PROYECTO:</i>	
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIAL, INFORMÁTICA Y AEROESPACIAL		DISEÑO DE UNA MOTOCICLETA DE COMPETICIÓN INFANTIL PARA SU IMPLEMENTACIÓN EN UN ENTORNO DE REALIDAD AUMENTADA	
<i>PLANO:</i>	CONJUNTO BATERÍA 1	<i>ESCALA:</i>	<i>FECHA:</i>
		1:5 1:2	FEBRERO 2022
<i>EL ALUMNO:</i>	ALEJANDRO MOLINA ALFAYATE	TRABAJO FIN DE MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	



UNIVERSIDAD DE LEÓN		<i>PROYECTO:</i>	
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIAL, INFORMÁTICA Y AEROSPAZIAL		DISEÑO DE UNA MOTOCICLETA DE COMPETICIÓN INFANTIL PARA SU IMPLEMENTACIÓN EN UN ENTORNO DE REALIDAD AUMENTADA	
<i>PLANO:</i>	CONJUNTO BATERÍA 2	<i>ESCALA:</i>	<i>FECHA:</i>
		1:5 1:2	FEBRERO 2022
<i>EL ALUMNO:</i>	ALEJANDRO MOLINA ALFAYATE	<i>TRABAJO FIN DE MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL</i>	
		Nº PLANO: 10	