



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA



**ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES**

**Expresión Gráfica, Diseño y Proyectos**

**Expresión Gráfica en la Ingeniería**

# **TRABAJO FIN DE GRADO**

**Motorización de un SurfSkate**

Grado en

Diseño Industrial y Desarrollo del Producto

Autor: Samuel Martínez Pérez

Tutor: Francisca José Castillo Rueda

MÁLAGA, Junio de 2025

## Resumen del proyecto

Este proyecto consiste en el diseño de un sistema de motorización compatible con la mayoría de los surfskate del mercado, que permita una sesión de entrenamiento más fiel a la realidad.

## Abstract

This project involves the design of a motorization system compatible with most surfskates on the market, aimed at enabling a training session that more accurately replicates real surfing conditions.

## Vocabulario:

- Surfskate: es un tipo de patineta diseñada para imitar la sensación de surfear sobre el asfalto. A diferencia de un skate/monopatín tradicionales, el eje delantero del surfskate tiene un mecanismo especial que permite giros más amplios y fluidos, simulando los movimientos que se hacen sobre una ola.

## **Capítulo 1**

### **Índice**

CAPÍTULO 1:

**ÍNDICE:**

CAPÍTULO 1.....	4
ÍNDICE.....	5
CAPÍTULO 2.....	8
2.1 Objeto.....	9
2.1.1 El mercado.....	9
2.1.2 El cliente.....	9
2.1.3 Tecnología necesaria:.....	10
2.2 Alcance: .....	11
2.3 Antecedentes.....	12
2.4 Normas y Referencias.....	18
2.5 Plan de gestión de la calidad .....	19
2.6 Bibliografía.....	20
2.7 Requisitos de diseño.....	23
2.8 Análisis de soluciones y bocetos .....	24
2.9 Resultados finales:.....	25
2.10 Conclusiones y líneas de futuro.....	29
CAPÍTULO 3: Anexos.....	30
ANEXO A: Análisis de riesgos.....	31
ANEXO B: Matriz Pugh.....	35
ANEXO C: Idea del programa informático .....	37
ANEXO D: Ecodiseño.....	40
ANEXO E: Estudio de mercado .....	42
Skates eléctricos.....	42
Surfskates .....	47
Conclusiones.....	51
ANEXO F: Materiales .....	52
ANEXO G: Proceso de fabricación .....	55
ANEXO H: Embalaje y transporte .....	56

ANEXO I: Estudios realizados.....57

ANEXO J: Análisis comparativo de productos.....64

CAPÍTULO 4: Planos.....67

CAPÍTULO 5: Pliego De Condiciones.....72

CAPÍTULO 6: Mediciones.....82

CAPÍTULO 7: Presupuesto .....84

**ÍNDICE DE ILUSTRACIONES**

Ilustración 1: Surfista en polinesia. ....12

Ilustración 2: Sidewalk surfboard. ....13

Ilustración 3: Cadillac Wheels. ....13

Ilustración 4: Z-Boys. ....14

Ilustración 5: Tony Hawk.....15

Ilustración 6: Yuto Horigome, primer oro olímpico. ....16

Ilustración 7: Tabla swelltech. ....17

Ilustración 8: Bimotor. ....25

Ilustración 9: Base. ....25

Ilustración 10: Cierre. ....26

Ilustración 11: Tapa. ....26

Ilustración 12: Batería. ....26

Ilustración 13: Módulo de placa controladora. ....27

Ilustración 14: Giroscopio. ....27

Ilustración 15: ESP32. ....27

Ilustración 16: Matriz de riesgos. ....34

Ilustración 17: Matriz de Pugh modificada. ....35

Ilustración 18: Sistema de “snapping”. ....36

Ilustración 19: : Matriz Pugh. ....36

Ilustración 20: Plano inclinado. ....37

Ilustración 21: Surfista sobre plano inclinado. ....37

Ilustración 22: Circunferencia goniométrica. ....38

Ilustración 23: Rumbo del surfista. ....38

Ilustración 24: Concepto de la base del Encapsulado y la tapa. ....	40
Ilustración 25: Etapas clave. ....	40
Ilustración 26: MAXFIND M5 CONVERSION KIT. ....	42
Ilustración 27: WowGo 2S MAX Electric Skateboard. ....	43
Ilustración 28: MAXFIND FF PRO (NEW). ....	43
Ilustración 29: SKATE ELECTRICO - ONIRIQUE - Evolve x Loaded Boards.....	44
Ilustración 30: MEEPO MINI 5. ....	45
Ilustración 31: Skateboard Eléctrico Deca+. ....	46
Ilustración 32: Surfskate Ítalo Ferreira Pro Air. ....	47
Ilustración 33: LONGBOARD SURFSKATE CRUISING 30" OROBOROS. ....	47
Ilustración 34: SurfSkate Carver Job Pink Tiger 32.5 C7. ....	48
Ilustración 35: Hossegor 29" YOW Surfskate. ....	49
Ilustración 36: 34" Filipe Toledo #77. ....	50
Ilustración 37: Cable 10 AWG. ....	53
Ilustración 38: Cinta autoadhesiva. ....	54
Ilustración 39: Ejemplo de empaquetado con bolsas de aire.....	56
Ilustración 40: Presupuesto. ....	85

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Componentes. Fuente: Elaboración propia.....	75
Tabla 2: Elementos comprados. Fuente: Elaboración propia. ....	75

## **CAPÍTULO 2**

### **Memoria**

## CAPÍTULO 2:

### 2.1. Objeto

Tras la realización del estudio de mercado se decide realizar un dispositivo que mejore la experiencia de simulación del surf en asfalto de la manera más fiel posible a las sensaciones que se obtienen al realizar surf en el agua, mediante la motorización de los ya conocidos como "surfskate". Por tanto, se realizan los primeros bocetos conceptuales en base al estudio de mercado y las necesidades de los usuarios. Con esta información se procede a realizar el diseño de detalle junto al estudio de materiales y procesos de fabricación.

Una vez establecidas las bases del proyecto se procede a realizar una definición estratégica:

#### 2.1.1 El mercado

Este proyecto se centra en el mercado de skates que simulan el surf en exteriores y skates eléctricos. Dentro de éste se encuentra una multitud de productos, registrados en el estudio de mercado (Consultar ANEXO E), para adaptarse a las distintas necesidades y preferencias de los clientes. Tras el análisis del estudio se concluye que el mercado se puede dividir en dos grupos, skates especializados en la simulación del surf y skates eléctricos. Dentro del grupo de los skates eléctricos se utilizan diferentes sistemas de motorización.

#### 2.1.2 El cliente

La modalidad de surfskate suele atraer a personas que buscan la sensación de surfear fuera del agua, normalmente en espacios urbanos de ciudades lejos del mar, aunque también puede ser usado como herramienta para mejorar la técnica de ciertos movimientos del surf.

Algunos tipos de personas que podrían estar interesados en usar un surfskate motorizado son:

##### 1. Surfistas.

Son los principales usuarios del surfskate, ya que permite entrenar en seco movimientos de surf, como giros, lo que ayuda a mejorar su técnica en el agua. Estos se verían aún más beneficiados por la mayor fidelidad de la experiencia proporcionada por un surfskate motorizado.

##### 2. Skaters experimentados.

Algunos skaters que disfrutan del estilo "cruiser" (paseo) o de maniobras fluidas, pueden encontrar en el surfskate una opción para practicar giros más suaves y rápidos. Además sirve como segunda tabla para trayectos largos o paseos por sitios concurridos donde la capacidad de giro es algo necesario para evitar colisiones.

### 3. Principiantes en el surf o skate.

Estos pueden verse atraídos por este sistema gracias a sus anchos ejes y versatilidad, ya que muchos sistemas de surfskate cuentan con un sistema que permite la reducción del giro en el eje delantero, asemejando la tabla a un longboard tradicional más estable, teniendo así la capacidad de ir probando diferentes formas de patinar sin tener que contar con un skate diferente para cada modalidad. Además, al ser eléctrico, puede ser usado como medio de transporte en distancias medianamente largas, siendo de los sistemas que más variedad ofrece con solo un dispositivo, siendo más atractivo para aquellos que aún no tienen claro cuál es el estilo que más disfrutan.

### 4. Personas en zonas urbanas sin acceso al mar.

Para todos aquellos interesados en iniciarse al surf pero no viven cerca de la playa, un surfskate motorizado sería una alternativa perfecta para obtener la experiencia más similar al surf en un ambiente urbano.

### 5. Practicantes de deportes extremos en tablas.

Deportistas que practican otras modalidades de tabla, como el snowboard, el windsurf o el kitesurf, también podrían encontrar en el surfskate una manera de mejorar sus habilidades y coordinar movimientos que luego podrían trasladar a sus respectivos deportes.

En general, el surfskate es atractivo para cualquier persona que disfrute de deportes de equilibrio, giros fluidos y quiera experimentar una alternativa al surf en tierra firme.

## 2.1.3 Tecnología necesaria

En la realización de este proyecto se hará uso de elementos tecnológicos ya disponibles en el mercado, si bien, indicar que el desarrollo software necesario para la programación de elementos no ha sido desarrollado por extralimitarse de las competencias del grado cursado. No obstante, la idea principal que debería seguir este programa informático para relacionar eventos que ocurren en el plano físico a lenguaje matemático, se encuentra explicado en el Anexo C. El resto de tecnología se han pensado teniendo en cuenta los datos de entrada y salida con los que debe operar el sistema y los elementos estrictamente necesarios para llevar la simulación a la realidad y ofrecer la mejor experiencia de uso posible.

Esta tecnología incluye un sistema de propulsión por correa bimotor, un giroscopio de 3 ejes, una placa Arduino o similar con conexión Bluetooth, un controlador, una batería con suficiente potencia (consultar Anexo I), una cinta autoadhesiva de velcro y un encapsulado.

## 2.2 Alcance

A la hora de realizar un proyecto este se divide en distintas fases. Un ejemplo para la división de tareas en un proyecto es:

1. Detección de necesidades.
2. Estudios previos y búsqueda de información.
3. Definición de especificaciones.
4. Diseño Conceptual.
5. Selección de alternativas.
6. Diseño de detalle.
7. Validación.
8. Fabricación.
9. Venta.
10. Uso.
11. Retirada.

Para la realización de este proyecto se trabaja hasta la fase de detalle, con la realización de planos y renders. Por lo tanto, el alcance es hasta este punto. No se realizan tareas relacionadas con la fabricación y puesta en venta del producto, que comprenden de la fase siete hasta la once. Opcionalmente podría realizarse un prototipado con las herramientas y maquinaria disponibles en el taller de diseño del departamento Área de Expresión Gráfica en la Ingeniería de la Universidad de Málaga, pero debido a temas de presupuesto se ha descartado esta opción.

## 2.3 Antecedentes

### Historia del surf. Orígenes

El surf tiene sus raíces en las culturas polinesias, especialmente en Hawái, donde se le conocía como "*he'e nalu*" (deslizar sobre las olas). Para los hawaianos, el surf no era solo un deporte, sino una práctica espiritual y social vinculada a rituales y jerarquías. Los *ali'i* (jefes) usaban tablas de madera maciza (como las "*olo*", de hasta 7 metros) para demostrar su estatus. Con la colonización europea en el siglo XVIII, el surf fue reprimido por los misioneros, quienes lo consideraban inmoral. Sin embargo, a principios del siglo XX, figuras como Duke Kahanamoku, nadador olímpico y "padre del surf moderno", lo revitalizaron y lo difundieron globalmente (Warshaw, 2005). [3][5]



Ilustración 1. Surfista en polinesia. Fuente: <https://www.20minutos.es>

### Historia del Skateboarding. Orígenes y contexto histórico

El skateboarding nació en California (EE. UU.) a finales de los años 1940 y principios de los 1950, como una respuesta creativa de los surfistas que buscaban emular la sensación de deslizarse sobre las olas en días sin oleaje. Los primeros skateboards eran improvisados: tablas de madera (a menudo cajas de frutas o restos de madera contrachapada) unidas a ruedas metálicas de patines, conocidas como *roller skate trucks*. Estas primeras tablas, llamadas *sidewalk surfboards* (tablas de surf para la acera), eran inestables y peligrosas, pero capturaron la esencia de la cultura surfista californiana.



Ilustración 2. Sidewalk surfboard. Fuente: <https://patinayaprende.blogspot.com>

En los años 60, el skate comenzó a comercializarse. Marcas como Makaha y Hobie lanzaron las primeras tablas producidas en serie, diseñadas con formas inspiradas en tablas de surf cortas. Sin embargo, las ruedas de hierro o arcilla limitaban el control, lo que llevó a accidentes frecuentes y a un declive temporal en su popularidad.

La revolución técnica llegó en 1973 con Frank Nasworthy, quien introdujo las ruedas de poliuretano (marca Cadillac Wheels). Este material ofrecía mayor adherencia y suavidad, permitiendo maniobras más precisas y velocidades mayores. Además, en 1976, el diseño de la tabla curvada (con *kicktail* en la parte trasera) facilitó los giros y los trucos básicos, sentando las bases del skate moderno.



Ilustración 3. Cadillac Wheels. Fuente: <https://www.facebook.com>

### **Evolución del Skateboarding: De los 70 al Siglo XXI**

#### 1. Década de 1970: El nacimiento del vertical skating

- [4] Los Z-Boys (miembros del equipo Zephyr) de Dogtown, California, liderados por Stacy Peralta y Tony Alva, revolucionaron el skate al llevar la agresividad del surf a piscinas

vacías (*pool skating*) y paredes de cemento. Su estilo, influenciado por el surfista Larry Bertlemann, incluía movimientos como *bottom turns* y *carves*, que son giros cerrados en la ola.



Ilustración 4. Z-Boys. Fuente: <https://www.vans.com>

- En 1978, Alan Gelfand inventó el *ollie* (un salto sin manos), técnica que permitió despegar las tablas del suelo y dio paso a los trucos aéreos.

## 2. Década de 1980: La era del street skating

- Con la popularización de los skateparks, el foco se desplazó a la calle (*street skating*). Rodney Mullen, pionero del *freestyle*, desarrolló trucos como el *kickflip* y el *heelflip*, mientras que el *thrasher skateboard magazine* (1981) y el punk rock definieron la estética rebelde del deporte. [2]

- Marcas como *Vision Street Wear* y *Powell-Peralta* dominaron la industria, y videos como *The Bones Brigade Video Show* (1984) globalizaron la cultura.

## 3. Década de 1990: La explosión comercial

- La inclusión del skate en los *X Games* (1995) y videojuegos como *Tony Hawk's Pro Skater* (1999) lo llevaron a la corriente principal. Figuras como *Tony Hawk* (primer skater en lograr un 900°) se volvieron iconos. [6]

- El *street skating* se profesionalizó, con ligas como la *Street League Skateboarding* (2010) y patrocinios de grandes marcas.



Ilustración 5. Tony Hawk. Fuente: <https://www.tweaktown.com>

#### 4. Siglo XXI: Diversificación y olimpización

- En 2020, el skateboarding debutó en los Juegos Olímpicos de Tokio, con disciplinas como *street* y *park*. Atletas como *Nyjah Huston* y *Sky Brown* ganaron relevancia. [7] [1]

- Plataformas como Instagram y YouTube democratizaron el acceso, permitiendo que skaters de países sin tradición (ej: Brasil, India) sobresalieran.



Ilustración 6. Yuto Horigome, primer oro olímpico. Fuente: <https://www.rtve.es>

### Variantes del Skateboarding: Más Allá de la Tabla Estándar

#### 1. Longboarding:

Surgió en los 50-60 como una alternativa al skate tradicional. Tablas más largas (hasta 1.5 metros) y ruedas suaves permiten *cruising* (paseo urbano), *downhill* (descenso a alta velocidad) y *dancing* (pasos coreografiados sobre la tabla). Marcas como Sector 9 y Loaded Boards lideran este nicho. [8]

#### 2. Freestyle:

Popularizado por Rodney Mullen, combina trucos técnicos en superficies planas (ej: *primo slides*, *railstands*). Es una disciplina más artística y menos competitiva.

#### 3. Slalom:

Competiciones de velocidad entre conos, con raíces en los 70. Requiere tablas estrechas y flexibles para giros rápidos.

#### 4. Surfskate:

Tablas con ejes especiales (ej: *Carver Trucks*) que imitan el movimiento de surfear olas. Ideal para entrenamiento fuera del agua o en skateparks con bowls.



Ilustración 7. Tabla swelltech. Fuente: <https://www.surfandrock.tv>

### Relación Actual entre Surf y Skateboarding

#### 1. Influencias Técnicas Cruzadas:

- Movimientos como el *snake* (deslizarse en paredes de olas) o el *carve* se practican en ambos deportes. Surfistas como Kelly Slater usan skates para entrenar equilibrio en días sin olas.
- El surfskate ha creado un híbrido que atrae a ambas comunidades, con marcas como SwellTech y YOW diseñando tablas específicas.

## 2.4 Normas y Referencias

Para realizar la motorización del SurfSkate se siguen una serie de normas establecidas según la Asociación Española de Normalización y Certificación, entre otras entidades, que tratan de regular y normalizar la actividad económica de las empresas. Se intenta así conseguir un mejor servicio de las compañías a la sociedad y velar por el cuidado de los ciudadanos y el medio ambiente.

A continuación, se explican brevemente las normas que están en vigor y son las que se tienen en cuenta para la fabricación y desarrollo de este proyecto:

1. **Reglamento (UE) 2019/1020.**
2. **Directiva 2006/66/CE** (sobre pilas y acumuladores).
3. **Reglamento (UE) 2023/1542** (nuevo reglamento de baterías).
4. **Directiva 2011/65/UE (RoHS II).**
5. **Reglamento (CE) nº 1907/2006 (REACH).**
6. **Norma EN 50604-1.**
7. **Norma IEC 62133-2.**
8. **Norma UN 38.3.**
9. **Directiva 2014/30/UE (EMC).**
10. **Directiva 2014/35/UE (LVD).**
11. **Reglamento (UE) 2019/631** (si aplica por integración en vehículos).
12. **Reglamento (UE) 2020/740** (etiquetado, si aplica por componentes).
13. **Marcado CE.**
14. **Reglamento General de Seguridad de Productos (UE) 2023/988.**
15. **Reglamento CLP (CE) nº 1272/2008.**
16. **Norma EN IEC 60335-1.**
17. **EN 13613** — Equipamiento deportivo – Patinetas – Requisitos de seguridad y métodos de ensayo.
18. **UNE-EN 60674-3-3:1999:** “Especificación para películas plásticas para usos eléctricos. Especificaciones para materiales particulares. Para películas de policarbonato”: Requisitos que debe tener el policarbonato para usos eléctricos.
19. **UNE-EN ISO 21305-1:2020:** “Plásticos. Materiales de policarbonato (PC) para moldeo y extrusión”: estable un sistema de designación para materiales de policarbonato (PC) para moldeo y extrusión, con los métodos de procesado y propiedades importantes.

## 2.5 Plan de gestión de la calidad

Para asegurar la calidad durante la realización del proyecto, se han llevado a cabo diferentes procesos de organización.

Se ha llevado a cabo el proyecto avanzando de manera individual durante las mañanas y realizando una monitorización con la tutora una vez completadas cada una de las partes significativas del proyecto, además de tutorías semanales, los miércoles, para asegurar el correcto progreso del proyecto. Durante estas tutorías se le señalaban al alumno los errores y partes a mejorar que serían corregidas antes de la siguiente reunión. Además de estas tutorías se mantuvo el contacto por correo electrónico para solucionar dudas puntuales respecto a la realización del proyecto.

El proyecto se divide en varias partes para su adecuada realización, las cuales se pueden observar en los diferentes capítulos y Anexos de este documento. Con esta organización, se ha logrado alcanzar un plazo de entrega del proyecto conveniente, con un margen de tiempo para cualquier posible corrección de errores o modificaciones previas a la entrega final.

## 2.6 Bibliografía

- [1] Beal, B. (1996). Alternative masculinity and its effects on gender relations in the subculture of skateboarding. *Journal of Sport Behavior*, 19(3), 204–220.
- [2] Borden, I. (2001). *Skateboarding, Space and the City: Architecture and the Body*. Berg Publishers.
- [3] Brooke, M. (1999). *The Concrete Wave: The History of Skateboarding*. Warwick Publishing.
- [4] Stecyk, C., & Hawk, T. (2000). *Dogtown: The Legend of the Z-Boys*. Burning Flags Press.
- [5] Warshaw, M. (2005). *The History of Surfing*. Chronicle Books.
- [6] Hawk, T., & Mortimer, S. (2000). *\*Hawk: Occupation: Skateboarder\**. HarperCollins.
- [7] International Olympic Committee. (2021). *\*Skateboarding debuts at Tokyo 2020\**. <https://olympics.com>
- [8] Mullen, R. (2004). *\*The Mutt: How to Skateboard and Not Kill Yourself\**. HarperEntertainment.
- [9] Dey, A., & Debnath, N. C. (2020). *Electric Vehicles: Prospects and Challenges*. Springer.
- [10] IATA. (2023). *Battery-powered Mobility Aids Guidelines*. Retrieved from <https://www.iata.org>
- [11] Meier, M., & Kiefer, R. (2019). *Design and Development of Electric Skateboards*. Technical University of Munich.
- [12] Mellow Boards. (2022). *Tech Specs and Battery Safety Information*. Retrieved from <https://www.mellowboards.com>
- [13] Boosted Boards. (2020). *Battery and Range Overview*. Retrieved from <https://www.boostedusa.com>
- [14] Pheasant, S., & Haslegrave, C. M. (2006). *Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work* (3rd ed.). CRC Press.
- [15] NASA. (1995). *Man-Systems Integration Standards (NASA-STD-3000)*. National Aeronautics and Space Administration.
- [16] San Diego State University. (2012). *Anthropometry and Biomechanics Laboratory Data Set*.
- [17] Carver Skateboards. (2023). *Product Specs and Technology Overview*. Recuperado de <https://www.carverskateboards.com>
- [18] YOW Surf. (2023). *Surfskate Guide and Technical Specs*. Recuperado de <https://www.yowsurf.com>
- [19] González, J. M., & Villafañe, M. (2019). *Ergonomía y diseño centrado en el usuario*. Ediciones UPC.

- [20] Dirección General de Tráfico. (2022). Manual de características de los vehículos de movilidad personal. Boletín Oficial del Estado, núm. 309, de 26 de diciembre de 2022. [https://www.boe.es/eli/es/res/2022/01/12/\(1\)](https://www.boe.es/eli/es/res/2022/01/12/(1))
- [21] Single Quiver Surf Shop. (24 nov 2021). 🤖 ¿CÓMO ELEGIR TU SURFSKATE? 🛠️ Te enseñamos los SECRETOS de TODAS las marcas [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com>
- [22] Surfskate Love. (11 jun 2023) . 10 Cheap Surfskates to Avoid—and 2 Good Ones [Video]. YouTube <https://www.youtube.com>
- [23] Surf n Show Reviews. (2 ene 2023). The Best Surfskates to Improve Your Surfing [Video]. YouTube <https://www.youtube.com>
- [24] Asociación Española de Normalización y certificación. (1999). Especificación para películas plásticas para usos eléctricos. Especificaciones para materiales particulares. Para películas de policarbonato (UNE-EN 60674-3-3:1999).
- [25] Asociación Española de Normalización y certificación. (2020). Plásticos. Materiales de policarbonato (PC) para moldeo y extrusión (UNE-EN ISO 21305-1:2020).
- [26] Simón Fernández, X., Copena Rodríguez, D., Pérez Neira, D., Delgado Cabeza, M., & Soler Montiel, M. (2014). Alimentos kilométricos y gases de efecto invernadero: Análisis del transporte de las importaciones de alimentos en el Estado español (1995-2007). Revibec: revista de la Red Iberoamericana de Economía Ecológica, 22, 0001-16.
- [27] Emedec. (2020, 25 septiembre). Planchas de Policarbonato: tipos y usos - Emedec. Emedec. Recuperado 24 de mayo de 2025, de <https://www.emedec.com>
- [28] Moldeo por inyección de plásticos. (s. f.). Recuperado 25 de mayo de 2025, de <https://www.protolabs.com>
- [29] De Tecnología Del Plástico, D. R. M. P. (2023, 8 marzo). Moldeo por inyección: todo lo que necesita saber. Plastico. Recuperado 25 de mayo de 2023, de <https://www.plastico.com>
- [30] Solistica. (2022, 12 julio). Consideraciones al elegir el mejor medio de transporte para tu ruta comercial [Infografía]. medios de transporte. Recuperado 24 de mayo de 2025, de <https://blog.solistica.com>
- [31] AliExpress. (s.f.). [Módulo de placa controladora L298N]. <https://es.aliexpress.com>
- [32] Giamalaki, M., & Papanikolaou, N. (2022). *Optimal bidding strategy of an electric vehicle aggregator in day-ahead and reserve markets*. *Energies*, \*15\*(21), 8193. <https://doi.org/10.3390/en15218193>
- [33] Inch Calculator. (n.d.). *Watt-hours to joules conversion calculator*. Inch Calculator. <https://www.inchcalculator.com>
- [34] Bubeck, S., Chandrasekaran, V., Eldan, R., Gehrke, J., Horvitz, E., Kamar, E., Lee, P., Lee, Y. T., Li, Y., Lundberg, S., Nori, H., Palangi, H., Ribeiro, M. T., & Zhang, Y. (2023). \*Sparks of artificial general intelligence: Early experiments with GPT-4\*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2310.03421>

- [35] BricoGeek. (n.d.). \*Módulo GY-521 – Acelerómetro y Giroscopio MPU-6050\* [Product page]. BricoGeek Tienda. <https://tienda.bricogeek.com>
- [36] PCComponentes. (n.d.). \*Módulo MPU-6050 - Giroscopio de 3 ejes compatible con Arduino\* [Product page]. PCComponentes. <https://www.pccomponentes.com>
- [37] BricoGeek. (n.d.). \*SparkFun 9DOF IMU Breakout - ICM-20948 (Qwiic)\* [Product page]. BricoGeek Tienda. <https://tienda.bricogeek.com>
- [38] BricoGeek. (n.d.). \*SparkFun VR IMU - BNO080 (Qwiic)\* [Product page]. BricoGeek Tienda. <https://tienda.bricogeek.com>
- [39] Farnell. (n.d.). \*ADXRS453BEYZ - MEMS Gyroscope, 3.5 → 25V, LCC-14\* [Product page]. Farnell España. <https://es.farnell.com>
- [40] Melopero. (n.d.). *Adafruit Bluefruit LE - Módulo Bluetooth LE para Arduino* [Product page]. Melopero. <https://melopero.com>
- [41] SparkFun Electronics. (n.d.). *SparkFun ESP32 Thing* [Product page]. SparkFun. <https://www.sparkfun.com>
- [42] Adafruit. (n.d.). \*Adafruit Feather HUZZAH32 - ESP32 Development Board\* [Product page]. Adafruit. <https://www.adafruit.com>
- [43] BricoGeek. (n.d.). \*TTGO T-Beam - ESP32 con WiFi, GPS NEO-6M y LoRa 900 MHz\* [Product page]. BricoGeek Tienda. <https://tienda.bricogeek.com>
- [44] AliExpress. (n.d.). \*MPU6050 Module - 3-Axis Gyroscope + Accelerometer Sensor for Arduino\* [Product page]. AliExpress España. <https://es.aliexpress.com>
- [45] AliExpress. (n.d.). \*MPU-6050 3-axis gyroscope and accelerometer module\* [Product page]. AliExpress España. <https://es.aliexpress.com>
- [46] Amazon. (s.f.). *Batería bicicleta eléctrica 36V 10S4P 14Ah batería de litio 18650 batería de alta potencia e-bike bicicleta eléctrica BMS + cargador de 42V*. Amazon.es. <https://www.amazon.es>

## 2.7 Requisitos de diseño

Se comienza realizando un estudio de mercado, en el que se observa la diversidad de surfskates que se encuentran, (consultar el ANEXO E).

Una vez revisados los SurfSkates del mercado se podría llegar a la conclusión de que simplemente se podría motorizar un SurfSkate ya existente con uno de los Kits de motorización ya disponibles, pero esto no satisface las necesidades del cliente objetivo de este proyecto. Para ello es necesario incluir en el conjunto el uso de un giroscopio, un Arduino y conexión bluetooth, junto con un programa informático que controle la potencia suministrada a los motores. Todo esto permite proporcionar una experiencia que se asemeja lo máximo posible a la de surfear una ola de verdad.

Mediante los sistemas de ejes y tablas actuales que hay en el mercado, podemos replicar de manera más o menos realista la experiencia y uso de la tabla de surf en el agua, pero este sistema tiene sus limitaciones.

Estos sistemas de SurfSkate no ponen la tabla en movimiento para acelerarla o frenarla, todos y cada uno de los cambios de velocidad los realiza el usuario mediante giros y técnicas. Esto no es del todo fiel a la realidad del agua. Un surfista en el agua tiene en cuenta un factor fundamental, la ola, ya que la velocidad y tamaño de esta va a influir enormemente en la experiencia vivida durante la realización del deporte. La fuerza e impulso que proporciona la ola no se puede replicar simplemente con un motor ya que este va a proporcionar fuerza independientemente de la dirección hacia la que se dirija, al contrario de la ola en el mar. Una ola te impulsa en dirección a la orilla pero te frena al ir en dirección contraria a esta. Además gran parte de las técnicas que practican los usuarios de SurfSkates para entrenar implican giros rápidos de subidas y bajadas de las olas, donde estas deberían frenarlos o acelerarlos.

También se podría llegar a la idea de que lo más recomendable sería vender el surfskate entero (eje delantero, trasero, tabla, baterías etc) pero gran parte de los usuarios tiene preferencias por algún sistema específico y estas preferencias están ligadas a gustos personales (según las opiniones leídas en reviews en la plataforma de YouTube). Por lo tanto al vender solo el sistema que se puede instalar en el SurfSkate preferido de cada usuario, amplía mucho el mercado y abarata mucho el producto, haciéndolo más versátil y asequible para el consumidor.

Tras aclarar estas cuestiones se enumeran las especificaciones de diseño:

- Proporcionar un producto que sea compatible con los sistemas de surfskate más comunes del mercado (Yow, Carver, SmoothStar...), adaptándose a sus tablas. Esto incluye:
  - No contar con una altura superior a los 100mm.
  - No contar con una anchura superior a los 250mm.
  - No contar con un largo superior a los 400mm.
  - Dejar espacio para el movimiento de las ruedas y la inclinación de la tabla.
- Contar con un sistema que permita conocer el rumbo del surfskate.
- Contar con un sistema que procese información.
- Contar con un sistema que permita acelerar y frenar el surfskate.

## 2.8 Análisis de problemas y soluciones

El principal problema de los surfskates tradicionales es la ausencia de un elemento clave en la práctica del surf, la ola. Esta aporta una fuerza continua y direccional. Es decir, si la punta de la tabla se encuentra perpendicular a la orilla, la ola suministra la mayor cantidad de fuerza, mientras que si la dirección en la que se mueve la tabla es paralela a la orilla, la ola no otorga ninguna velocidad. En los surfskate tradicionales no encontramos esta mecánica, por lo que la experiencia de uso es diferente, dependiendo de técnicas como el bombeo para poder coger velocidad.

Para buscar una solución a este problema se realiza una tormenta de ideas de las cuales se han recopilado las más destacadas de entre las descartadas:

- **Plataforma oscilante controlada hidráulicamente** que simule olas con variaciones en intensidad y dirección.
- **Terreno curvado tipo "half-pipe"** como en skateparks para emular el movimiento de las olas en una superficie seca.
- **Motores lineales** para desplazar la tabla lateralmente y simular desplazamiento sobre una ola.
- **Plataforma giratoria** con inclinación dinámica, que permita trabajar giros y maniobras como en el skate de bowl.
- **"Balance board" móvil.** Una tabla sobre un conjunto de rodillos motorizados sobre los que se debe hacer equilibrio al mismo tiempo que estos giran y se mueven.
- **Realidad virtual.** Para mejorar la inmersión sensorial a nivel de vista, aunque no acompañe la aceleración del cuerpo.

Ninguna de estas ideas era viable, ya sea debido a los altos costes de producción o al poco alcance del producto.

Es necesario aclarar que algunas de las ideas, surgidas tras la implementación de esta metodología, podrían llevarse a cabo, pero su desarrollo no es objeto de este proyecto, al no entrar en las competencias del grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto. Concretamente la implementación de realidad virtual, para mejorar la experiencia de uso; o la de añadir un apartado social en la aplicación de control, que permita comparar entrenamientos entre contactos, mejorando la experiencia de uso de los usuarios y animándolos a usar más el producto compartir datos con amigos.

Finalmente, la solución elegida fue la de una tabla con un motor que aportara y redujera potencia según el rumbo de la misma. Las características de la misma se describen en el ANEXO B.

## 2.9 Resultados finales

A continuación, se presenta el resultado final del proyecto de motorización de un surfskate. Diseñado para ofrecer una mejora a un surfskate y otorgar la mejor experiencia del mercado, en cuanto a simulación de surf, a un precio razonable. Este sistema busca satisfacer las necesidades del cliente, adaptándose al mismo, para recrear la sensación de surfear más realista posible, otorgando un valor que no ofrece ningún otro producto en el mercado.

El producto cuenta con una serie de elementos:

- Sistema bimotor de transmisión por correa que se conecta a la base de un encapsulado.



Ilustración 8. Bimotor. Fuente: <https://es.aliexpress.com>

- La base de este encapsulado tiene unas dimensiones máximas de 474 x 251 x 69 mm. Cuenta con espacio en su interior para la batería y el resto de sistemas electrónicos, los cuales se protegen con una estructura de 4 nervios. Se estrecha en los extremos lo que permite dejar hueco para las ruedas durante las maniobras. En uno de sus extremos cuenta con 8 agujeros para adaptarse a los diferentes ejes del mercado, aprovechando su tornillería para sujetarse a la tabla. Este encapsulado se cierra mediante cierres con un sistema de snapping a una tapa.

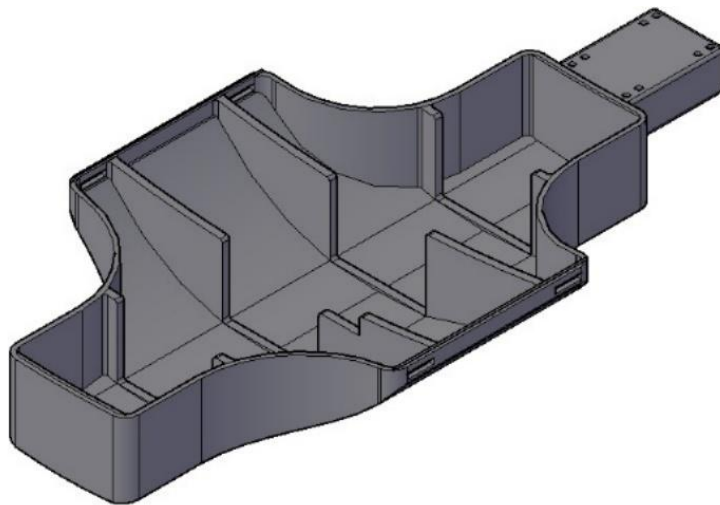


Ilustración 9. Base. Fuente: Elaboración propia.

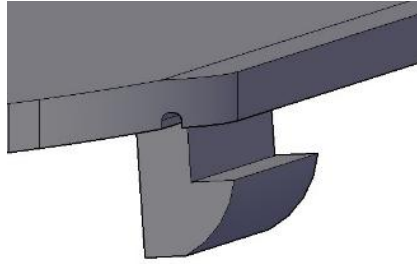


Ilustración 10. Cierre. Fuente: Elaboración propia.

- La tapa se une a la base del encapsulado mediante el ya mencionado sistema de snapping y se une a la tabla para mayor fijación y seguridad mediante cintas autoadhesivas de velcro.

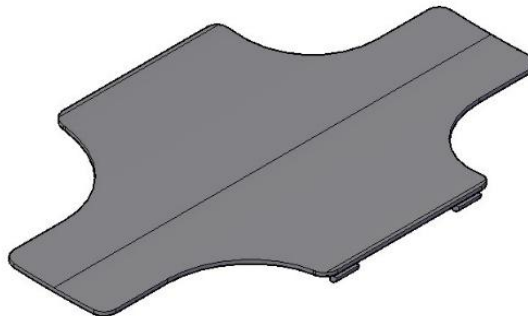


Ilustración 11. Tapa. Fuente: Elaboración propia.

- En el interior del encapsulado se encuentra:
  - o Una batería con una configuración de 10S4P y unas dimensiones de 370 x 68 x 48mm.



Ilustración 12. Batería. Fuente: <https://www.amazon.es>

- o Un módulo de placa controladora L298N con unas dimensiones de 43 x 43 x 27 mm.

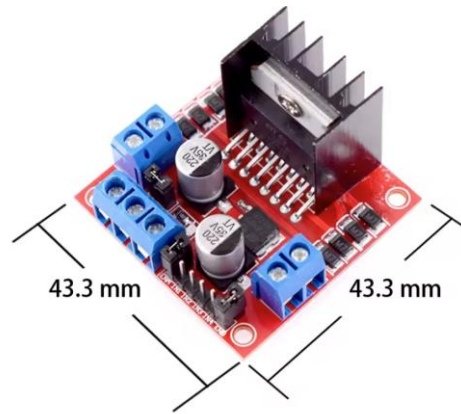


Ilustración 13. Módulo de placa controladora. Fuente: <https://es.aliexpress.com>

- Un Módulo GY-521 Acelerómetro y Giroscopio MPU-6050 con unas dimensiones de 22 x16 mm.

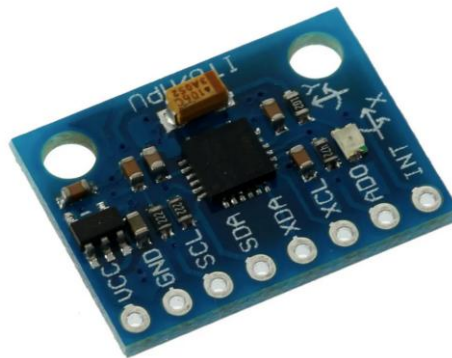


Ilustración 14. Giroscopio. Fuente: <https://www.pccomponentes.com>

- Una SparkFun ESP32 Thing con unas dimensiones de 58 x 25.4 mm .



Ilustración 15. ESP32. Fuente: <https://es.aliexpress.com>

Todos estos componentes electrónicos se fijarían al encapsulado mediante cintas autoadhesivas. Además, para recargar la batería, sería necesario acceder al interior del encapsulado y conectarla. Aunque esta solución no es la más adecuada para un producto final, cumple con el propósito de demostrar la viabilidad del modelo.

El surfskate está fabricado con diferentes materiales. Para la elección de los materiales se ha tenido en cuenta que éstos puedan ser lo más sostenibles posible además de resistentes y con unas buenas propiedades mecánicas conforme al lugar donde será utilizado. Para el encapsulado y la tapa se opta por PC + ABS y el resto de componentes comprados se han elegido siendo consciente de las necesidades de uso (consultar ANEXO J). Para la fabricación del encapsulado y la tapa del surfskate, se elige el moldeo por inyección, ya que es un proceso que permite precisión y eficiencia. El PC + ABS, se comporta muy bien bajo este proceso (para más detalles consultar ANEXO G).

## 2.10 Conclusiones y líneas de futuro

El diseño actual presenta un amplio margen de mejora. Se ha desarrollado lo suficiente como para demostrar que se trata de una innovación viable, que podría implementarse en el mercado y cumplir con los requisitos exigidos para los créditos del TFG.

Es un proyecto ambicioso que requeriría un equipo de trabajo compuesto por especialistas en diferentes áreas, que colaboren estrechamente para optimizar cada una de ellas.

El área de mejora más importante es la relacionada con el desarrollo del software. Sería necesario que un ingeniero de software creara y optimizara el programa encargado de enviar la señal al motor indicando cuánta potencia debe suministrar, así como una aplicación móvil que permita la interacción con el usuario. Es fundamental que el usuario pueda comunicarse con el sistema para introducir parámetros como la altura y la velocidad de la ola que se desea simular. Además, podrían incorporarse funcionalidades adicionales, como modos de entrenamiento, simulaciones de olas famosas concretas o una sección social para visualizar y compartir sesiones de entrenamiento con otros usuarios.

Una vez definido el software, se podrían seleccionar los componentes electrónicos más adecuados para satisfacer sus necesidades y adaptar la base del encapsulado, de modo que las piezas encajen por presión, eliminando así el uso de cintas autoadhesivas. También sería conveniente dotar a la base del encapsulado con una entrada para conectar la batería, o bien con un sistema que permita retirarla y colocarla con facilidad, facilitando su carga e intercambiabilidad.

Una vez optimizado el producto, este podría ser ofrecido a una empresa ya consolidada en el sector de los surfskates (como Carver, Yow, Smoothstar, entre otras) para proceder a su explotación comercial.

## **CAPÍTULO 3**

### **ANEXOS**

## CAPÍTULO 3: Anexos

### ANEXO A: Análisis de riesgos

Para el análisis de riesgos de este proyecto, en primer lugar, se realiza un análisis DAFO y su correspondiente análisis CAME.

Esto consiste en observar las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades (DAFO) y su correspondiente corregir, afrontar, mantener y explorar (CAME):

#### DAFO

- **F = Fortalezas (internas, positivas)**
  1. **Sensación de surf única en tierra:** simula el carving del surf, ampliando su atractivo a surfistas y skaters.
  2. **Movilidad urbana divertida:** alternativa atractiva al patinete eléctrico o bicicleta para distancias cortas.
  3. **Versatilidad de uso:** útil tanto para entrenar técnica como para transporte recreativo.
  4. **Diseño innovador y diferenciador:** destaca frente a otros vehículos eléctricos personales (VEP).
  5. **Motor eléctrico eficiente:** permite control de velocidad y autonomía respetable con baterías ligeras.
  
- **D = Debilidades (internas, negativas)**
  1. **Complejidad mecánica y mantenimiento:** ejes de surfskate y motor son más puntos de fallo y ajustes necesarios.
  2. **Curva de aprendizaje:** técnica de carving motorizado puede ser difícil para usuarios novatos.
  3. **Autonomía limitada:** tamaño compacto de la tabla reduce el espacio para baterías grandes.
  4. **Menor estabilidad a altas velocidades:** carving dinámico puede ser riesgoso si no se controla bien.
  5. **Precio elevado:** materiales de calidad, tecnología y motor elevan el coste respecto a skates tradicionales.

- **O = Oportunidades (externas, positivas)**
  1. **Crecimiento del mercado de movilidad personal eléctrica:** auge de patinetes y e-bikes favorece la aceptación.
  2. **Entrenamiento fuera del agua para surfistas:** oportunidad de mercado en escuelas de surf y surf shops.
  3. **Turismo y alquiler en zonas costeras o parques urbanos:** modelo de negocio adicional.
  4. **Personalización y gamificación:** apps, sensores, rankings, modos de entrenamiento pueden fidelizar usuarios.
  5. **Alianzas con marcas de skate/surf:** posicionamiento y marketing más sólidos.
  
- **A = Amenazas (externas, negativas)**
  1. **Regulación de movilidad eléctrica:** algunas ciudades prohíben o limitan VEPs en aceras o ciclovías.
  2. **Alta competencia:** e-skates, e-scooters y surfskates tradicionales ya tienen presencia fuerte.
  3. **Accidentes y riesgos legales:** puede ser considerado vehículo peligroso si no se regula su uso.
  4. **Clima o terreno limitantes:** lluvia o superficies irregulares afectan su funcionamiento y seguridad.
  5. **Saturación del mercado de nicho:** puede ser visto como una moda pasajera o producto de lujo.

### CAME – Estrategias derivadas del DAFO

- **C = Corregir debilidades**
  1. **Simplificar el sistema mecánico:** Diseñar una transmisión directa o motor hub con menos partes móviles para reducir mantenimiento.
  2. **Guiado para usuarios novatos:** Incluir modos de conducción progresivos (principiante a avanzado) y tutoriales desde una app.
  3. **Optimizar energía:** Utilizar baterías ligeras con buena densidad energética.
  4. **Control de estabilidad:** Integrar sistemas de asistencia electrónica (frenado suave, limitador de velocidad inicial).
  5. **Modelo escalable:** Ofrecer una gama de productos desde modelos básicos hasta premium, reduciendo barreras de entrada por precio.

- **A = Afrontar amenazas**
  1. **Cumplir regulaciones locales:** Diseñar el producto dentro de los límites legales de velocidad y potencia en cada país.
  2. **Diferenciarse con funcionalidad específica:** Posicionarse como herramienta de entrenamiento real para surfistas, no solo como juguete urbano.
  3. **Educación y seguridad:** Promover campañas de uso responsable, incluir casco, protecciones, y seguro opcional.
  4. **Diseño todoterreno urbano:** Incorporar ruedas grandes y chasis robusto para adaptarse a suelos irregulares.
  5. **Ampliar mercado objetivo:** No limitar el producto al nicho surfista y atraer a amantes del fitness, movilidad y aventura.
  
- **M = Mantener fortalezas**
  1. **Enfatizar el "surf feeling":** Usar ejes tipo surfskate de calidad que permitan una experiencia realista.
  2. **Promover su carácter híbrido:** Subrayar que es tanto entrenamiento como transporte recreativo.
  3. **Calidad de construcción:** Mantener estándares altos en materiales y acabados para destacar sobre imitaciones.
  4. **Diseño llamativo y personalizable:** Colaborar con artistas o marcas de surf para ediciones limitadas.
  5. **Usabilidad tecnológica:** Continuar con la integración de apps, conectividad y estadísticas de uso.
  
- **E = Explotar oportunidades**
  1. **Aliarse con escuelas de surf y marcas:** Para incluirlo como parte del entrenamiento fuera del agua.
  2. **Modelos de alquiler o prueba:** Especialmente en zonas turísticas y costeras, para aumentar visibilidad.
  3. **Estrategia digital y redes sociales:** Influencers, retos y contenido visual que resalte el movimiento tipo surfing.
  4. **Gamificación y comunidad:** Crear rankings, retos locales, o logros a través de una app.
  5. **Expansión internacional:** Comenzar en mercados con cultura surf/skate fuerte (California, Australia, España, Brasil).

Además, se realizó un análisis cualitativo mediante una matriz de riesgos:

	Desastre	Severo	Serio	Considerable	Insignificante
Muy probable	Inaceptable	Inaceptable	Inaceptable	No deseado	No deseado
Probable	Inaceptable	Inaceptable	No deseado	No deseado	Aceptable
Ocasional	Inaceptable	No deseado	No deseado	Aceptable	Aceptable
Improbable	No deseado	No deseado	Aceptable	Aceptable	Insignificante
Muy improbable	No deseado	Aceptable	Aceptable	Insignificante	Insignificante

Ilustración 16. Matriz de riesgos. Fuente: Elaboración propia.

- Incompatibilidad: **Aceptable**.
  - o Riesgo: Serio.
  - o Probabilidad: Improbable.
  
- Alcance limitado: **No deseado**.
  - o Riesgo: Considerable.
  - o Probabilidad: Probable.
  
- Replicabilidad: **Aceptable**.
  - o Riesgo: Insignificante.
  - o Probabilidad: Probable.

A partir del análisis cualitativo mostrado en la matriz de riesgos y la clasificación de los tres factores evaluados (posible incompatibilidad del sistema con las tablas de los clientes, la escasa demanda de los consumidores y la capacidad de otras empresas de replicar el producto) se concluye que ninguno de estos factores es determinante. Por lo tanto, el producto es viable en el mercado.

### ANEXO B: Matriz de Pugh

Para elegir la solución más rentable se opta por hacer uso de la matriz de Pugh modificada, que permite comparar las distintas soluciones en función de criterios que se consideran importantes como el precio, la estética, la autonomía, potencia, etc.

Para la realización de la matriz de Pugh modificada se establecen los criterios de evaluación, como en la metodología original, pero se sigue un sistema de puntuación diferente. Se puntúan cada una de las soluciones propuestas obteniendo una puntuación del 1 al 5 dependiendo de su desempeño en la categoría siendo 5 la mejor puntuación. Estos valores permiten tener un valor negativo, el 1; uno neutro, el 3; uno positivo, el 5; y valores intermedios, el 2 y el 4.

Para poder valorar con mayor precisión las soluciones propuestas, se han tomado como referencia sistemas similares que se analizan en el estudio de mercado (Consultar ANEXO E).

Tras puntuar cada una de las soluciones, se analizan los resultados y se llega a la conclusión de que el sistema de **doble motor por correa** es el que mejores soluciones plantea.

La matriz de Pugh modificada que se realiza es la siguiente:

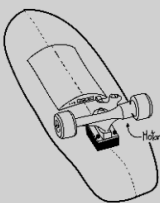
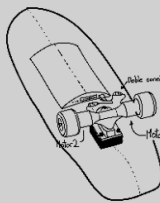
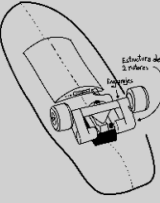
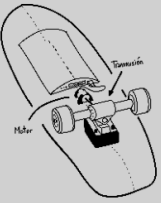
				
<b>Criterios de evaluación</b>				
Precio inicial	3	2	3	1
Reparabilidad	2	2	4	1
Robustez	4	3	2	5
Efectividad	1	4	5	4
Sencillez	4	3	4	2
Relación de transmisión	2	2	5	3
Peso	3	2	2	1
Precio de los recambios	2	2	4	1
Mantenimiento	3	3	2	3
Ruido	4	4	3	4
Disipación de calor	2	2	5	2
<b>Sumatorio</b>	<b>30</b>	<b>29</b>	<b>39</b>	<b>27</b>

Ilustración 17: Matriz de Pugh modificada. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la batería se debían tomar las siguientes decisiones:

- Disposición de los elementos: decisión la cual se tomó mediante la realización de otra matriz de Pugh modificada.
- Elección del material: se eligió mediante comparación de cualidades y rentabilidad económica.

- Sistema de sujeción a la tabla: se ha ideado un sistema que se aprieta con tornillería propia del SurfSkate del usuario, aprovechando la sujeción del eje trasero a la tabla. Además será reforzado con una fibra de velcro, para reducir el efecto voladizo.
- Sistema de seguridad y elección de cierre: se optó por un sistema de “snapping”

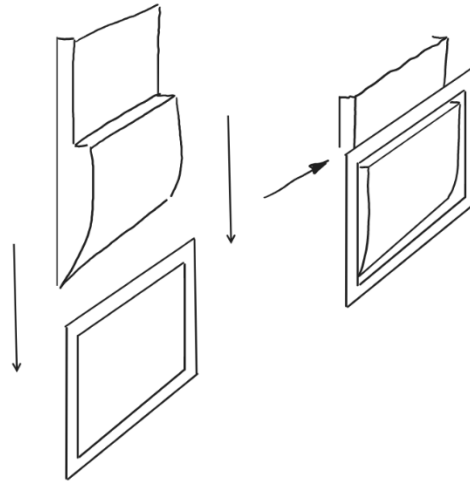


Ilustración 18: Sistema de “snapping”. Fuente: Elaboración propia.

La disposición de los elementos se eligió mediante la siguiente matriz de Pugh modificada, tras descartar propuestas absurdas resultantes de una lluvia de ideas, donde el elemento más restrictivo, la batería de 40 celdas, se encontraba en posiciones inviables para su uso en el SurfSkate:

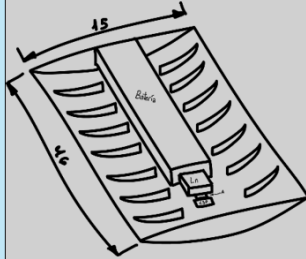
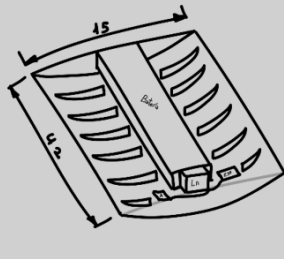
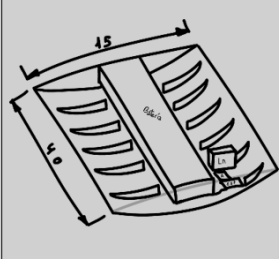
Nombre	"Serie"	"Mixto"	"Paralelo"
			
<b>Criterios de evaluación</b>			
Optimización del espacio	1	2	5
Protección	4	4	3
Precio	1	3	4
Inercia	5	4	3
<b>Resultados:</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>15</b>

Ilustración 19: Matriz Pugh. Fuente: Elaboración propia.

### ANEXO C: Idea del programa informático

Para que este proyecto pueda existir son necesarios una serie de elementos que deben programarse. Esto no se ha realizado ya que no forma parte de las competencias del grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto. No obstante, no se ha obviado la importancia de esta parte, y se ha realizado un trabajo de observación y razonamiento para asegurar que la experiencia de uso del surfskate se asemeje lo máximo posible al surf.

Observando la ola del mar podemos reducir esta a un plano inclinado, el cual se acerca hacia la orilla. Los parámetros fijos que cambian de una sesión a otra son la altura y velocidad de la ola. Las fuerzas que influyen son las de un diagrama simple de fuerzas en un plano inclinado, teniendo en cuenta que este se desplaza a la velocidad de la ola.

Se muestran las ilustraciones 20 y 21 para ejemplificar esta comparación.

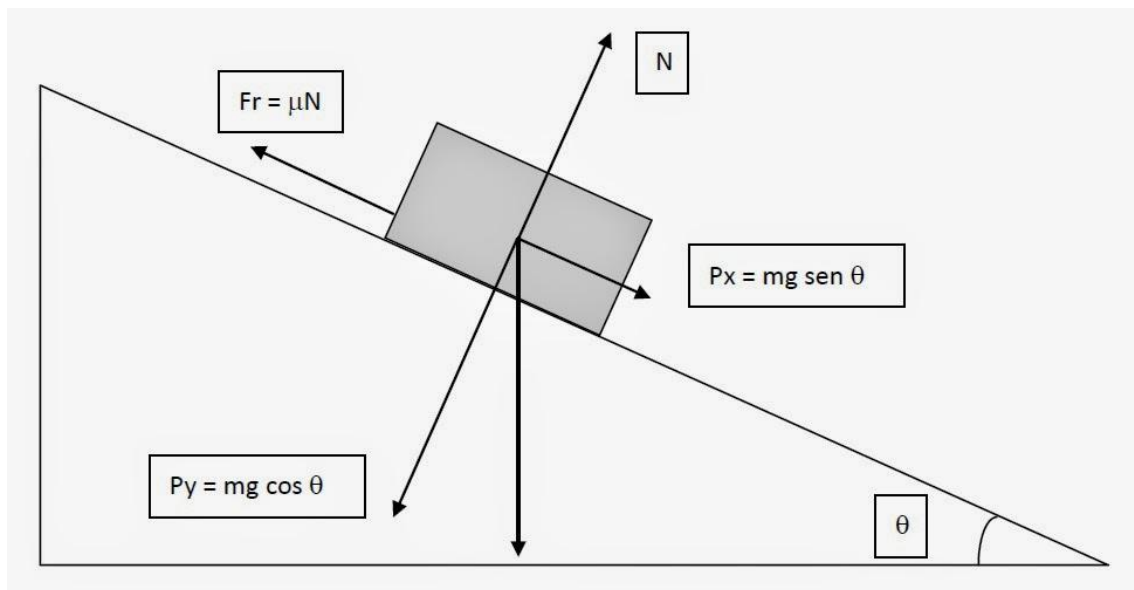


Ilustración 20: Plano inclinado. Fuente: <http://4.bp.blogspot.com>



Ilustración 21: Surfista sobre plano inclinado. Fuente: <https://xsurf.es>

A esto se le deben de sumar parámetros variables del rumbo relativo de la tabla que se detectan gracias al acelerómetro. Cuando el surfista se encuentra perpendicular a la orilla, la ola le proporciona el mayor empuje, mientras que cuando se encuentra paralelo a esta, el empuje es mínimo. Esto se asemeja mucho a la función de seno y

coseno. Si implementáramos esta función directamente a la velocidad a la que van las ruedas del surfskate, al intentar realizar maniobras que impliquen subir la cresta de la ola, las ruedas se bloquearían provocando accidentes, por esto observamos que el valor que debe depender del rumbo de la tabla es el de la aceleración.

Se muestran las ilustraciones 22 y 23 para ejemplificar esta comparación.

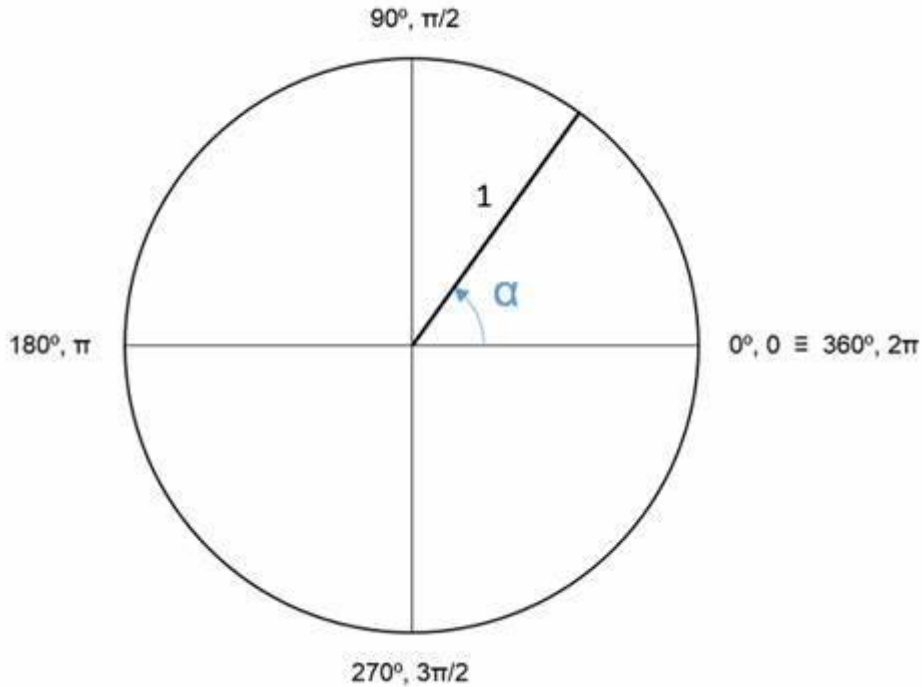


Ilustración 22: Circunferencia goniométrica. Fuente: <https://wavespotting.de>

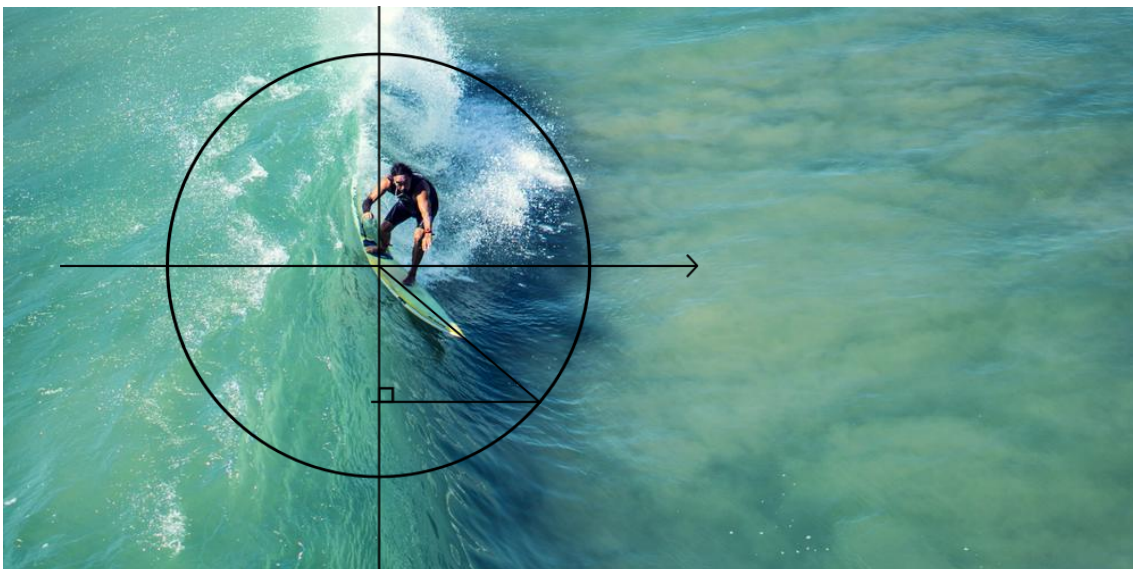


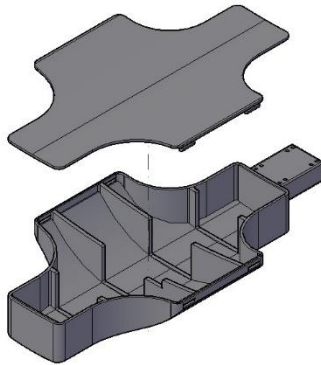
Ilustración 23: Rumbo del surfista. Fuente: <https://th.bing.com>  
<https://undergroundmathematics.org>

Estos valores se registran mediante el uso de un giroscopio (para el rumbo) y un acelerómetro (para controlar la velocidad y la aceleración). Además, para procesar estos datos, comunicarse con el usuario y controlar el motor, sería necesario utilizar una placa de microcontrolador programable (como, por ejemplo, un Arduino). Los componentes electrónicos necesarios para llevar a cabo estas tareas se detallan en el Anexo J.

**ANEXO D: Ecodiseño**

El ecodiseño es la integración de criterios ambientales en el diseño del producto con el fin de mejorar su comportamiento medioambiental a lo largo de todo su Ciclo de Vida. Para ello se tiene en cuenta los componentes y características del producto.

**Ficha de identificación:**



Samuel Martínez Pérez
Universidad de Málaga
Sistema eléctrico para motorizar un SurfSkate
Motor de 1800 KW
Batería 10S4P
474 x 251 x 69 mm
Estructura de PC + ABS
Se entrega parcialmente montado, en una caja de cartón con bolsas de aire para garantizar su protección

Ilustración 24: Concepto de la base del Encapsulado y la tapa. Fuente: Elaboración propia.

**Etapas clave del ciclo de vida del elemento eléctrico del surfskate:**

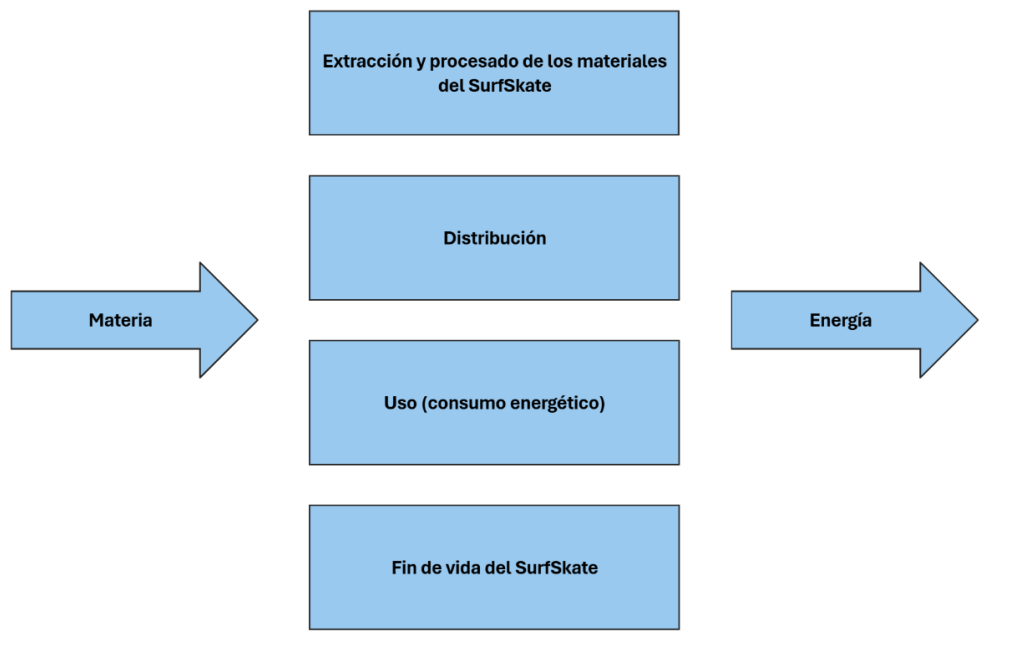


Ilustración 25: Etapas clave. Fuente: Elaboración propia.

**Ecobriefing y estrategias de ecodiseño:**

El ecobriefing tiene como objetivo encontrar las partes principales del proyecto en las que el diseñador puede minimizar el impacto medioambiental. En el caso de este proyecto esto hace referencia a:

- **Minimizar el impacto del material:** mediante el uso del policarbonato y el acero inoxidable, los cuales se pueden reciclar, al ser los materiales principales del eje trasero del surfskate; y el uso de un proceso de fabricación eficiente.
- **Minimizar el impacto en la distribución:** mediante una distribución que evita el transporte aéreo que es el que mayor impacto medioambiental produce y un embalaje sostenible como las bolsas de aire que protegen grandes espacios con poco material (Consultar ANEXO H) [26].
- **Reducir el consumo energético del surfskate:** mediante el uso de la potencia de manera eficiente.
- **Reducir el impacto en el fin de vida del surfskate:** ofreciendo un servicio de extinción, lo que permite reciclar las partes útiles, ahorrar y reducir el impacto medioambiental al usar menos materiales nuevos.

## ANEXO E: Estudio de mercado de la competencia

Para la realización de este estudio de mercado se divide en dos tipos de dispositivos disponibles:

- Skates eléctricos.
- Surfskates.

En primer lugar, se procede con los skates eléctricos:

### Skates eléctricos



Ilustración 26. MAXFIND M5 CONVERSION KIT. Fuente: <https://www.maxfind.com>

#### Características:

- Potencia: 750W\*2.
- Batería: SAMSUNG 10S2P, 6.4Ah, 230Wh, 36V.
- Velocidad máxima: 40 km/h.
- Autonomía: 105km.
- Tipo de motor: en rueda.
- Precio: 565,84€.



Ilustración 27. WowGo 2S MAX Electric Skateboard. Fuente: <https://wowgoboard.com>

Características:

- Potencia: 550W\*2.
- Batería: **216Wh, 12S2P, 50.4V.**
- Velocidad máxima: 45 km/h.
- Autonomía: 21km.
- Tipo de motor: en rueda.
- Precio: \$349 USD.



Ilustración 28. MAXFIND FF PRO (NEW). Fuente: <https://www.maxfind.com>

Características:

- Potencia: 1000W\*2.
- Batería: SAMSUNG 12S3P 29E, 8.7Ah, 376Wh, 48V.
- Velocidad máxima: 45Km/h.
- Autonomía: 45Km.
- Tipo de motor: en rueda.
- Precio: 802€.



Ilustración 29. SKATE ELECTRICO - ONIRIQUE - Evolve x Loaded Boards. Fuente: <https://www.rideevolve.es>

Características:

- Potencia: 1500W\*2.
- Batería: 36V, 216 Wh.
- Velocidad máxima: 36 Km/h.
- Autonomía: 25 Km.
- Tipo de motor: sobre rueda.
- Precio: €1,399.00.



Ilustración 30. MEEPO MINI 5. Fuente: <https://meepoboard.net>

#### Características:

- Potencia: 500W\*2.
- Batería: 144Wh.
- Velocidad máxima: 45 Km/h.
- Autonomía: 17 Km.
- Tipo de motor: en rueda.
- Precio: No disponible actualmente.



Ilustración 31. Skateboard Eléctrico Deca+. Fuente: <https://dekaplus.com>

Características:

- Potencia: 1000W.
- Batería: Samsung 5500mAh 36V.
- Velocidad máxima: 35 Km/h.
- Autonomía: 30Km.
- Tipo de motor: sobre rueda.
- Precio: 608,90 €.

De estos skates eléctricos estudiados se sacan las siguientes conclusiones:

- Se requiere una potencia mínima de 1000W.
- Los sistemas “sobre rueda” son más caros que los de “en rueda”.
- La batería debe tener una potencia de entre 150Wh y 250Wh .
- La velocidad máxima puede ser de 35Km/h aunque debido a la normativa europea debe estar limitado a los 25Km/h según la **Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial**, regulada en el **Real Decreto 970/2020, de 10 de noviembre**.
- El precio debe sobrepasar los 400€.

## Surfskates

Para realizar el estudio de los surfskates se ha priorizado el tipo de eje que utilizan y no se le ha dado tanta importancia al tipo de tabla que usan, a pesar de que se ha apreciado de que todas cuentan con cierta concavidad.



Ilustración 32. Surfskate Ítalo Ferreira Pro Air. Fuente: <https://www.decathlon.es>

Características:

- Sistema: de doble eje especial.
- Altura: elevada.
- Precio: 320€.

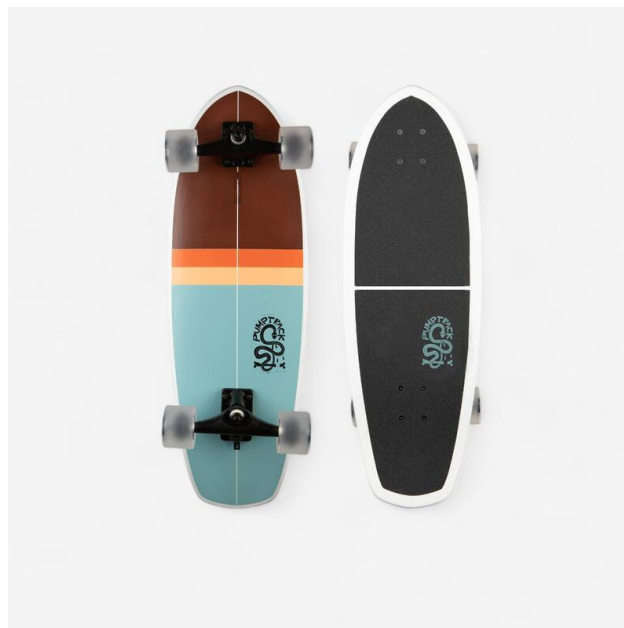


Ilustración 33. LONGBOARD SURFSKATE CRUISING 30" OROBOROS. Fuente: <https://www.decathlon.es>

Características:

- Sistema: de doble eje especial.
- Altura: elevada.
- Precio: 74,99€.



Ilustración 34. SurfSkate Carver Job Pink Tiger 32.5 C7. Fuente: <https://www.vicsports.es>

Características:

- Sistema: de doble eje especial.
- Altura: elevada.
- Precio: 301,60€.

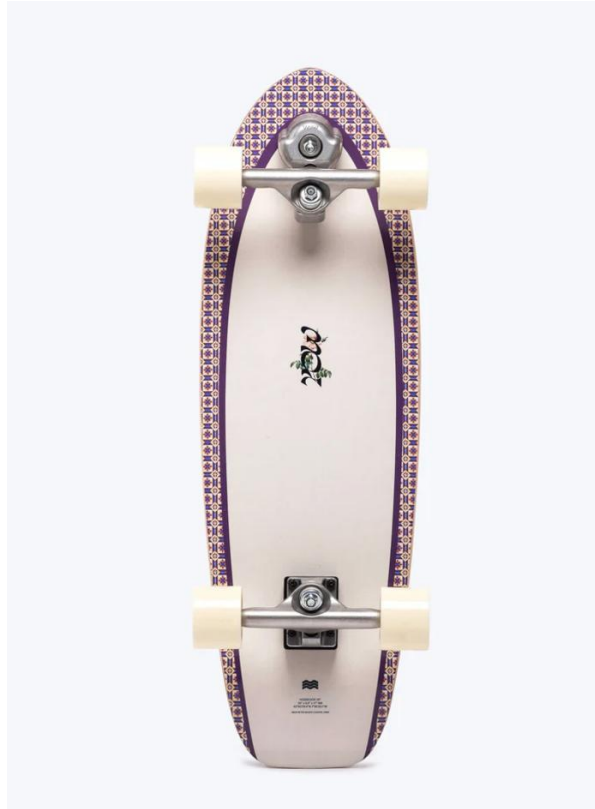


Ilustración 35. Hossegor 29" YOW Surfskate. Fuente: <https://yowsurf.com>

Características:

- Sistema: un eje especial.
- Altura: elevada.
- Precio: 239,90€.



Ilustración 36. 34" Filipe Toledo #77. Fuente: <https://www.smoothstar.com>

#### Características:

- Sistema: un eje especial.
- Altura: elevada.
- Precio: 309€.

Además de estos modelos se han estudiado reseñas y comparativas de usuarios con gran experiencia en el uso de una gran variedad de surfskates a los cuales no se puede acceder con el presupuesto de este proyecto. [21][22][23]

De estos surfskates estudiados se sacan las siguientes conclusiones:

- Los modelos de yow y smothstar son los mejor valorados y los que cuentan con una mejor opinión dentro del mundo de los surfskates.
- Los modelos más baratos son más versátiles a la hora de cambiar de modalidad pero desempeñan un peor rendimiento en estas.
- Todos los modelos cuentan con una altura elevada, adecuada para poder añadir un dispositivo de motorización.
- No debe ser muy alto por los lados debido a los giros cerrados.

## Conclusiones

Como se puede apreciar el precio de los productos, tanto de los surf skates como de los skates eléctricos, son bastante elevados, si se le ofrece a los clientes un producto que cumpla con las necesidades de los mismos, un precio elevado no sería inconveniente para volver al producto uno competitivo en el mercado. Algunos skates eléctricos que superan la barrera de los 1000€ son competitivos, por lo que al ofrecer un producto especializado sin competencia directa en el mercado actual se puede justificar un precio elevado.

Se debe realizar una motorización eléctrica de un SurfSkate teniendo en cuenta las conclusiones obtenidas de los dos apartados anteriores del estudio de mercado debido a los siguientes motivos:

- Ser competitivo en el mercado a nivel de especificaciones.
- Ser competitivo en el mercado a nivel de precio.
- Diferenciarse de los futuros imitadores ofreciendo un producto de gran calidad.
- Debe poder adecuarse a gran variedad de concavidades de las diferentes tablas.

## ANEXO F: Materiales

Los requisitos clave, que debe cumplir el material que se va a utilizar para fabricar el encapsulado, son los siguientes:

1. Resistencia a la corrosión.
2. Durabilidad mecánica.
3. Protección contra rayos UV.
4. Ligereza.
5. Compatible con procedimientos de inyección, extrusión, etc.
6. Estanqueidad (evitar entrada de agua o arena).

El material elegido que cumple con estas especificaciones es el **PC (policarbonato)** con **ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno)** con la opción de añadir aditivos UV.

A continuación se comentan los motivos por los que utilizar esta combinación.

- El **ABS** ofrece una excelente resistencia mecánica. Es económico y fácil de moldear por inyección.
- El **PC** también ofrece una gran resistencia a los impactos y al calor. Cuando se combina con ABS, mejora la robustez general.
- Hay registros del uso de la combinación de **PC+ABS** en electrónica y automoción por su equilibrio entre resistencia, peso y estética.
- Se puede aditivar con protección UV para proteger mejor de agentes externos comunes en deportes al aire libre.
- Es compatible con pintura, o recubrimientos protectores.

Para conectar la batería de una bicicleta eléctrica al motor de un skate eléctrico, se ha elegido un cable con las siguientes características para asegurar seguridad, eficiencia y durabilidad:

- Multifilar de cobre estañado: Alta conductividad, flexible y resistente a la corrosión.
- Aislado en silicona o PVC de alta temperatura.
- Conectores XT90, muy comunes en e-bikes y e-skates.

El cable **10 AWG** de cobre con aislamiento de silicona cumple con estas necesidades.



Ilustración 37. Cable 10 AWG. Fuente: <https://spanish.alibaba.com>

Para poder usar los motores eléctricos de corriente continua eficientemente se necesita un controlador. Se ha elegido el **L298N** [31] que es un driver de puente H de doble canal que permite controlar motores de corriente continua y motores paso a paso. Se usa comúnmente en proyectos de robótica y automatización con microcontroladores como Arduino, **ESP32** y Raspberry Pi.

Para mejorar la sujeción de la tapa a la tabla se ha seleccionado unas cintas autoadhesivas de **velcro** de 1m de longitud y 50mm hasta cubrir los 251 mm de ancho con los que cuenta la tapa.



Ilustración 38. Cinta autoadhesiva. Fuente: <https://es.aliexpress.com>

Para el motor se ha escogido el modelo de motor no inductivo **N5065** de 1800KW de potencia.

Debido al precio y su independencia en cuanto al uso del Arduino se ha seleccionado la **SparkFun ESP32 Thing**.

Dado que el proyecto se va a realizar con ESP32, el acelerómetro más conveniente debido a su precio sería el **Módulo GY-521 Acelerómetro y Giroscopio MPU-6050**.

Para la batería se ha elegido un producto de la marca Okoman, encontrado en la página de venta online de Amazon (a día 29/03/2025). Esta batería cuenta con las siguientes características; una tensión de 36V; una configuración de 10S4P (con 40 celdas); una capacidad de 14Ah; además cuenta con BMS y un cargador de 42v por el precio de 187,99€. Esta batería está pensada para bicicletas, por lo que soporta sin problema los requerimientos de nuestro surfskate, como se muestra en el Anexo I.

## ANEXO G: Proceso de fabricación

[28] [29] El moldeo por inyección consta de 5 pasos:

- **Diseño del molde:** en primer lugar, se debe diseñar el molde que se utiliza para fabricar el producto. El molde consta de dos partes, una mitad fija y una mitad móvil, que se unen para formar una cavidad en la que se inyecta el plástico fundido. Esto se aprovecha para realizar el vaciado del encapsulado.
- **Preparación del material:** el material plástico utilizado en el proceso de moldeo por inyección se presenta en forma de granza. Estos gránulos se cargan en una máquina de moldeo por inyección, que los calienta y los funde hasta conseguir una masa del material fundido. En nuestro caso se emplea policarbonato, que presenta un buen comportamiento.
- **Inyección de material:** una vez que se funde el plástico, se inyecta a alta presión a través de la ranura de inyección en la cavidad del molde. El plástico llena completamente la cavidad y asume la forma exacta del producto deseado.
- **Enfriamiento y solidificación:** una vez que el plástico se inyecta en el molde, se tiene que enfriar y solidificar. Esto generalmente se logra haciendo circular agua u otros fluidos refrigerantes a través del molde. Los tiempos de enfriamiento varían según el tipo de plástico y el tamaño y grosor del producto.
- **Obtención de la pieza final:** una vez que el plástico se enfría y solidifica, se abre el molde y retira el producto moldeado. En ocasiones puede ser necesario el uso de dispositivos auxiliares, como eyectores, para facilitar el desmoldeo del producto.

Una vez tenemos las piezas necesarias, un operario ensambla el encapsulado, añadiendo la batería y el resto de componentes electrónicos, antes de completar con la tapa y el cableado que conecta con el motor.

El resto del montaje en el SurfSkate será realizado por parte del cliente una vez reciba el producto.

## ANEXO H: Embalaje y transporte

[30] Se opta por el transporte por carretera ya que incluye una diversidad de tamaño de los vehículos empleados, lo que hace que sea más versátil. Además de la carga y descarga del surfskate no supone un inconveniente. Es el más económico, y con respecto a la capacidad se adapta a las necesidades que requiere el producto.

En cuanto al embalaje, el producto se envía en una caja de cartón corrugado FEFCO 0201 600×400×400 mm, en la que se introducen los componentes listos para el montaje final por parte del cliente, junto con un código QR que le lleve a una página con la información adicional necesaria.

Por seguridad, se añaden bolsas de aire de empaquetado para asegurar que el producto llega en perfecto estado al cliente. La elección del cartón corrugado y las bolsas de aire se realiza ya que son de materiales reciclados y pueden ser reciclados por el cliente cómodamente, así se contribuye con el medio ambiente.



Ilustración 39. Ejemplo de empaquetado con bolsas de aire. Fuente: <https://www.embamat.eu>

## ANEXO I: Estudios realizados

Para la toma de decisiones de ciertas partes del proyecto se ha requerido la realización de un estudio. Los estudios realizados quedan recogidos a continuación.

### ❖ Estudio de los percentiles y de la concavidad:

[14] No se han encontrado datos sobre la concavidad exactas de los modelos más reconocidos dentro del mundo del surfskate, ya que a los consumidores no se les da el dato de una manera cuantitativa, sino cualitativa mediante términos como “concavidad media” o “concavidad alta”. Por esto se ha realizado un estudio de que tipo de concavidad que debería de tener un surfskate y compararlo con uno seleccionado del mercado con “concavidad media” para comprobar que se asemeja a la concavidad del mismo.

### Justificación del diseño de la curvatura de una tabla de surfskate mediante la metodología de los percentiles

[15] Para justificar el resultado de concavidad obtenido se han considerado los principios de ergonomía y antropometría, con el objetivo de ofrecer un producto que se adapte a la mayor parte de la población usuaria. Para ello, se ha aplicado la metodología de los percentiles, ampliamente utilizada en el diseño de productos orientados a la interacción directa con el cuerpo humano, (en este caso los pies).

### Selección de variables antropométricas

[16] Se han considerado las siguientes variables antropométricas como críticas para el diseño de la curvatura:

- Ancho del pie (como referencia para la concavidad transversal).
- Distancia entre apoyos (stance).
- Peso corporal (como influencia en el comportamiento dinámico de la tabla).

Estas dimensiones determinan tanto el confort como la eficiencia biomecánica durante el uso del surfskate.

### Aplicación de los percentiles

Con base en datos antropométricos de población adulta (18–40 años), se han tomado como referencia los percentiles 5.º, 50.º y 95.º para asegurar una cobertura de al menos el 90% de los usuarios potenciales:

- **Ancho del pie:** entre 9 cm (P5) y 12 cm (P95).
- **Peso corporal:** entre 55 kg (P5) y 90 kg (P95).

### Ancho típico de las tablas de surfskate

[17] [18] Las tablas de surfskate suelen tener un ancho entre 9” y 10.5” pulgadas (aproximadamente 23 a 26.7 cm), aunque pueden variar según el modelo y la marca.

### Relación con los percentiles

[19] Dado que el ancho del pie en adultos varía aproximadamente entre 9 cm (P5) y 12 cm (P95), y se recomienda dejar al menos 1.5–2 cm de margen por lado para estabilidad y confort, los valores anteriores se alinean así:

- Para un pie de 9 cm: ancho mínimo ideal  $\approx$  23 cm
- Para un pie de 12 cm: ancho cómodo  $\approx$  26 cm

Por tanto, un ancho de **24.5 a 25.5 cm** (9.75” a 10”) cubre de forma efectiva al usuario promedio, y puede considerarse el valor de referencia si estás diseñando para el percentil 50, o buscando cubrir del P5 al P95 con un solo modelo.

### Definición de la curvatura óptima

A partir del análisis anterior y considerando la media de tablas utilizadas por surfistas y usuarios de surfskate, se define una curvatura transversal (concavidad) de entre **10 mm y 14 mm** de profundidad (medida desde el centro de la tabla hacia los bordes), con una curvatura progresiva y suave.

Esta profundidad proporciona: un ajuste ergonómico adecuado para pies de 9 a 12 cm de ancho; una mayor sensación de control al bombear y girar, facilitando el bloqueo del pie sin generar fatiga; Compatibilidad con distintos tipos de calzado.

La metodología de los percentiles:

- Se adapta ergonómicamente a un rango amplio de usuarios (P5 a P95).
- Mejora el desempeño dinámico sin excluir extremos antropométricos.
- Optimiza el balance entre confort, control y rendimiento.

Por tanto, la curvatura del encapsulado de la batería debe ser de entre **10 a 14 mm** también, con perfil cóncavo suave, para garantizar la mayor superficie en contacto con la tabla mediante y alejarse lo máximo posible del suelo.

### ❖ Tamaño de la zona de la batería

### Criterios de diseño

Se tienen en cuenta los siguientes parámetros: [9][10][11][12]

Parámetro	Valor típico mínimo	Justificación
Velocidad promedio	20–25 km/h	Uso urbano estándar bajo normativa [20]
Autonomía mínima esperada	10–15 km	Trayectos cortos, desplazamiento o entrenamientos
Peso del usuario promedio	70–80 kg	Percentil 50 masculino
Potencia mínima del motor	250–500 W	Requiere batería proporcional en capacidad y descarga

### Características mínimas recomendadas de la batería

#### a) Voltaje (V)

- Valor mínimo recomendado: **36 V**.
- Justificación: Es el estándar más común en e-skates de gama media. Permite un buen balance entre potencia, seguridad y compatibilidad con motores brushless BLDC. Voltajes inferiores (24 V) ofrecen menos eficiencia en pendientes y aceleración. [13]

#### b) Capacidad (Ah)

- Valor mínimo recomendado: 4.4 Ah.
- Justificación: A esta capacidad, con 36 V, se obtiene una energía total de  $Wh = V \times Ah = 36 \times 4.4 = 158.4 Wh$ . Esto proporciona una autonomía básica de unos 10–12 km en condiciones normales (terreno plano, usuario promedio, velocidad moderada).

#### c) Energía total (Wh)

- Valor mínimo recomendado: 150 Wh.
- Justificación: A partir de este valor, un skate eléctrico puede ofrecer trayectos útiles sin tener que recargar constantemente.

#### d) Tasa de descarga (C-rate)

- Valor mínimo recomendado: 10C en picos / 3C continua.

- Justificación: Una batería con una tasa de descarga de 10C permite entregar picos de corriente necesarios para arranques rápidos y pendientes, sin comprometer su vida útil ni calentarse excesivamente.

#### e) Tipo de celda

- Recomendado: Iones de litio (Li-ion) o  $\text{LiFePO}_4$
- Justificación: Buena densidad energética y durabilidad. Tensión estable durante la descarga. Ciclo de vida más largo que otras tecnologías (más de 500 ciclos en buenas condiciones).

#### ❖ Justificación sobre la compra de la batería:

Comprar una batería **LG MJ1 10s4p** (36V, 14Ah) ya ensamblada es más rentable que fabricar una desde 0 por varias razones. A continuación, detallo una comparación basada en costos, tiempo, esfuerzo y riesgos para justificar por qué comprar la batería ya ensamblada podría ser la opción más económica y segura.

#### 1. Costo de las celdas individuales

##### Precio de las celdas **LG MJ1 (3.6V, 3500mAh)**

Las celdas **LG MJ1** (uno de los componentes principales de esta batería) tienen un precio aproximado de \$4.50 - \$5.50 USD por celda en sitios como Alibaba, Amazon o Battery Clearing House. El **paquete 10s4p** de **LG MJ1** requiere 40 celdas (10 celdas en serie y 4 en paralelo), y la capacidad total es de **36V, 14Ah**.

- **40 celdas x \$5.00** (promedio por celda) = **\$200 USD**.

Este precio supera al de la batería seleccionada.

#### 2. Otros materiales necesarios

Para fabricar la batería son necesarios otros materiales y herramientas que implican un costo adicional:

- **BMS (Sistema de gestión de batería):** Un BMS de buena calidad para gestionar la carga y descarga, y proteger la batería de sobrecarga, corte, etc., cuesta aproximadamente **\$20 - \$40 USD**.
- **Cinta aislante y material para conectar las celdas:** La cinta y las piezas de conexión pueden costar entre **\$10 - \$20 USD**.
- **Cajas o fundas para el paquete de baterías:** Un protector adecuado para las celdas también puede costar alrededor de **\$10 - \$25 USD**.

- **Conectores y cables:** Dependiendo de la calidad y el tipo de conectores, podrías gastar entre **\$5 - \$15 USD** en cables y conectores.

### Costo total de los materiales

El costo total de las celdas más los otros materiales podría ser:

- **Celdas:** \$200 USD.
- **BMS:** \$30 USD.
- **Cinta y conectores:** \$20 USD.
- **Funda o caja:** \$20 USD.

Total aproximado: **\$270 USD**.

### 3. Tiempo y esfuerzo

Fabricar una batería de calidad requiere:

- **Habilidades técnicas:** Se necesita un conocimiento sólido sobre soldadura, manejo de celdas, conexiones y seguridad de baterías. Encontrar y contratar a un trabajador con estas habilidades sería más caro que un técnico genérico.
- **Tiempo de ensamblaje:** El proceso de soldar las celdas correctamente y asegurarse de que todas estén bien conectadas, probadas y equilibradas puede llevar varias horas lo que encarece el producto final.
- **Riesgo de errores:** Si cometes un error en el proceso de ensamblaje (como una soldadura incorrecta o un mal montaje del BMS), podrías dañar las celdas, lo que resultaría en pérdidas de dinero.

### 4. Seguridad y riesgos

Las baterías de litio pueden ser peligrosas si no se ensamblan correctamente. Un mal manejo en el proceso de fabricación (como un cortocircuito o una instalación incorrecta del BMS) podría causar sobrecalentamiento, fuego o incluso explosiones. Los paquetes de baterías ya ensamblados vienen con una gestión de batería (BMS) que proporciona seguridad adicional y asegura un funcionamiento seguro. La compra de una batería ya certificada para la unión europea asegura la fiabilidad y facilita el trabajo de la empresa y los trabajadores.

### 5. Costo de una batería LG MJ1 10s4p ya ensamblada

Comprar la batería **LG MJ1 10s4p (36V, 14Ah)** ya ensamblada generalmente incluye un **BMS** y una caja de protección, lo cual es muy conveniente.

El costo aproximado de una batería ensamblada de este tipo es:

- **Precio de la batería ensamblada (LG MJ1 10s4p):** Aproximadamente **\$180 - \$450 USD**.

Comprar la batería ya ensamblada es más rentable y seguro a largo plazo.

### ❖ Estudio sobre el calor generado por la batería

#### Datos y suposiciones

La batería de 36 V 10 Ah tiene una capacidad de 360 Wh (36 V·10 Ah). Como 1 Wh = 3600 J esta capacidad es de 360·3600=1.296.000 J, es decir **1,296 MJ**. Consideramos un usuario de 80 kg y conducción urbana con aceleraciones frecuentes, similar a estudios en patinetes eléctricos (por ejemplo, se han medido consumos típicos de ~2,9 kWh/100 km [32], es decir ~29 Wh/km). Suponemos una velocidad media de unos 20 km/h, de modo que el consumo real ronda 30Wh/km. En resumen, un viaje de unos 10 km (aprox. 0.5 h a 20 km/h) requeriría cerca de 10·29=290 Wh de energía de la rueda (≈1.044 MJ).

El sistema motor+controlador tiene eficiencia típica entre 80–90% (usaremos  $\eta \approx 0.85$ ). Esto significa que solo el 85% de la energía extraída de la batería llega al motor; el resto se pierde como calor en el controlador, motor o batería. Además, la propia batería presenta algo de resistencia interna, disipando calor adicional (del orden de unos pocos watts a la corriente nominal, quizás ~5–10 W, sumando decenas de kJ si se usa continuamente). Estos cálculos usarán  $\eta = 85\%$  para el sistema eléctrico y considerarán la disipación térmica correspondiente.

#### Cálculo de energía extraída y pérdidas

Energía extraída de la batería: Si la batería de 360 Wh (1,296 MJ) se usa completamente, la energía total disponible es 1,296 MJ. En el caso de un viaje de ~10 km (que consume alrededor de 290 Wh  $\approx 1.044$  MJ en la rueda), la batería debe entregar más energía debido a la eficiencia. Con  $\eta = 0,85$ , la energía extraída de la batería sería aproximadamente.

$$E_{bat} = \frac{E_{mecánica}}{\eta} = \frac{290 \text{ Wh}}{0,85} \approx 341 \text{ Wh}$$

Lo cual equivaldría en julios es  $341 \cdot 3600 \approx 1,23 \cdot 10^6$  J (alrededor de 1,23 MJ). Este valor es menor que la capacidad total (360 Wh), por lo que es coherente (se usó cerca del 95% de la batería). Si fuera uso de batería completa: 360Wh=1,296 MJ. [33]

Pérdidas térmicas: La energía perdida por ineficiencia es la fracción  $(1-\eta)$  de la extraída. Para  $\eta = 85\%$ , las pérdidas son 15%. En el ejemplo de 10 km:

- Energía extraída alrededor de 1,23 MJ  $\rightarrow$  energía entregada al motor cerca de 1,044 MJ.
- Pérdidas térmicas (motor+controlador)  $1,23 - 1,044 = 0,186$  MJ (186 kJ).

Si se usara la batería completa (1,296 MJ), las pérdidas serían  $1,296 \cdot 0,15 = 0,1944$  MJ. A esto habría que sumar el calor generado internamente en la batería. Por ejemplo, si la corriente media es de 10 A, una resistencia interna típica de 0.05  $\Omega$  disiparía  $I^2 R = 10^2 \cdot 0,05 = 5$  W, lo que en una hora equivale a alrededor de 18 kJ adicionales. En

situaciones de aceleración intensa la corriente podría subir (por ejemplo 15–20 A), aumentando la disipación (p. ej.  $20^2 \cdot 0,05 = 20 \text{ W}$ , 72 kJ/hora).

### Resultado estimado

Con estos supuestos, la energía térmica disipada aproximadamente (pérdidas en motor+controlador, más un pequeño extra en la batería) es del orden de 0.2 MJ (200 kJ). Por ejemplo, un viaje corto de 10 km (consumo 290 Wh en la rueda) daría unas pérdidas de 186 kJ sólo por ineficiencia de motor/controlador [32]. Si se vaciara completamente la batería (360 Wh), las pérdidas totales serían 194 kJ, a los que podrían sumarse 20–40 kJ adicionales de calor de la batería. Por tanto, el orden de magnitud resultante es **unos 200–250 kJ** de energía disipada como calor.

A pesar de esto, según estudios de baterías de bicicleta con características similares, se observa que la temperatura solo sube unos 5°C o 15°C con respecto a la temperatura ambiente [34], por lo que no sería necesario generar conductos de ventilación en el encapsulado.

## ANEXO J: Análisis comparativo de productos

Análisis realizado el 11/03/2025.

### ❖ Giroscopio electrónico

#### **-Módulo GY-521 Acelerómetro y Giroscopio MPU-6050**

Este módulo combina un acelerómetro y un giroscopio de 3 ejes, ideal para proyectos con Arduino. Opera con una tensión de 3-5V y utiliza comunicación I2C (un protocolo que permite la comunicación con ESP32).

Precio: 2,95 €. [35]

#### **-Módulo MPU-6050 Giroscopio de 3 Ejes Compatible con Arduino**

Este módulo ofrece mediciones precisas de giroscopio y acelerómetro de 3 ejes. Compatible con Arduino y otros microcontroladores.

Precio: 3,95 €. [36]

#### **-SparkFun 9DoF IMU Breakout - ICM-20948**

Este sistema de medición inercial de 9 ejes incluye acelerómetro, giroscopio y magnetómetro. Cuenta con conector Qwiic para una fácil integración.

Precio: 19,95 € [37]

#### **-SparkFun VR IMU BNO080 (Qwiic)**

Unidad de medición inercial inteligente con detección de gestos y ambientes, ideal para aplicaciones de realidad virtual. Basada en el sensor BNO080.

Precio: 32,50 €. [38]

#### **-ADXRS453BEYZ Giroscopio MEMS**

Sensor de velocidad angular destinado a aplicaciones industriales, de instrumentación y estabilización en entornos de alta vibración. Ofrece una detección de velocidad de alta precisión.

Precio: 127,57 €. [39]

Dado que el proyecto se va a realizar con Arduino o similar el acelerómetro más conveniente debido a su precio sería el **Módulo GY-521 Acelerómetro y Giroscopio MPU-6050**.

❖ **Arduino o similar**

**-Adafruit Bluefruit LE Shield - Bluetooth LE para Arduino**

Este shield facilita la adición de conectividad Bluetooth de baja energía a tu Arduino, permitiendo una integración sencilla y eficiente.

Precio: 23,95 €. [40]

**- SparkFun ESP32 Thing**

Placa de desarrollo basada en el ESP32 que ofrece conectividad Wi-Fi y Bluetooth.

Precio: 23,50 €. [41]

**- Adafruit Feather 32u4 Bluefruit LE**

Esta placa combina un microcontrolador ATmega32u4 con un módulo Bluetooth LE, proporcionando una solución compacta para proyectos inalámbricos.

Precio: 29.95\$ [42]

**- TTGO T-Beam ESP32 WiFi GPS NEO-6M LoRa 900 MHz**

Placa multifuncional que integra Wi-Fi, Bluetooth, GPS y comunicación LoRa, ideal para aplicaciones de seguimiento y comunicación de largo alcance.

Precio: 49,50 €. [43]

También debido al precio y su independencia en cuanto al uso del Arduino se ha seleccionado la **SparkFun ESP32 Thing**.

❖ **Eje trasero con un doble motor**

**- Modelo: Motor N5065B**

Sistema bimotor de transmisión por correa, con una potencia de 1800KW

Precio: 257,99€ [44]

**- Modelo: Motor no inductivo N5065**

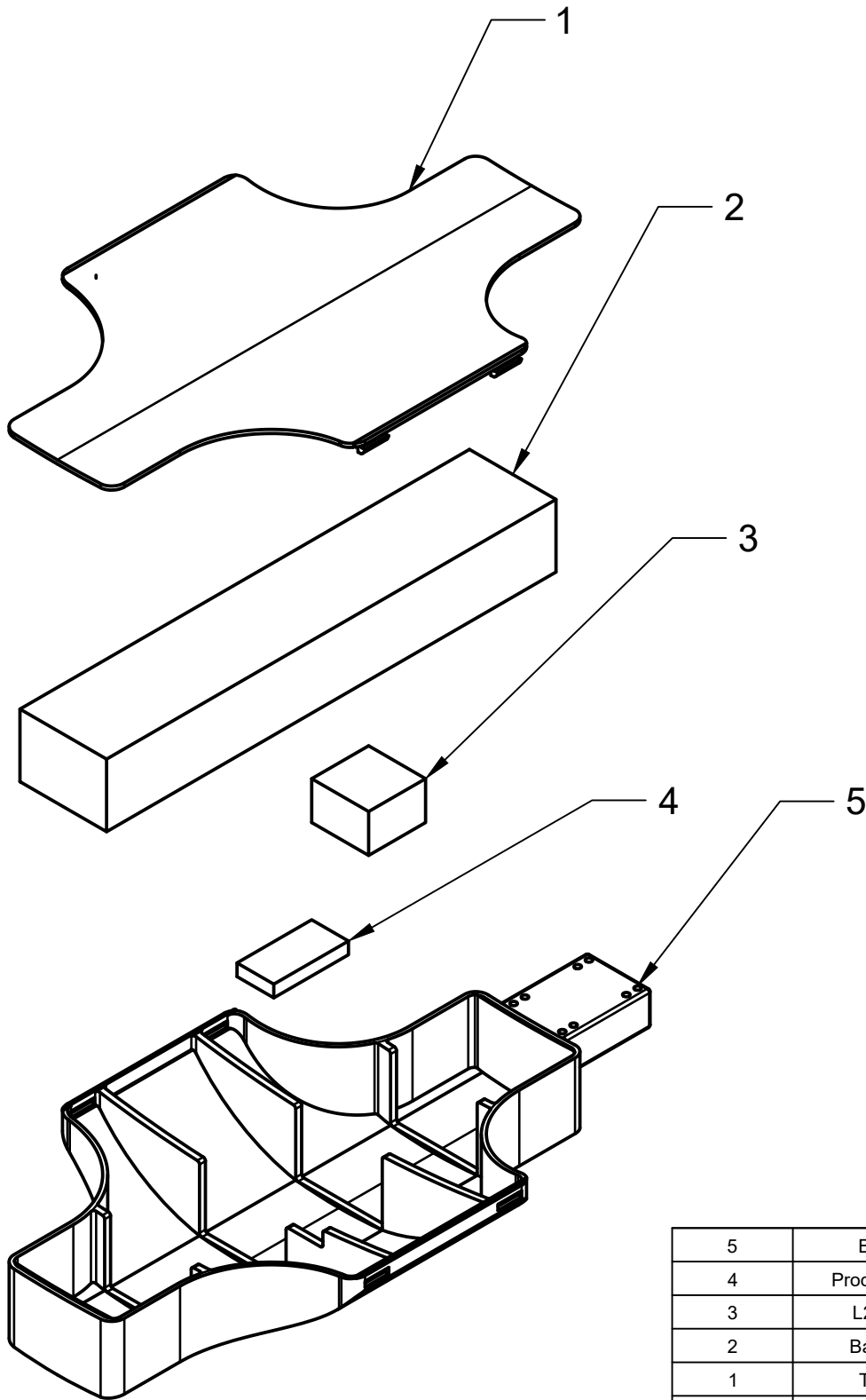
Sistema bimotor de transmisión por correa, con una potencia de 1800KW

Precio: 180,39€ [45]

No se han encontrado mejores opciones en el mercado, y de entre estas, la opción más asequible que cumple con las especificaciones necesarias es la del modelo: Motor no inductivo N5065

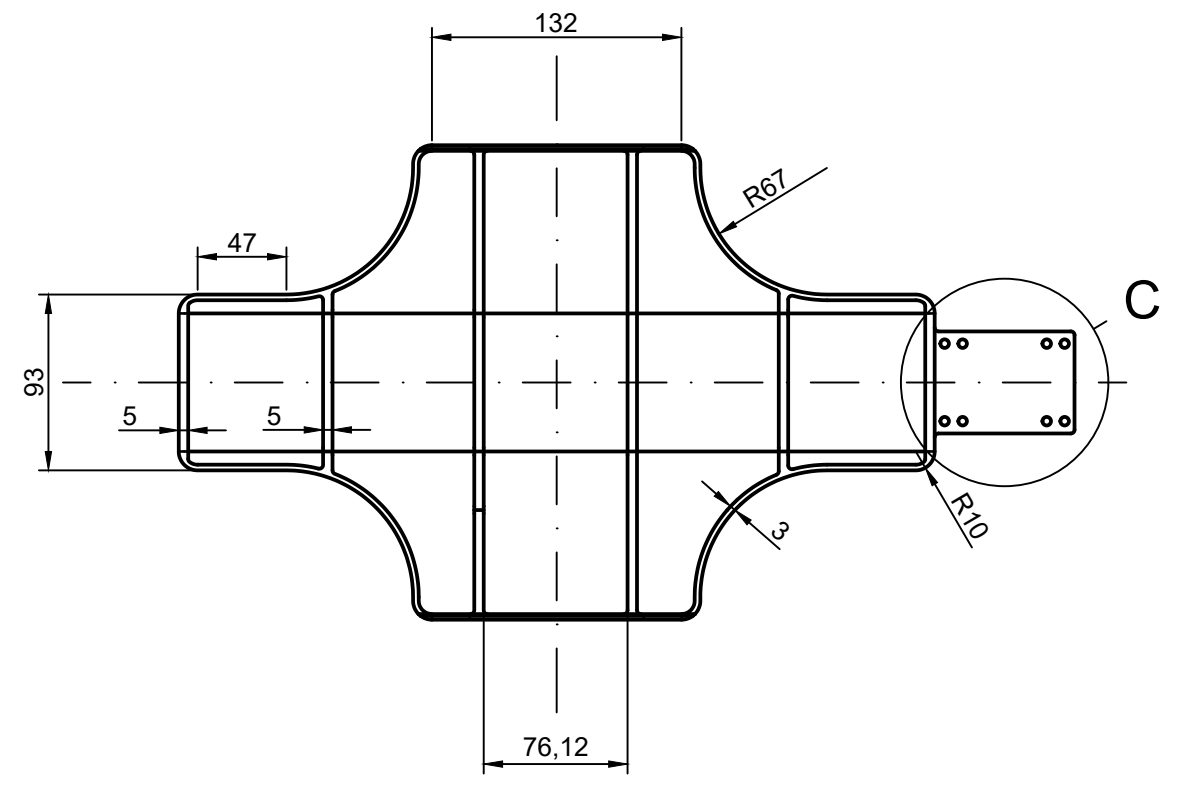
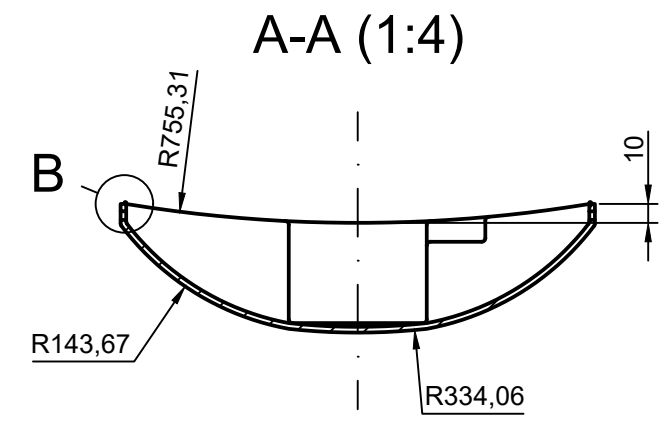
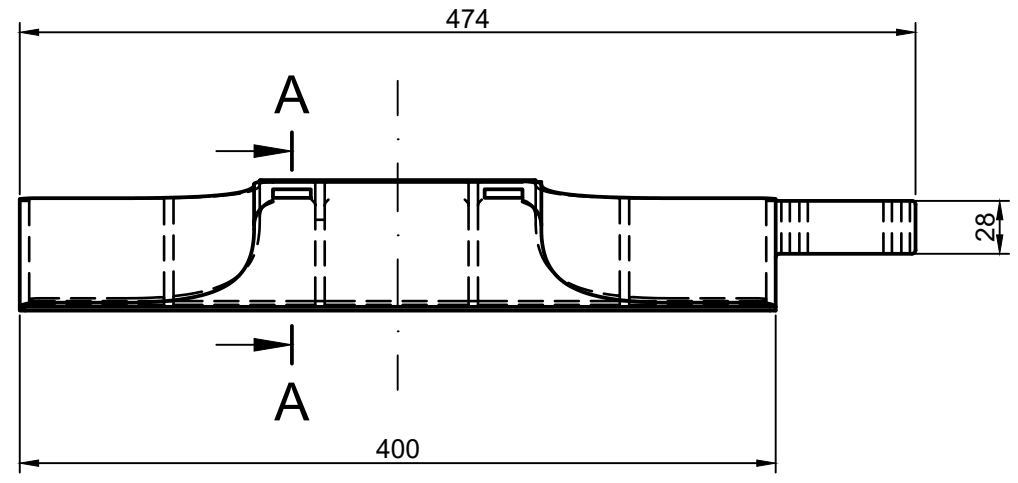
## **CAPÍTULO 4**

### **Planos**

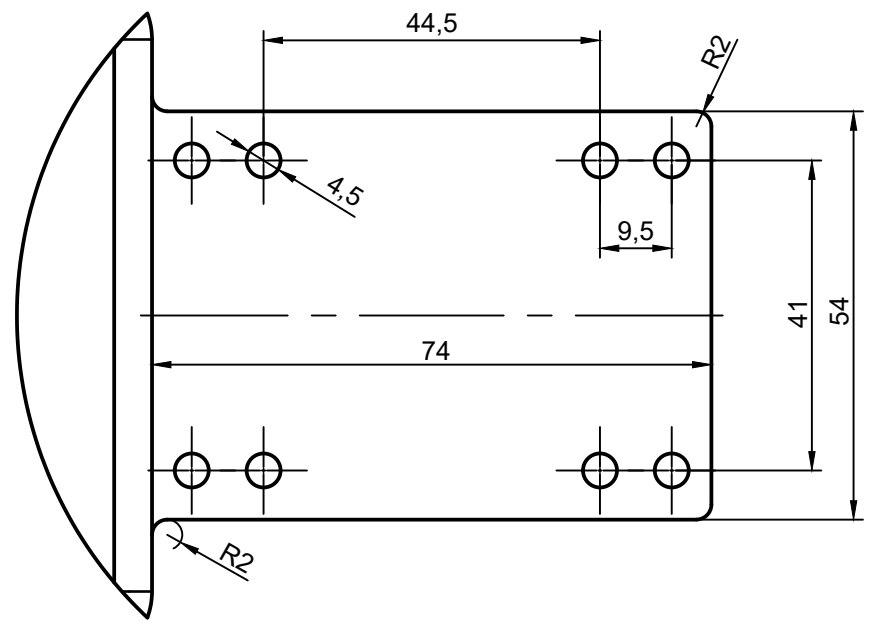


5	Base	1
4	Procesador	1
3	L298N	1
2	Batería	1
1	Tapa	1
Elemento	Descripción	Cantidad

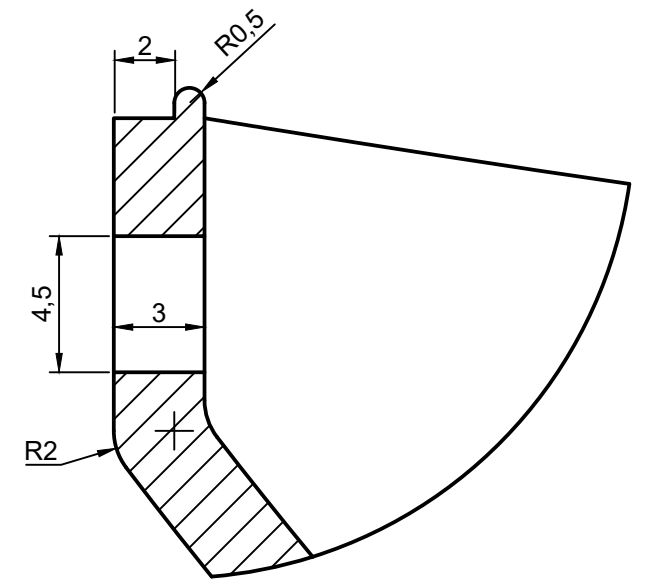
	FECHA	NOMBRE	FIRMA:	 
DIBUJADO	14/05/2025	Samuel M.		
COMPROB.				
ESCALA: 1:4	DESIGNACIÓN:  <b>Explosionado</b>			Nº DE PLANO: 1



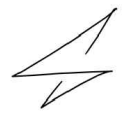


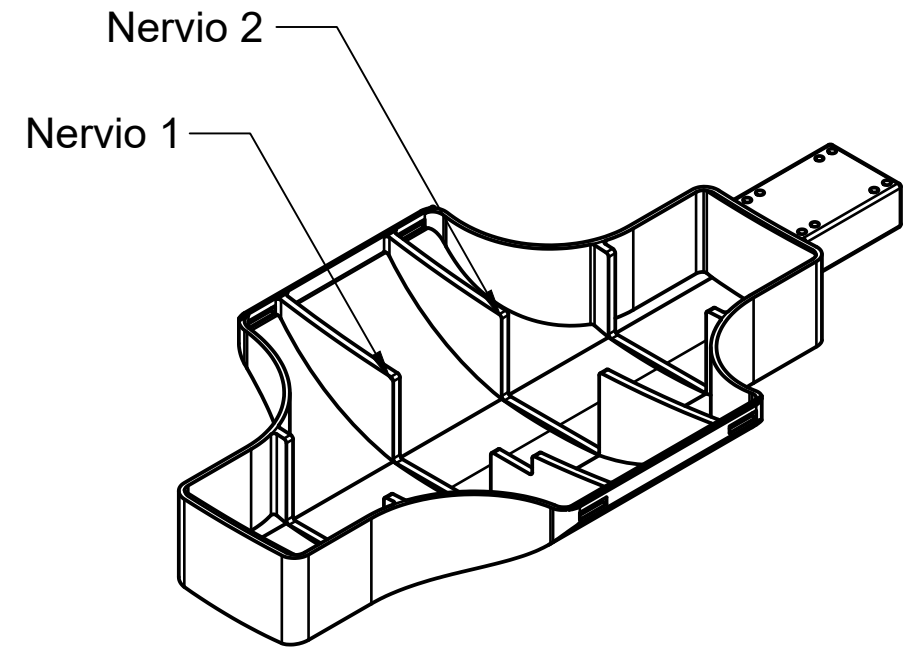
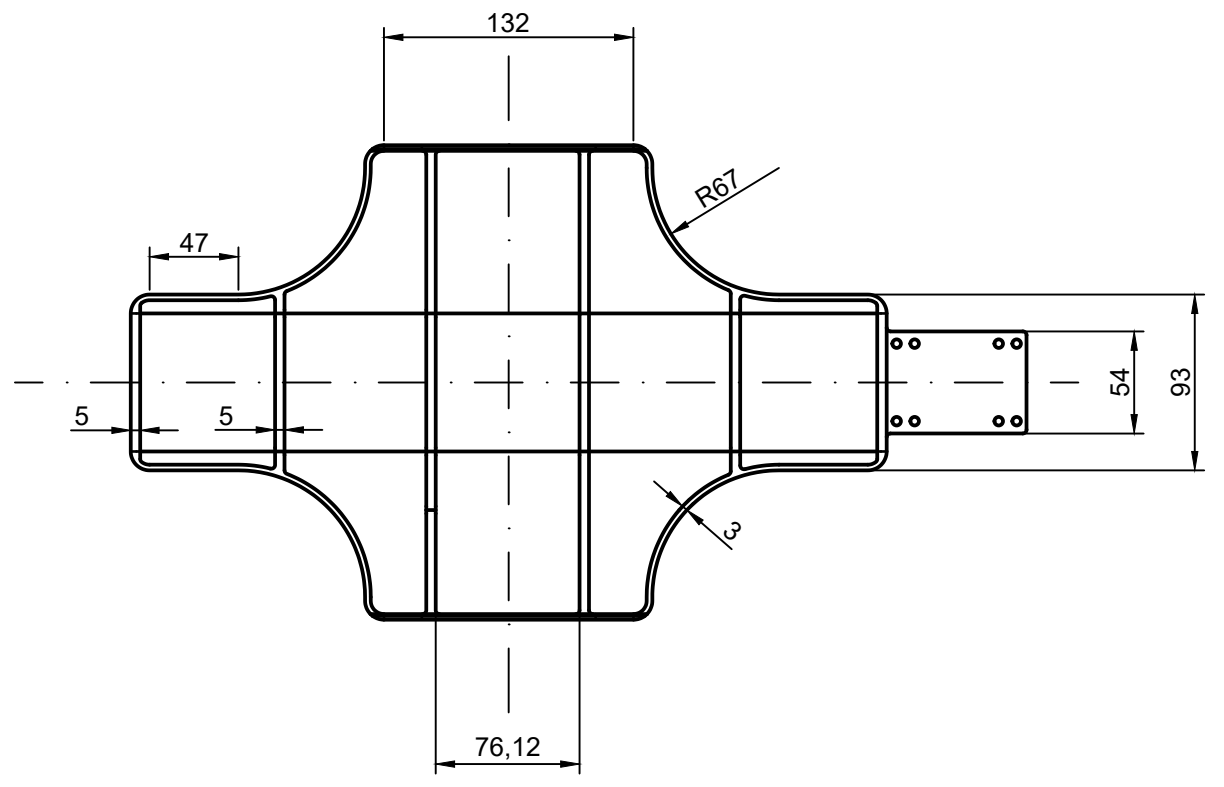
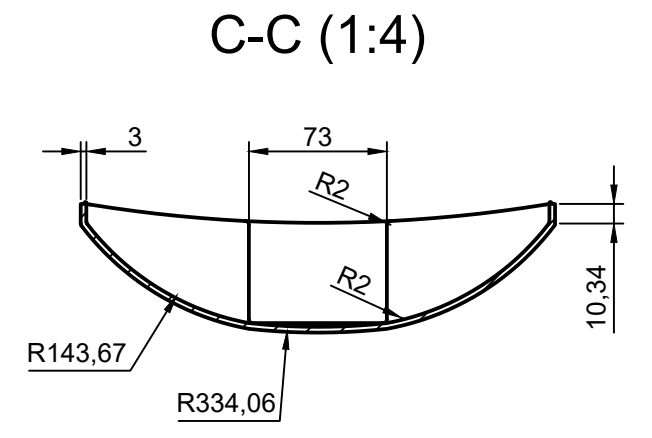
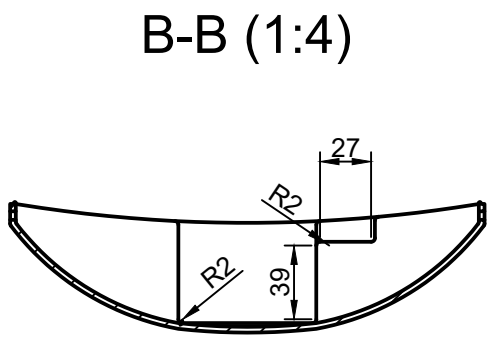
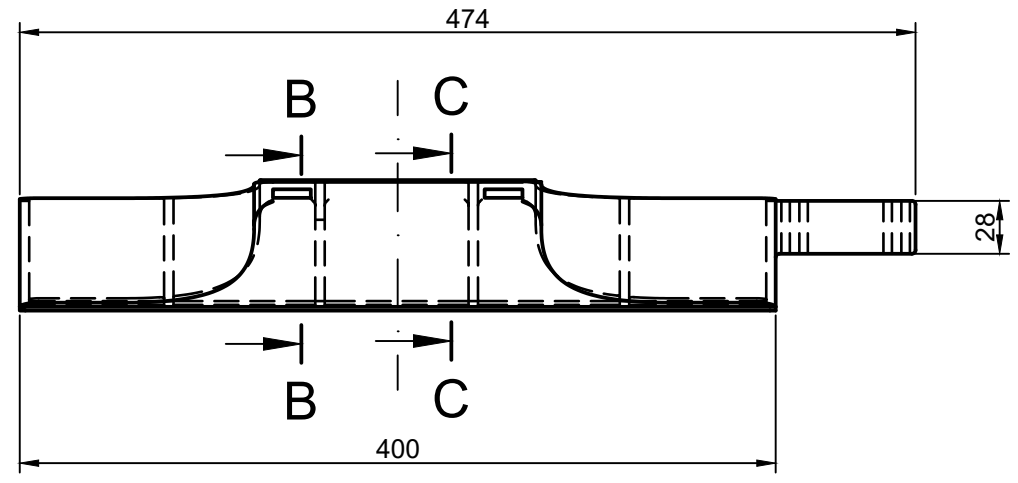
C (1:1)



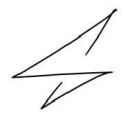


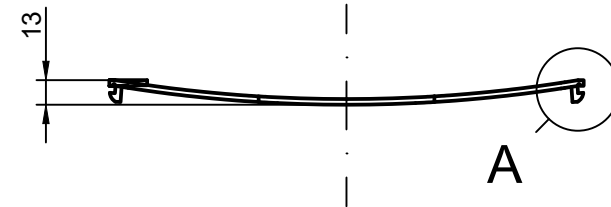
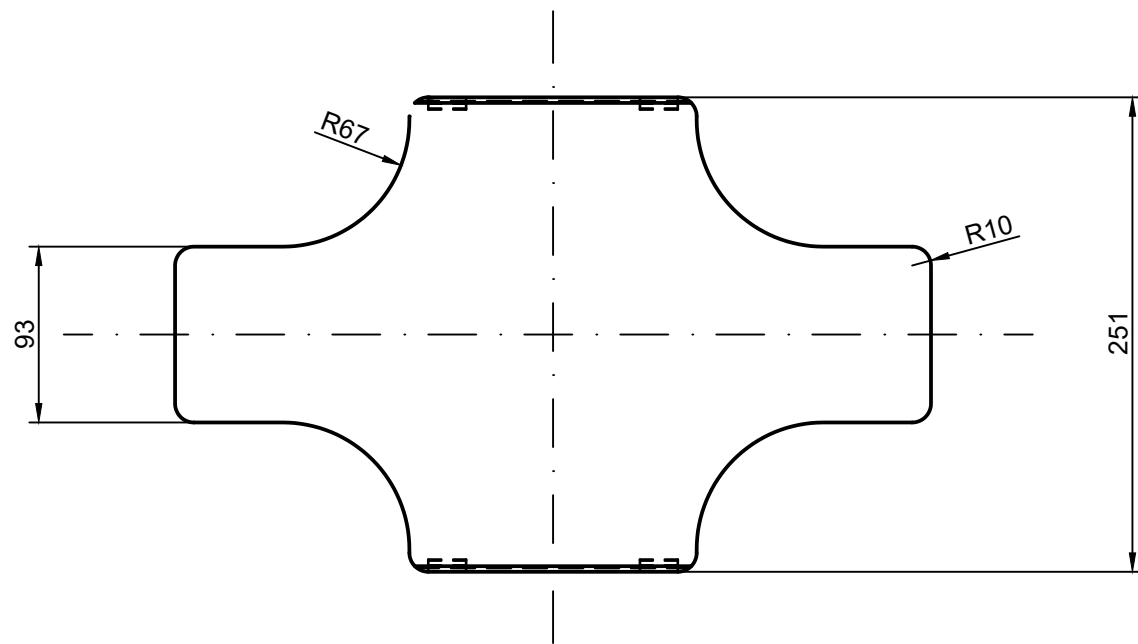
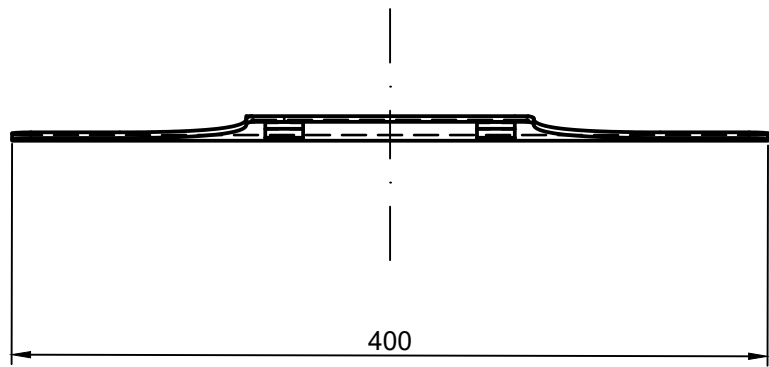
B (4.0000)



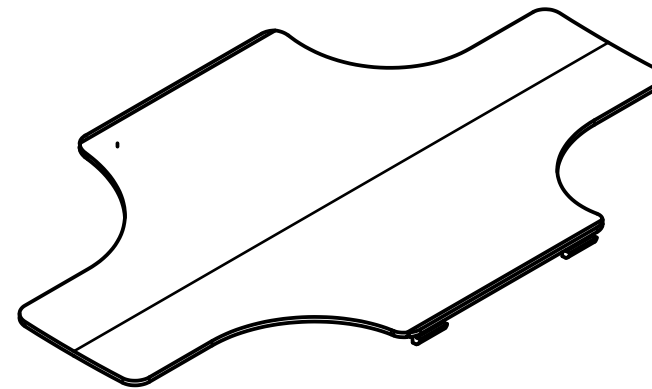
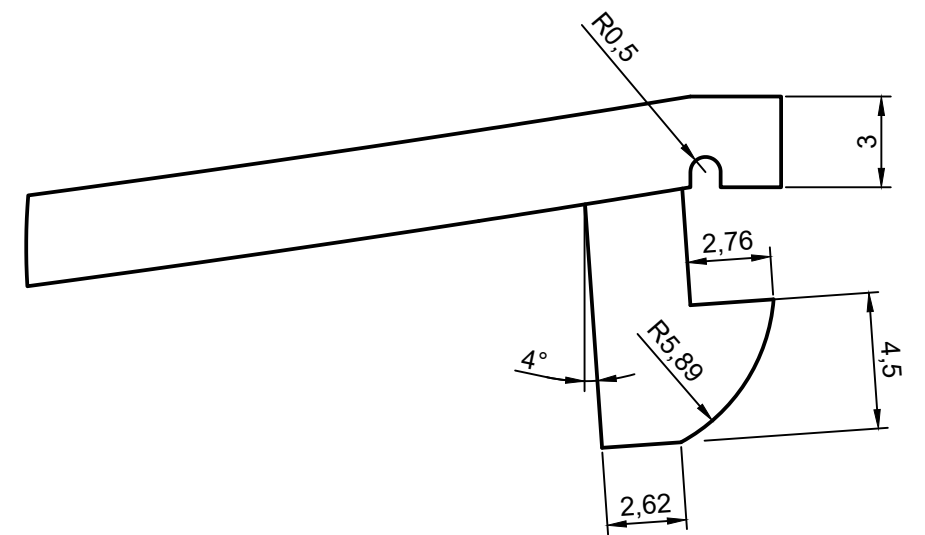
	FECHA	NOMBRE	FIRMA:	 
DIBUJADO	19/05/2025	Samuel M.		
COMPROB.				
ESCALA:	DESIGNACIÓN:			Nº DE PLANO: 2
1:4	Base			



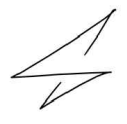


	FECHA	NOMBRE	FIRMA:	 
DIBUJADO	19/05/2025	Samuel M.		
COMPROB.				
ESCALA:	DESIGNACIÓN:			Nº DE PLANO: 3
1:4	Cortes			



A (E:4:1)



	FECHA	NOMBRE	FIRMA:	 
DIBUJADO	19/05/2025	Samuel M.		
COMPROB.				
ESCALA:	DESIGNACIÓN:			Nº DE PLANO: 4
1:4	Tapa			

## **CAPÍTULO 5**

### **Pliego de condiciones**

## **CAPÍTULO 5: Pliego De Condiciones**

### **ÍNDICE**

#### **1. CONDICIONES GENERALES**

1.1. Objeto

1.2. Documentos del proyecto

#### **2. CONDICIONES TÉCNICAS**

2.1. Especificaciones de los materiales

2.1.1. Elementos fabricados

2.1.2. Elementos comprados

2.2. Calidades mínimas de los materiales

2.2.1. Base

2.2.2. Tapa

2.2.3. Motor

2.2.4. Batería.

#### **3. CONDICIONES LEGALES**

3.1. Obligaciones y responsabilidades del proyectista o del coordinador de diseño y fabricación

3.2. Obligaciones y responsabilidades del fabricante

3.3. Obligaciones y responsabilidades del propietario

#### **4. CONDICIONES ADMINISTRATIVAS**

4.1. Generalidades

4.2. Contratos con empresas y condiciones de pago

4.3. Criterios de medición

4.4. Criterios de valoración

4.5. Criterios para el acopio de materiales

#### **5. RECEPCIÓN**

#### **6. NORMAS, REGLAMENTOS Y LEGISLACIÓN A CUMPLIR**

### **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Elementos fabricados ..... 75

Tabla 2. Elementos comprados ..... 75

## **1. CONDICIONES GENERALES**

### **1.1 Objeto**

El objetivo de este Pliego de Condiciones es establecer los requisitos y especificaciones técnicas y legislativas que corresponde a este proyecto, así como a los materiales y sistemas de ejecución.

Este documento sigue las bases de la norma UNE 157001:2002: “Criterios generales para la elaboración de proyectos”.

### **1.2. Documentos del proyecto**

En la elaboración de este proyecto se ha tenido en cuenta la vinculación que guardan todos los documentos entre sí. Estos documentos mantienen un orden de prioridad:

- Planos
- Memoria y Anexos
- Mediciones y presupuestos

Si se diese el caso que algún dato difiere entre los diferentes documentos, se tomaría como dato válido aquel que pertenezca al documento de mayor prioridad establecido anteriormente.

## **2. CONDICIONES TÉCNICAS**

### **2.1. Especificaciones de los materiales**

En este apartado se establecen todos los elementos que constituyen el producto.

### 2.1.1. Elementos fabricados.

En la siguiente tabla (tabla 1) se definen todos los elementos fabricados que conforman el producto final:

Pieza	Nº Piezas	Material	Descripción
Base	1	PC + ABS	Base reforzada con nervios donde se protegen los componentes electrónicos y la batería.
Tapa	1	PC + ABS	Tapa de la base, que termina de encapsular el conjunto y mantiene la base pegada a la tabla.

Tabla 1: Componentes fabricados. Fuente: Elaboración propia

### 2.1.2. Elementos adquiridos.

En la siguiente tabla (tabla 2) se definen todos los elementos comprados que conforman el producto final:

Pieza	Nº Piezas	Modelo	Descripción
Motor	1	N5065	Bimotor de transmisión por correa de 1800KW.
Cables	1	10AWG	Cable 10AWG con conectores XT90.
ESP32	1	SparkFun ESP32 Thing	Placa de desarrollo que permite el procesamiento de datos y la conexión bluetooth.
Giroscopio	1	Módulo GY-521 Acelerómetro y Giroscopio MPU-6050	Giroscopio de 3 ejes.
Controladora	1	L298N	Controladora para el motor.
Batería	1	10S4P	Batería.
Velcro	1	Cintas autoadhesivas	Cinta que permite adherir la tapa a la tabla de manera no permanente.

Tabla 2: Elementos comprados. Fuente: Elaboración propia.

## 2.2. Calidades mínimas de los materiales

En este apartado se determinan las calidades mínimas para cada elemento del diseño. En el Anexo IV. Especificaciones para el Diseño del Producto vienen definidas las especificaciones que debe cumplir el producto.

Todos los agujeros de las piezas tienen una tolerancia de  $\pm 1$  mm.

### **2.2.1. Base.**

La base del encapsulado debe estar hecha de policarbonato con ABS para ser resistente a pequeños golpes y arañazos, además de poder aguantar las condiciones climatológicas del exterior en zonas costeras.

### **2.2.2. Tapa.**

La tapa debe cumplir las mismas especificaciones que la base (consultar capítulo 5 apartado 2.2.1 Base)

### **2.2.3. Motor.**

El motor debe contar con una potencia aproximada de 1800KW, tener una transmisión por correa y poder otorgar potencia de manera independiente a cada rueda.

### **2.2.4. Batería.**

Debe contar con unos valores aproximados de una tensión de 36V; una configuración de 10S4P (con 40 celdas); una capacidad de 14Ah; y un BMS.

## **3. CONDICIONES LEGALES**

### **3.1. Obligaciones y responsabilidades del proyectista o del coordinador de diseño y fabricación**

La persona a cargo de la coordinación del diseño y fabricación del producto puede ordenar, previa recepción definitiva, los rechazos oportunos al considerar la existencia de defectos en el proceso de fabricación.

El proyecto no puede ser alterado salvo que la coordinación del diseño y fabricación renuncie a una parte del proyecto, o sea rescindido el convenio del servicio, en los términos y condiciones legalmente establecidos.

Antes de comenzar los trabajos de fabricación, la empresa que lo va a realizar debe realizar un análisis de cada elemento de fabricación, equipos, etc. En caso de cualquier discrepancia con respecto a los planos, la empresa debe notificarlo a la coordinación del diseño y fabricación para la realización de las rectificaciones.

### **3.2. Obligaciones y responsabilidades del fabricante**

Es la parte obligada a ejecutar la fabricación del producto, por lo que contará con un personal de nivel técnico y experiencia adecuado a las funciones a las que han sido encomendados. Por su parte, la fábrica está obligada a tener un plan de evaluación de riesgos laborales que contemple el proceso de fabricación del producto y que cumplan las disposiciones vigentes, sin exclusión del incumplimiento o defectos del producto.

En caso de accidentes ocurridos a los operarios, ya sea por inexperiencia o descuido, tanto en la propia fábrica como en zonas externas, durante el proceso de fabricación del producto, el fabricante será responsable en caso de incumplimiento de la legislación vigente.

La fábrica debe conocer todo el Proyecto, solicitando todas las aclaraciones que estime oportunas para la correcta interpretación de este.

Además, podrá proponer a la coordinación del diseño y fabricación todas las modificaciones que estime oportunas, pudiéndose llevar a cabo con la autorización por escrita de esta última. La fábrica contará con un espacio adecuado, dentro o fuera de sus instalaciones, en el que se puedan consultar los planos. En este espacio se archivará el Proyecto a disposición del fabricante en todo momento.

El fabricante es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y, por tanto, de los defectos que pudieran existir.

El fabricante aportará los materiales y medios auxiliares que sean necesarios para la ejecución del producto. Su obligación es realizarlo con sus medios, materiales y personal una vez obtenga la aprobación con respecto a la seguridad y buena marcha de la fabricación.

### 3.3. Obligaciones y responsabilidades del propietario

Las obligaciones derivadas de las funciones de contratista serán asumidas por el/la mismo/a, después de haber realizado un exhaustivo examen de la documentación que se presenta en el proyecto, al mismo tiempo que contrae las obligaciones que se expresan explícitamente en este documento.

De esta manera, será responsable de confrontar y comprobar las cosas una vez reciba los planos por parte del equipo de ingeniería, habiendo de informar rápidamente a la dirección del proyecto en caso de cometer o encontrar errores, de lo contrario, será responsable de los fallos que pudieran resultar de su negligencia.

La entidad contratista se abstendrá de ordenar la ejecución de fabricación del producto o la introducción de modificaciones sin la autorización de la coordinación del diseño y fabricación, así como a dar un uso distinto del producto ya que eso no está previsto en las condiciones de requisitos del proyecto.

Al mismo tiempo, estará en la obligación a realizar el pago de honorarios en los tiempos y cantidades acordadas con la empresa proyectista o la coordinación del diseño y fabricación.

## 4. CONDICIONES ADMINISTRATIVAS

### 4.1. Generalidades

La empresa contratista tiene una exigencia de una fianza del 1% del presupuesto de ejecución del producto contratado que se encuentra fijado en el contrato, cantidad que será devuelta una vez finalizado el cobro por la fabricación.

La fabricación se ejecutará según el proyecto como se ha citado anteriormente en el presente documento. El orden de los trabajos será fijado por la empresa proyectista, señalándose los plazos para la buena marcha de la fabricación.

El precio de contrata es el que comprende el coste total de la fabricación.

#### 4.2. Contratos con empresas y condiciones de pago

El actual pliego de condiciones es un documento de obligado cumplimiento para la empresa que fabrica el producto en cuestión. En el momento de la firma del contrato quedara reflejado, en dicho contrato, el cumplimiento de todos los puntos del pliego, así como cualquier mención a la memoria y Anexos de la misma que se haga en él sin exacción.

El incumplimiento de cualquiera de ellos supondrá una sanción económica por parte de la empresa contratada para la fabricación del producto. Dependiendo de la gravedad de la sanción, se podrá llegar hasta a poner a término la relación establecida entre nosotros y la empresa que finalmente fabricará el proyecto, con la correspondiente ruptura del contrato firmado por ambas partes con anterioridad.

El correcto cumplimiento de los plazos fijados es de vital importancia. Cualquier retraso será penalizado según se estipule en el contrato.

En el caso de que los retrasos persistieran por parte de la empresa, la penalización aumentará exponencialmente llegando incluso a la rescisión del contrato. De igual manera, los adelantos también serán penalizados por los costes que supondría de almacenamiento de stock.

Deberá tenerse en consideración que, si en alguna de las fases de fabricación se produce algún tipo de modificación, el resultado final no cumplirá con las características exigidas, derivando en un mal funcionamiento del producto, un mal uso por parte de la persona usuaria y pérdidas económicas para nosotros, pues tendría que suministrar un nuevo producto a la persona perjudicada sin ningún tipo de coste para ella, además de la pérdida, de tiempo y de tipo económica, como consecuencia de un incumplimiento de las características técnicas marcadas. De manera que se hace responsable de las mismas a la empresa contratada para la fabricación y obligada a correr con los gastos.

Con el fin de evitar cualquier tipo de imprevisto, la empresa fabricante se encargará de realizar los planes de trabajo en la cadena de producción, acorde con los planos facilitados para la ejecución del proceso de fabricación y de la contratación del personal encargado de la cadena de producción.

Además, la empresa ha de contar con un acta de replanteo de fabricación en la planta de producción, con el fin de anotar cualquier imprevisto, modificación, incidencia o posible mejora en el proceso. Dicha acta estará al alcance del equipo de control, jefes de producción y personal de la cadena.

También correrá a cargo de la empresa concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante toda la contratación del servicio. Se exige el cumplimiento de la Ordenación de Higiene y Seguridad en el Trabajo, y de todas aquellas

órdenes que regulan la ejecución de las obras, incluyendo el uso de prendas adecuadas, botiquín, etc.

#### 4.3. Criterios de medición

Con el propósito de minimizar el riesgo de fallos, deterioros o errores durante todo el proceso, se harán periódicos controles de calidad de la pieza en cada puesto de trabajo. De esta manera, aseguramos un buen reconocimiento visual de cada producto y suministro, rechazando cualquier pieza que no cumpla con los requisitos que se han establecido.

Mediante esta dinámica, procuramos que cada elemento que pudiera estar defectuoso pueda ser separado de la línea de montaje para un exhaustivo análisis y, en cualquier caso, rechazarlo si se evidencian fallos o desviaciones vinculadas a la forma, posición, acabado o cualquier otra operación de carácter general.

Cada pieza defectuosa será responsabilidad del personal de cada puesto, habiendo sido previamente informados de las características específicas requeridas en las piezas de las que se encargan.

Al final, se comprobará el correcto funcionamiento del conjunto de piezas en la cadena de montaje, verificando la calidad de las superficies, pues deberán ser completamente lisas, sin hendiduras ni golpes, etc., además de adecuarse a las medidas y formas establecidas en los planos, asegurando la perfecta conexión entre todas las partes.

#### 4.4. Criterios de valoración

Los precios contratados van ajustados a los que indica la empresa fabricante en la oferta. La indemnización por retraso es un importe debido a un retraso no justificado en el plazo de terminación, viene fijado en un tanto por mil del importe total de los trabajos contratados por cada día natural del retraso. Este porcentaje será aprobado entre las partes. Se podrá realizar revisiones de precios cuando lo contemple el contrato entre la empresa contratista y el fabricante.

#### 4.5. Criterios para el acopio de materiales

Todos los materiales deberán reunir las condiciones exigidas en el presente documento y de toda la normativa vigente, las cuales serán interpretadas por la coordinación del diseño y fabricación, por lo que directamente podrá rechazar el material que no reúna las condiciones exigidas.

### 5. RECEPCIÓN

La coordinación del diseño y fabricación comunicará al contratista la proximidad de terminación del producto, para acordar la fecha en la cual se realizará la recepción. Si se encuentran estos productos en buen estado y se cumplen las medidas previstas, la coordinación entregará el encargo y ese momento se firmará un acta.

## 6. NORMAS, REGLAMENTOS Y LEGISLACIÓN A CUMPLIR

Las bases de ordenación del sector industrial, así como los criterios de coordinación entre las distintas Administraciones públicas se establecerán en la Ley de industria, 21/1992 de 16 de julio, publicado en el B.O.E. Núm. 176 a 23 de julio 1992. El diseño del producto y el proceso de producción no entrarán en contradicción con las normas legales que actualmente o con posterioridad se dicten, y en especial con las que aparecen en el presente documento. Se actuará en coordinación con las Administraciones Públicas en temas de Seguridad e Higiene en el trabajo mejora de empleo, calidad medioambiental, etc.

Serán de obligado cumplimiento las siguientes normativas generales en cuanto a seguridad:

- Ley de prevención de riesgos laborales: Ley 31/1995 Prevención de Riesgos Laborales (BOE 10/11/95). (Actualizaciones: RDL 5/2000 BOE 08/08/00). (Actualizaciones: Ley 54/2003 BOE 13/12/03).
- Servicios de prevención: Reglamento Servicios de Prevención (BOE 31/01/97). (Actualizaciones: RD 780/98 BOE 01/05/98). (Actualizaciones: RD 604/06 BOE 29/05/06).
- Reglamento de seguridad en las máquinas RD 1495/1986 de 26 mayo. Disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en el trabajo (BOE 23/04/97).
- Manipulación manual de cargas RD 487/97. Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en partículas dorso-lumbares, para los trabajadores (BOE 23/04/97).
- Equipos de trabajo RD 1215/97. Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo (BOE 07/08/97). Por RD 2177/2004.

Equipos de protección individual RD 773/97. Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización de equipos de protección individual por los trabajadores (BOE 12/06/97).

- Ley 10 1998. Gestión de residuos.

Para la realización de este proyecto se ha hecho uso de la normativa:

- NORMA UNE 157001/2002 de “Criterios Generales para la elaboración de proyectos”.
- UNE EN-ISO 9001:2000: Sistemas de Gestión a la Calidad. Requisitos.
- UNE-EN ISO 7200:2004: Documentación Técnica de productos. Campos de datos en bloques de títulos y en cabeceras de documentos.
- UNE-EN ISO 5455:1996: Dibujo Técnico. Escalas. (ISO 5455:1979).
- UNE-EN ISO 3098-0:1998: Documentación técnica de productos. Escritura. Requisitos generales. (ISO 3098-0:1997).
- UNE 1032:1982: Dibujos técnicos. Principios generales de presentación.
- Real Decreto 1890/2008

Además de esta normativa, se ha citado ya anteriormente en el apartado 4.1 de la Memoria, toda la normativa que se recopiló desde el principio y que afectaría a la totalidad del producto.

## **CAPÍTULO 6**

### **MEDICIONES**

**CAPÍTULO 6: Mediciones**

<b>Nº de orden</b>	<b>Ud.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Uds.</b>
1	mm	Base del encapsulado Material: PC + ABS	1
2	mm	Tapa del encapsulado Material: PC + ABS	1
3	mm	Cintas autoadhesivas de velcro de 25000 x 50mm (400 x 200 mm por cada surfskate)	1
4	mm	Sistema bimotor	1
5	mm	Batería 10S4P 370 x 68 x 48mm.	1
6	mm	Cableado 10AWG con conectores XT90 1000mm (150mm por cada unidad de surfskate)	
7	mm	Acelerómetro 22 x16 mm.	1
8	mm	Controladora 43 x 43 x 27 mm	1
9	mm	ESP32 58 x 25.4 mm	1

## **CAPÍTULO 7**

### **Presupuesto**

## CAPÍTULO 7: Presupuesto

Nº Orden	Descripción		Precio
1	Motor		180,39 €
2	Batería		187,99 €
3	Cableado por unidad de surfskate		3,18 €
4	Acelerometro		2,95 €
5	LN		1,20 €
6	ESP32		23,50 €
7	Base		25,00 €
8	Velcro por unidad de surfskate		1,78 €
9	Coste de Fabricación del encapsulado		3,00 €
10	Transporte		8,00 €
11	Costes generales	17%	74,29 €
12	Mano de obra	30%	127,80 €
13	Beneficio Industrial	4%	25,56 €
14	Total base IVA imponible		664,64 €
15	IVA	21%	139,57 €
16	Total ejecución por contrata		804,21 €
17	PVP recomendado		999,99 €

Ilustración 40. Presupuesto. Elaboración propia.

Este presupuesto es aproximado para un lote a muy pequeña escala, al hablar con proveedores y contar con una infraestructura de mayor calibre, se pueden optimizar los costes aumentando considerablemente los beneficios.