



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Diseño de una maleta modular para el transporte de un equipo de metrología

Design of a modular case for the transport of metrology equipment

Autor

Luis García San Miguel Terreros

Director

Sergio Aguado Jiménez

Escuela de Ingeniería y Arquitectura

2022

ÍNDICE

Introducción	5
1.1. Objeto.....	6
1.2. Campo de aplicación	7
1.3. Alcance	7
1.4. Metodología y planificación	7
2. Fase de análisis	9
2.4. Análisis de mercado	9
2.4.1. Maletas de viaje.....	10
2.4.2. Maletas de protección	11
2.4.3. Maletas de equipos de metrología	16
2.4.4. Maletines de ordenadores.....	19
2.4.5. Conclusiones	19
2.5. Análisis de materiales	21
2.6. Análisis de componentes y soluciones.....	23
2.6.1. Sistema de ruedas.....	23
2.6.2. Asa y tirador.....	25
2.6.3. Elementos de cierres.....	26
3. Documentación y descripción del equipo de metrología	27
3.1. Descripción del equipo.....	27
3.2. Lista de componentes	28
4. Ideación del concepto	30
4.1. BrainStorming.....	30
4.2. Evolución formal.....	31
4.2.1. Concepto de un volumen. Subdivisión interna.	31
5. Concepto.....	39
5.1. Concepto	39
5.2. Módulos	40
5.2.1. Módulo 1	42
5.2.2. Módulo 2	43
5.3. Carro	44
5.4. Acople y modularidad	44
5.4.1. Acople módulo – Módulo	44
5.4.2. Acople módulo – carro.....	44
5.5. Características ergonómicas del producto	45
6. Soluciones.....	46
6.1. Solución comercial.....	46
6.1.1. Requerimientos.....	47
6.1.2. Dimensiones.....	47
6.1.3. Observaciones.....	47
6.1.4. Configuración interior “Do It Yourself”	48
6.1.5. Precio solución comercial.....	49

6.2. Solución industrial	49
6.2.1. Materia prima	50
6.2.2. Estrategia de moldes.....	51
6.2.3. Piezas de compra	51
6.2.4. Costes	52
6.2.5. Precio del conjunto y umbral de rentabilidad.....	53
6.3. Conclusiones.....	55
7. Referencias	57

Índice de Figuras

Figura 1. Diagrama de Gantt de la planificación del proyecto	8
Figura 2: Distintos formatos de maletas de la gama Pelican.	12
Figura 3: De izquierda a derecha los tres tipos de organizadores que ofrece la marca Pelican	13
Figura 4: Productos organizadores Pelican	13
Figura 5: Maleta Pelican 1730 Transport Case [13].....	14
Figura 6: Diferentes vistas de la maleta de la marca Nanuk	14
Figura 7: Maleta Disset Odiseo	15
Figura 8: Fotografía general del exterior de las maletas.....	16
Figura 9: Maletas de metrología. Vista interior.	17
Figura 10: Vistas de detalle de la segunda maleta B. A la izquierda la división de espacio. A la derecha el almacenamiento en la tapa	17
Figura 11: Maleta para brazo de medida en la izquierda, para laser tracker a la derecha. Vista general exterior.....	18
Figura 12: Maletas de brazo de medida y láser tracker. Vista interior general	19
Figura 13: Maletas con disposición de dos ruedas.....	23
Figura 14: Maletas con disposición de cuatro ruedas	24
Figura 15: Pares de ruedas	24
Figura 16: Rueda de maleta con rodamiento de bolas.	25
Figura 17: Composición de un brazo telescópico [23]	27
Figura 18: Equipo en sus dos posiciones de trabajo. Ver en anexo 4.....	28
Figura 19: Vista de la evolución formal completa	31
Figura 20: Primer bocetado evolución formal.....	31
Figura 21: Concepto varios módulos.....	32
Figura 22: Concepto mecanismo tipo caja de herramientas.....	32
Figura 23: Concepto mecanismo tipo caja de herramientas.....	33
Figura 24: Concepto conjunto modular.	34
Figura 25: Mecanismo caja de herramientas. Infactibilidades.....	35
Figura 26: Conceptualización otros métodos de dividir el espacio.....	35
Figura 27: Concepto doble volumen	36
Figura 28: Bocetado del concepto a desarrollar.	37
Figura 29: Visión global de la maleta modular para el transporte de un equipo de metrología.....	39
Figura 30: Componentes Módulo 1.....	42
Figura 31: Componentes Módulo 2.....	43
Figura 32: Componentes del carro.....	44
Figura 33: Acople módulo - módulo y acople módulo – carro.	45
Figura 34: Propuesta maleta comercial. HarderBack R series 3025-15 Waterproof utility case.	46
Figura 35: Gráfica Umbral de rentabilidad.....	54

Índice de Tablas

Tabla 1: Tabla comparativa del análisis de las diferentes maletas de viaje	10
Tabla 2: Tabla de conclusiones análisis de mercado	19
Tabla 3: Lista de componentes del equipo de metrología. Ver ampliación en Anexo 5.28	
Tabla 4: Lista total de componentes maleta	40
Tabla 5: Componentes comunes de cada módulo.	41
Tabla 6: Requerimientos aplicados a solución comercial.....	47
Tabla 7: Cálculo de pesos de pieza y fuerza de cierre de molde según material.	50
Tabla 8: Lista de elementos de compra con proveedores y precios.	51
Tabla 9: Aplicación de porcentajes de proyecto industrial para calcular costes adicionales.	52

Introducción

Este proyecto consiste en afrontar el reto de recoger un extenso equipo de metrología único, junto con sus utillajes y elementos auxiliares, en una maleta segura y compacta para su almacenamiento y transporte.

El equipo se compone de numerosos componentes, que serán listados posteriormente, y que es necesario almacenarlos de forma segura (muchos de ellos son frágiles) y ordenada para una organización óptima que facilitará su almacenaje y su uso pudiendo ser transportada sin ningún tipo de problema. Para ello deberá ajustarse al máximo en cotas debido a la extensión y tamaño del equipo en cuestión.

Estos elementos que lo componen presentan formas y tamaños que no son estándares. Actualmente podemos encontrar en el mercado multitud de fabricantes centrados en las maletas de seguridad, sin embargo, es difícil encontrar productos que se ajusten a estas medidas poco comunes, por lo que el equipo requiere de una maleta más específica, pensada y diseñada en exclusiva para él.

Con todo esto, el planteamiento es realizar un análisis para observar la fabricación, componentes y características de los productos actuales, y finalizando con un desarrollo de una maleta modular para el equipo de metrología adaptando lo aprendido anteriormente.

1.1. Objeto

El principal objetivo de este proyecto es diseñar una maleta para el transporte de un equipo de metrología de manera segura y eficaz. Esto requiere de una serie de fases recogidas en la metodología, a través de las cuales se guiará el concepto a desarrollar aportándole todo el conocimiento que requiere.

Una vez claro el objetivo principal del proyecto se tienen en cuenta una serie de objetivos secundarios, intrínsecos al principal.

La modularidad o la ergonomía, entre otros, son objetivos secundarios que han de tratarse y tenerse en cuenta en la fase de desarrollo de concepto. La maleta ha de ser modular para facilitar su configuración según necesidad de almacenaje y transporte, aparte de poder asegurar que cambios futuros en el equipo van a poder adaptarse al conjunto desarrollado. La ergonomía es un concepto importante a tener en cuenta, dado que el conjunto del equipo suma un tamaño y peso total considerables, y de esta manera se permitirá transportar y trabajar mejor con él.

Esto plantea unos desafíos técnicos y de concepto para lograr un resultado final lo más optimizado posible en torno a los factores citados. Para afrontarlos se realizarán una serie de análisis para el estudio de los componentes, materiales, tendencias, etc. del mercado y poder aplicar la mejor configuración al proyecto.

1.2. Campo de aplicación

El equipo de metrología surge de un proyecto de investigación realizado en el Departamento de Ingeniería de Diseño y Fabricación. Actualmente el equipo se encuentra en fase de desarrollo tecnológico cuatro (TRL 4) y se pretende, en los próximos años, que pase a nivel siete (TRL 7). Ver Anexo 1.

El objetivo de este sistema es capturar la información necesaria con el fin de mejorar la precisión de posicionamiento de los equipos a verificar mediante técnicas de verificación volumétrica.

Al tener que trasladar el equipo a empresas y centros externos a la universidad y teniendo en cuenta el futuro aumento del equipo, resulta necesario la realización de este proyecto, con el que garantizar un transporte adecuado del sistema desarrollado.

1.3. Alcance

Este proyecto comprende desde la determinación de las necesidades del equipo, a la generación de un prototipado 3D virtual a través de un proceso conceptual, técnico y creativo basado en el análisis de problemas y soluciones de características similares y ya existentes. Obteniendo como resultado una solución conceptual a desarrollar en futuros TFG.

1.4. Metodología y planificación

Para el desarrollo de la maleta modular para el transporte del equipo de metrología se siguen una serie de fases para obtener un proceso de conceptualización y de diseño completo y ordenado.



La planificación de este proyecto es la siguiente:

- Definición del proyecto. Fase inicial en la que se definen los objetivos y alcance del proyecto.
- Fase de análisis. Búsqueda de información para aprender sobre este tipo de productos y poder aplicar posteriormente este conocimiento sobre el concepto a desarrollar.
- Documentación y descripción del equipo de metrología. Se estudia y documenta el equipo de metrología que ha de encajar en la maleta. Cuanto mejor se conozca, mejor se adaptará el concepto a él.
- Ideación del concepto. Fase en la que toda la información recopilada se pone en sintonía para la conceptualización del concepto a desarrollar.
- Desarrollo del concepto. Con el concepto definido, se realiza su diseño CAD, con sus respectivos planos.

- Definición del concepto acabado. Fase en la que se documenta el concepto completo, con una lista de piezas, materiales escogidos, procesos de fabricación y análisis.

Para cumplir este alcance se propone el siguiente timing, que se verá apoyado por reuniones periódicas con el tutor.

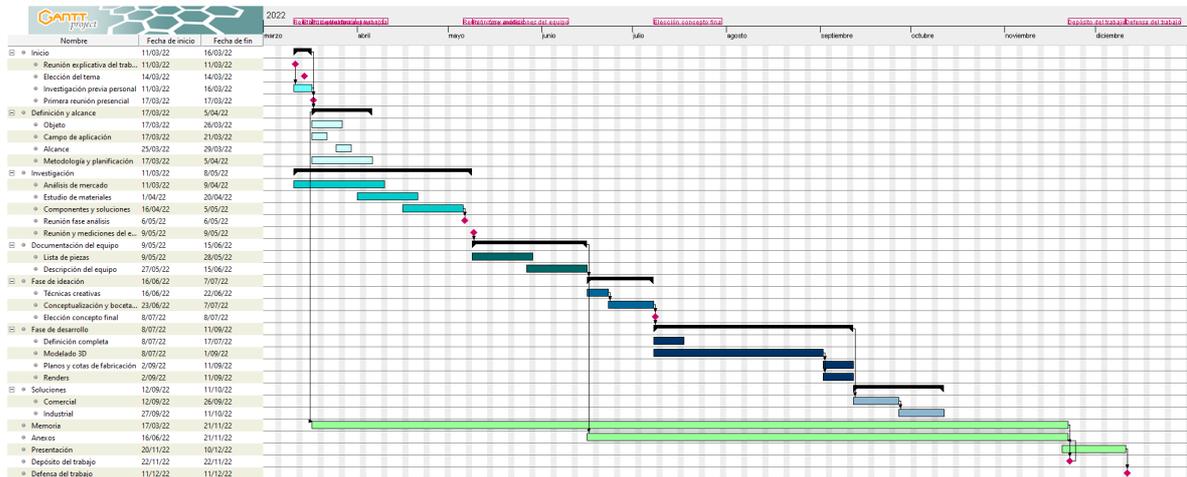


Figura 1. Diagrama de Gantt de la planificación del proyecto

2. Fase de análisis

En esta fase se desarrollan estudios y análisis para comprender cómo ha de ser la maleta respecto a aspectos técnicos, dimensionales, ergonómicos, de aspecto o funcionales entre otros, basados en el mercado actual y sus necesidades.

Gracias a ellos se puede observar de qué manera están desarrolladas todos los tipos de maletas que podemos encontrar. Por lo que es una gran fuente de información y aprendizaje, que posteriormente se utilizará para definir las bases del producto que se va a desarrollar.

2.4. Análisis de mercado

Se realiza un análisis de mercado con el objetivo de identificar los aspectos de mejora de productos actuales, además de ser una buena fuente de generación de ideas para el futuro desarrollo del concepto

A continuación, se encuentran las características más relevantes a tener en cuenta en este análisis que proporcionará una buena base para el inicio del desarrollo del concepto.

Peso: El peso en según qué tipo de maleta es muy influyente, ya que por ejemplo para viajar en avión existen límites de peso impuestos por las aerolíneas que hay que respetar, y una reducción de peso en la maleta posibilita el poder cargar más su interior. Las maletas de bajo peso permitirán analizar los materiales más livianos para tenerlos en cuenta en el desarrollo del concepto.

Dimensiones: Similar a la variable peso, pero más generalizado en todos los tipos de maletas. Las dimensiones para encajar en espacios estándar como los límites de las aerolíneas o maleteros de los coches son de alto nivel de importancia. Para esta variable utilizaremos medidas generales de los volúmenes: largo, ancho y alto.

Materiales: Según un tipo de maleta u otro, se utilizarán variedad de materiales. Unos más ligeros, pero menos resistentes, otros más rígidos...

Acabados: Según el material y el aspecto que se le quiera dar al producto, puede tener diferentes acabados superficiales.

Resistencia a impactos: Esta cobra más sentido en unas que en otras, siendo de todas formas de importancia en común. Dependerá de los materiales y el diseño de la carcasa.

Grado de protección IP: Mide la capacidad que tiene un producto de permanecer sellado frente al contacto con líquido o polvo. Es de valorar en maletas portadoras de objetos delicados y generalmente costosos. Ver anexo 2

Ergonomía: La ergonomía en las maletas es de gran importancia. Hay que tener en cuenta que el fin de estos objetos es transportarlos de un lugar a otro, por lo que han de considerar la comodidad en su desplazamiento con medidas acertadas y elementos que favorezcan a dicha ergonomía.

Diseño: El diseño en una maleta es más relevante en unos tipos que en otros. Profundizaremos en ello posteriormente, pero como es de esperar este fin es distinto en maletas de ropa que en maletas de transporte de objetos industriales.

2.4.1. Maletas de viaje

Tabla 1: Tabla comparativa del análisis de las diferentes maletas de viaje

Imagen	Peso	Material	Observaciones	Precio
<p>RIMOWA [1]</p>	4,3	<p>Exterior en aluminio anodizado de alta gama con esquinas remachadas en aluminio de alto brillo. Asas de piel. Interior en Poliéster</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Sistema Multiwheel: dirección estable y sin esfuerzo gracias a las ruedas montadas sobre rodamientos de bolas con ejes amortiguados. · Doble asa de agarre, una en el lateral y otra en la parte superior para levantar la maleta de dos posiciones diferentes. · Tirador de doble tubo de aluminio. 	1120€
<p>SAMSONITE [2]</p>	2,1	<p>Exterior en tejido de polipropileno</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Toma de USB en su interior. · Asas superior y lateral · Tirador de doble tubo de aluminio. · Material textil en zona de cremallera, entre las dos carcasas rígidas, permite aumentar o disminuir su capacidad interior. 	410€
<p>XIAOMI [3]</p>	4,2	<p>Exterior en aleación de aluminio y magnesio El interior está realizado al 100% en poliéster Los elementos exteriores como cierres o el asa fabricados en plástico duro. Ruedas de TPE de alta elasticidad, mejoran absorción de impactos y reducen ruido.</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Posee una parte desmontable en su interior con forma de ordenador portátil, que se puede extraer por medio de cremalleras · Las piezas de aluminio se unen entre sí por medio de 84 remaches. · Estructura ruedas con rodamientos permite mejor movilidad, y con almohadilla para poder cargar un mayor peso. · Tirador de doble tubo de aluminio. 	219€

<p>AMERICAN TOURISTER ECO [4]</p> 	2,6	<p>Exterior en policarbonato</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Reseñas negativas por ruedas con corta vida útil. Dos pares de ruedas dobles pero sin ningún tipo de filtrado de golpes del suelo. · Tirador de doble tubo y doble asa, lateral y superior. 	155€
<p>AMERICAN TOURISTER [5]</p> 	2,5	<p>Exterior en polipropileno</p>		159€

Para mayor detalle sobre el estudio de maletas de viaje ver Anexo 3.

2.4.2. Maletas de protección

En esta sección se incluye todo tipo de maletas destinadas a transportar productos que pueden dañarse con facilidad. Estas son maletas con mayor rigidez y elementos de seguridad para poder garantizar el correcto transporte de equipos más delicados, que pueden verse afectados por parámetros con la humedad y partículas en suspensión.

Algunos ejemplos de objetos que transportan estas maletas son:

- Equipos fotográficos. Para ello, han de contar con suficientes compartimentos para organizar y almacenar todo tipo de material, siendo este bastante extenso en algunas ocasiones.
- Para cazadores, militares, policía. Estas maletas garantizan el transporte de armamento de forma segura, siendo estos equipos delicados y complejos.
- Sector industrial, electrónica, mecánica y mantenimiento. Para equipos como de óptica, telemetría, sensores, equipos de medición, placas base...

Este análisis se centra en la marca Pelican, siendo este es el más reconocido mundialmente. Posteriormente se analizarán dos productos más de otras marcas para poder tener información suficiente y contrastada.

2.4.2.1. Maletas Pelican

Pelican [6] cuenta con una amplia gama de productos que mostrarán las características principales de este tipo de maletas y dará pie a un estudio para el proyecto de sus técnicas de fabricación, así como materiales, elementos, etc.

Dentro de cada gama de productos se pueden encontrar todas las variantes en tamaño que han desarrollado, siguiendo unas características generales.

- Gama Pelican Protector Cases [7]: esta es su sección de maletas tradicionales, fabricándolas desde 1976. Son resistentes a fuertes impactos, al polvo, a sustancias químicas y ofrecen un nivel de estanqueidad IP67. Tienen las siguientes características:
 - Se fabrican con un copolímero de polipropileno por medio de un proceso de inyección. Sus paredes son sólidas con núcleo de células abiertas, siendo más resistentes y ligeras que aquellas de núcleo sólido.
 - Las ruedas se montan sobre cojinetes de acero inoxidable prolongando su vida útil e incrementando su suavidad de movimiento.
 - Cierres de doble recorrido, aseguran que siempre se mantenga cerrada tras un impacto.
 - Anillo de sellado de neopreno entre el cuerpo y la tapa, asegura su estanqueidad.
 - Válvula de compensación automática de la presión impide que entre el agua en el interior y facilita la apertura.
 - Las bisagras y asas incorporan pernos de acero inoxidable.
- Gama Pelican Air [8]: la gama Air es una versión aligerada de su línea Protector Cases. En este caso, en lugar de utilizar el polipropileno, utilizan una resina ligera HPX que consigue una disminución de hasta un 40% del peso. Además, esta gama cuenta con un mayor número de tamaños.
- Gama Storm [9]: Estas maletas son diseñadas para aguantar situaciones totalmente adversas. Pueden ser totalmente sumergidas gracias a avances en el sistema de la válvula o en los cierres. En estas también se utiliza la resina ligera HPX para su fabricación.



Figura 2: Distintos formatos de maletas de la gama Pelican.

Estas gamas incluyen la carcasa de la maleta, para la configuración interior Pelican ofrece la opción de personalizarlo, y es de interés analizarlo también para hacernos una idea de diferentes sistemas de organización que se pueden utilizar bajo la carcasa principal de la maleta para el equipo de metrología:

- Espuma Pick N' Pluck [10]: La espuma tradicional recortable a medida de la pieza requerida para amortiguar golpes.
- Separadores acolchados [11]: Son divisores del espacio total acolchados y versátiles, que permiten una configuración personalizada e intercambiable según la ocasión o lo que se necesite transportar. Poseen bandas de velcro y son una espuma forrada en tela con tamaños estándares.
- TrekPak [12]: Son separadores con una estructura rígida entre dos láminas de espuma. Este es fácil de cortar para adaptarlo a las necesidades de transporte, y se unen entre ellos con unos pasadores metálicos. Son ligeros y resistentes permitiendo transportar y dividir espacios de la carcasa de manera sencilla y con toda seguridad.



Figura 3: De izquierda a derecha los tres tipos de organizadores que ofrece la marca Pelican

Es de interés contemplar también una serie de productos que desarrolla Pelican, de menor tamaño y con otro tipo de sistemas de organización, que pueden ser útiles para usarlos como sub organizadores dentro de la carcasa principal de la maleta. (Figura 4).



Figura 4: Productos organizadores Pelican

Se selecciona de este fabricante la maleta con medidas más similares a las necesidades de volumen requeridas por el equipo para tener referencia de precio:



Figura 5: Maleta Pelican 1730 Transport Case [13]

Es la Pelican 1730 Protector Transport Case y tiene unas medidas interiores de 86,4 x 61 x 31,8 cm. Su precio es de 771,49€ sin foam; 891,30€ con foam.

2.4.2.2. Maleta Nanuk

Nanuk [14] es una marca canadiense que lleva en el sector 20 años, por lo que tienen una gran experiencia a sus espaldas y pueden mostrar posibles diferencias entre dos productos de fabricantes experimentados especializados en este sector.



Figura 6: Diferentes vistas de la maleta de la marca Nanuk

Se observa que aparentemente es una maleta muy similar a la que ofrece el fabricante analizado anteriormente. Esta se compone de una base y una carcasa de polipropileno negro, donde se acoplan el resto de elementos como asas, tiradores y cierres. Cuentan también con un sistema de cierre hermético con válvula para evitar que entre cualquier tipo de humedad que pueda dañar los elementos transportados. Encontramos todas las superficies cubiertas por nervios para rigidizar el conjunto, además de refuerzos en las esquinas y apoyos en la parte inferior para cuando esté apoyada sobre el suelo.

A destacar el sistema de almacenaje que se aprecia en la imagen de la izquierda sobre la parte interior de la carcasa superior, donde se acoplan bolsas de materiales textiles a la carcasa de polipropileno.

2.4.2.3. Maleta Disset Odiseo

Disset Odiseo [15] es un fabricante de equipo industrial generalizado, los productos como las maletas de transporte o protección ocupan una baja parte de su producción y venta. Cubren soluciones desde productos para almacén, oficina o industriales, y además de cajas y contenedores podemos encontrar en su catálogo suelos, mobiliario técnico, transporte y elevadores, medio ambiente, seguridad y construcción.

Sobre las maletas de protección, tienen también una amplia gama de productos, como maletas de plástico, metálicas, además de cajas o contenedores. En este caso se escoge un producto diferente a lo anteriormente visto para conseguir más variedad de referencias e ideas.



Figura 7: Maleta Disset Odiseo

Este concepto de maleta tiene una disposición totalmente diferente a lo visto anteriormente. Esta cuenta con una tapa lateral que facilita su apertura, donde en su interior se encuentran una serie de cajones que deslizan de forma horizontal. Esto resulta muy interesante a la hora de transportar gran número de objetos de un tamaño no muy elevado, por lo que puedes organizarlos de la mejor manera posible en el interior, ordenándolos por secciones, utilizades o cualquier criterio.

Otra ventaja es que además de su almacenaje y transporte, permite trabajar con ello también. No es como una maleta convencional de tapa superior donde se suele extraer todo el contenido para luego trabajar con él, si no que puede ser utilizado a la vez que se trabaja con el equipo, teniendo una disposición cómoda y accesible.

Los cajones se pueden alterar en disposición, lo que hace que puedan ser distribuidos a gusto de cada usuario para la optimización de la disposición del equipo a transportar, lo que lo convierte en un tipo de estuche muy configurable.

Se fabrica en perfil de aluminio extruido y anodizado, con protecciones en las esquinas en acero cromado ofreciendo una mayor vida útil al producto. Se puede observar que presenta unas ruedas de un diámetro generoso, 150 milímetros para ser exactos, fabricadas en plástico duro y recubiertas por una goma para amortiguar el transporte frente al pavimento.

2.4.3. Maletas de equipos de metrología

Se observan y analizan cuatro maletas utilizadas específicamente para el transporte de equipos metrológicos. Su base es de una maleta de protección similar a las analizadas anteriormente, pero adaptadas en su interior para equipos de estas características.

2.4.3.1. Maletas A y B.

Las dos primeras maletas observadas son de gran parecido entre ellas. En el exterior básicamente son diferentes en cuanto a dimensiones, el interior está adaptado a cada necesidad. La maleta A es para un Laser Tracker, la B para un interferómetro. Las agrupamos por su similitud.



Figura 8: Fotografía general del exterior de las maletas.

Como se observa en la figura 8, las características del **exterior** son:

- Fabricadas en polipropileno
- Diseño funcional
- Nervios en las superficies más extensas
- Refuerzos en las esquinas
- Asa superior y lateral
- Carro integrado pero separable por tornillos
- Los cierres son de doble recorrido y la carcasa presenta unos agujeros al lado de estos para poder integrar un candado
- Medidas (mm):
 - Maleta 1: 620 x 510 x 300 – Tirador 1000 (Una sola posición en ambos)
 - Maleta 2: 540 x 400 x 260 – Tirador 940

En el **interior** se encuentran dos configuraciones diferentes:

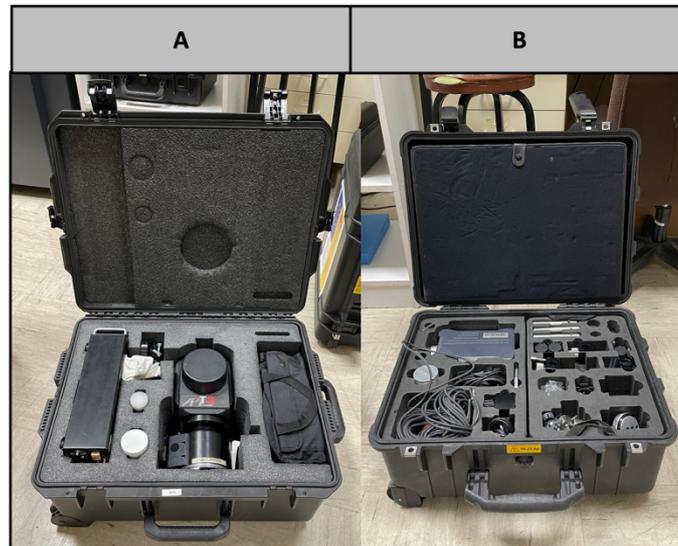


Figura 9: Maletas de metrología. Vista interior.

- La maleta A presenta un interior simple, con el foam recortado con el tamaño del equipo.
- En la maleta B se aprecia una división de la carcasa inferior en dos niveles (ver figura 10 para el detalle), en el que cada foam presenta también los recortes específicos para las piezas a transportar.
- En la misma figura se puede observar que la tapa de esta segunda maleta se aprovecha como método de almacenamiento. En este caso se muestra portando una serie de documentación, pero puede ser válida también para almacenar cables o el propio portátil.
- Ambas maletas presentan un tope en la apertura de la tapa. Este tope lo consigue por medio de las propias bisagras integradas, diseñadas de tal manera de que la parte de la carcasa y la de la tapa choquen cuando se abren en su posición máxima.



Figura 10: Vistas de detalle de la segunda maleta B. A la izquierda la división de espacio. A la derecha el almacenamiento en la tapa

2.4.3.2. Maletas C y D.

Con el motivo de su similitud se agrupa también el análisis de estas otras dos maletas.



Figura 11: Maleta para brazo de medida en la izquierda, para laser tracker a la derecha. Vista general exterior.

Características del exterior:

- Carcasa plástica sin texturizar, con material coloreado azul y blanco respectivamente.
- Medidas muy superiores a las vistas en las otras dos maletas anteriores:
 - o Maleta C, brazo de medida: 1100 x 510 x 370
 - o Maleta D, laser tracker: 1100 x 700 x 520
- Diseño de nervios mucho más simple, carcasas más flexibles.
- Ruedas integradas en la carcasa.
- Cierres menos desarrollados que lo visto anteriormente.
- Asas alrededor del volumen.

Características del interior:

- El interior de ambas maletas es bastante simple. Presentan corte de foam con las dimensiones del equipo a transportar.
- En la maleta D en la figura 12 se aprecian dos alturas. En el compartimento más voluminoso se almacena el Brazo de medida, mientras que la segunda altura es utilizada para componentes de menor tamaño.
- Al igual que las dos primeras maletas de metrología analizadas, estas tampoco permiten la apertura de la tapa hasta un ángulo de 180°. En este caso se les añade una cuerda que se tensa por completo al llegar al ángulo límite deseado, impidiendo su apertura total.

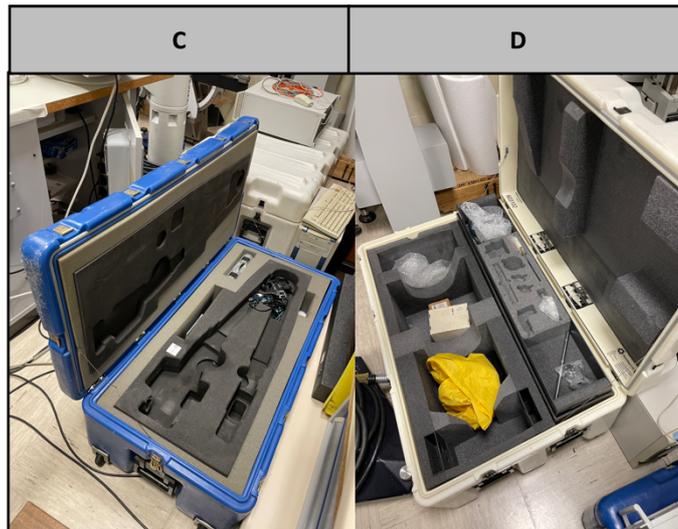


Figura 12: Maletas de brazo de medida y láser tracker. Vista interior general

2.4.4. Maletines de ordenadores.

El equipo de metrología exige el transporte de un ordenador consigo, con el que capturar y trabajar los datos obtenidos en el proceso de verificación, por lo que es de total necesidad llevarlo siempre con el equipo. (Ver anexo 3)

El transporte de dicho ordenador ha de tener en cuenta accesorios necesarios como puede ser un ratón o su cable de alimentación.

2.4.5. Conclusiones

De este análisis de mercado extraemos unas conclusiones, importantes para el posterior desarrollo de la maleta:

Tabla 2: Tabla de conclusiones análisis de mercado

Materiales	<p>Gran diferencia entre maletas de viaje y de protección.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Maletas de viaje buscan estética y ligereza con aluminio, tejido de polipropileno, polipropileno y policarbonato entre otros. - Maletas de protección anteponen lo funcional a lo estético. Uso de polipropileno con diseño de mayor espesor y estructuras de nervios a favor de una mayor rigidez estructural y resistencia al impacto. Variedad de materiales para subcomponentes como espumas, neopreno o resinas.
Ergonomía	<p>Se han observado una serie de elementos clave:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Doble asa de agarre para mejor manipulación de la maleta. - Tirador con diferentes alturas. - Un buen sistema de ruedas favorece su transporte.

Forma y diseño	<p>De nuevo, gran diferencia entre las maletas de viaje y las de protección.</p> <ul style="list-style-type: none"> - En las maletas de viaje se encuentran superficies lisas o con texturas trabajadas estéticamente, con diversidad de materiales y detalles para favorecer el impacto visual ante los consumidores. - En maletas de protección se observan materiales sin teñir o colores negros, diseños de nervios, cierres grandes, protecciones y otros elementos y accesorios funcionales. - En las maletas de equipos de metrología se observan grandes dimensiones exteriores.
Protección	<p>Además de lo ya comentado en materiales y forma y diseño, como los nervios, espesores o texturas; existen diferencias entre la protección de los elementos en el espacio interior. En las maletas de viaje, se utilizan cintas o apartados con cremallera, que consiguen sostener los elementos sin moverse en el interior evitando golpes.</p> <p>En las maletas de protección se va un paso más allá y se suele ver todo encajado con espumas u otros tipos de separadores para amortiguar los componentes en caso de golpe y mantenerlos en su posición de manera eficaz. Respecto a la protección ante líquidos y polvo, todas las maletas de protección analizadas cuentan con sistemas para cubrir este ámbito.</p>
Ordenador	<p>Para el ordenador hay dos opciones, funda de textil blanda o carcasa dura. Se considera en parte innecesaria la carcasa ya que al ir dentro de la maleta con una funda textil es suficiente.</p>
Precio	<p>Como se ha podido observar el precio entre las maletas de viaje y las de protección es muy diferente. Las maletas de viaje no requieren de tanto material ni añadidos para proteger y configurar su interior, además de venderse en tiradas mucho más grandes. Esto hace que su precio sea más reducido, aun teniendo en cuenta que aquí el precio añadido que ofrece cada marca es superior que en las maletas de protección.</p>

2.5. Análisis de materiales

Una vez realizado el estudio de mercado, se han encontrado una serie de materiales que son utilizados en maletas y productos actuales. A continuación, se analizan para conseguir dar con el material óptimo a utilizar en cada parte de la maleta.

Aluminio

El **aluminio** es un metal blando y maleable resistente a la corrosión. Estéticamente llama la atención, pero sus propiedades no le permiten ser un elemento estructural.

En maletas de viaje tanto Rimowa como Xiaomi, se observó que utilizan este material aleado con otros para poder ofrecer acabados parecidos y ganar en propiedades mecánicas. En el caso de Rimowa se encuentra que utilizan una aleación de **aluminio anodizado de alta calidad**, sin especificar cuál es el otro metal aleado. El anodizado es un proceso electrolítico por el cual se crea una capa de alúmina en la superficie del aluminio que lo protege de futura corrosión.

En el caso de Xiaomi, especifican que utilizan una **aleación de aluminio y magnesio**. Esta aleación le proporciona al aluminio una gran resistencia tras el conformado en frío y una mayor ligereza.

Polipropileno

El **polipropileno** [16] es un material termoplástico. Este material muestra gran resistencia mecánica y tenacidad, siendo este el material más utilizado en la inyección de piezas plásticas.

Se ha visto que en las maletas de protección utilizaban **copolímero de polipropileno**. [17]. Esto consiste en añadir entre un 5% y un 30% de etileno a la polimerización, consiguiendo como resultado un material con mayor resistencia al impacto que el PP homopolímero.

Este material presenta también muy buena resistencia a la fatiga, temperatura de reblandecimiento alta y gran resistencia al stress cracking.

En las maletas de viaje se observa la utilización de **tejido de polipropileno**. [18] Este tejido se realiza con fibras de polipropileno y resinas, obteniendo un compuesto de gran ligereza, con buena resistencia a la tensión, poca elongación, estabilidad dimensional y resistencia al desgaste.

Este material presenta la posibilidad de añadirle cierta cantidad de talco que consigue un aumento del módulo elástico.

Policarbonato

El policarbonato [19] es un plástico termoplástico fácil de trabajar y termoformar, con muy buenas propiedades mecánicas y de tenacidad, además de una buena estabilidad dimensional. Cuenta también con una resistencia al impacto extremadamente elevada.

Espumas

El interior de las maletas de protección estaba compuesto en muchos de sus casos por numerosos paneles de material espumoso.

Existen varios tipos de espuma [20]:

- Las **espumas de Polietileno** presentan una excelente amortiguación frente al choque y vibraciones, es reutilizable y resistente a la humedad. Es flexible y elástica para poder ser adaptada a infinidad de diferentes aplicaciones.
- Las **espumas de Poliuretano** presentan una mayor rigidez y memoria elástica, utilizadas más comúnmente para aislantes y mantener la temperatura de los productos.

Neopreno

El neopreno [21] es un material que pertenece a la familia de los cauchos sintéticos. Este material tiene como propiedades una alta resistencia a las inclemencias evitando el quiebre, además de resistir bien al calor y no distorsionarse al ser flexible.

Se ha visto en el análisis de las maletas de protección, utilizándolo en las juntas entre la tapa y el cuerpo, para evitar posibles humedades y el acceso de polvo al interior de la maleta.

ABS

El plástico ABS [22] es un plástico duro y rígido, con resistencia a la abrasión y muy resistente al impacto.

Es utilizado en elementos de la maleta como asas, tiradores o cierres, entre otros.

2.6. Análisis de componentes y soluciones

A lo largo del estudio de mercado se han podido observar soluciones que aportan los distintos fabricantes de maletas. Se recapitulan en este apartado para tenerlas presentes a la hora del diseño del concepto.

2.6.1. Sistema de ruedas

Se analizan los diferentes desarrollos de ruedas de los fabricantes para cada caso, viendo su factibilidad y funcionalidad junto con sus pros y contras.

Las ruedas de una maleta se colocan sobre una de sus bases para poder ser transportadas arrastrándolas en vez de cargándolas, lo que facilita mucho al usuario sobre todo cuando el peso es elevado.

Estas ruedas pueden disponerse de diferentes maneras. En la base lo más común es que haya dos o cuatro ruedas (o pares de ruedas como veremos posteriormente).

En caso de ser **dos ruedas** se colocan en uno de los cantos, por lo que la maleta se puede arrastrar únicamente siendo inclinada. Además, tienen restringido el movimiento de rotación, por lo que las ruedas giran siempre en una sola dirección. Suelen colocarse en una posición en la que no sobresale la rueda entera de la maleta, siendo una ventaja a la hora de reducir las cotas generales exteriores, e un inconveniente al reducir espacio interior para el almacenamiento.

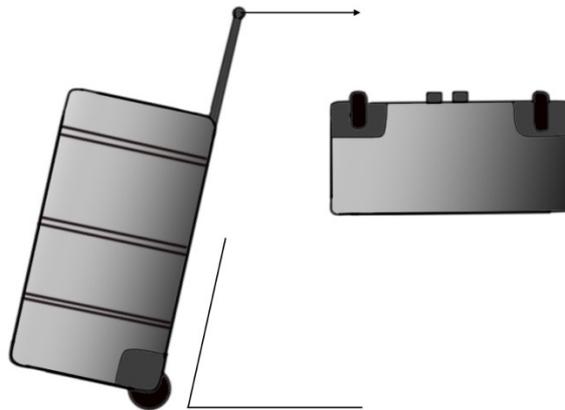


Figura 13: Maletas con disposición de dos ruedas

En caso de tener **cuatro ruedas**, estas se disponen en posición dos a dos en los vértices de la maleta. Estas ruedas están totalmente expuestas fuera de la carcasa, con la consecuencia de estar dotadas de un movimiento 360º y permitir así un giro mucho más eficaz. Este tipo de ruedas permiten que no sea necesario su transporte de forma inclinada, sin embargo, lo permite igualmente. Así el usuario puede optar por la manera más cómoda de transportar la carga teniendo una ergonomía más adaptada.

Por el contrario, estas maletas tienen cotas exteriores mayores, aunque más espacio en el interior. Como desventaja, estas ruedas al estar más expuestas pueden sufrir un mayor número de impactos que pueden deteriorarlas.

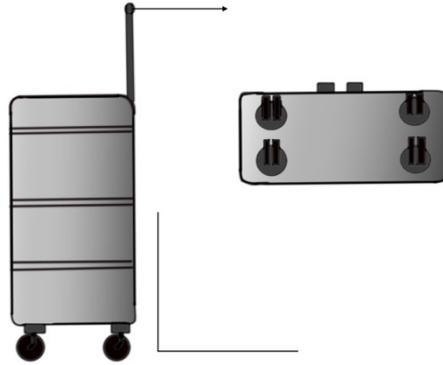


Figura 14: Maletas con disposición de cuatro ruedas

Estos conjuntos de ruedas a su vez pueden tener más de una rueda en cada eje. La dinámica de esta característica es la misma que la utilizada en algunos ejes traseros de vehículos pesados. El poner dos ruedas o más en ejes de carga, estas brindan un mejor soporte de la carga y mayor área de contacto con el pavimento. Además, al ser dos ruedas de exactas dimensiones y propiedades mecánicas, la carga en cada uno de los ejes se divide entre dos, ofreciendo una mayor vida útil al tren móvil del equipaje.

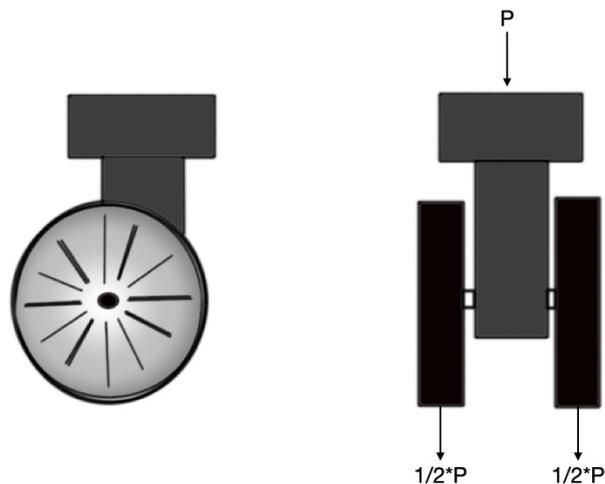


Figura 15: Pares de ruedas

Rodamientos y amortiguación

En el análisis de mercado se ha visto que las marcas intentan conseguir un rodaje óptimo para favorecer al usuario en el transporte de la maleta.

Para ganar calidad de rodadura es fundamental el uso de elementos como rodamientos. Estos rodamientos eliminan todo lo posible la fricción entre el eje de la rueda y su alojamiento, permitiendo así un desplazamiento con mucha más suavidad en la unión de estas dos piezas.

Algunos fabricantes van más allá y montan elementos amortiguadores al eje de sus pares de ruedas, por lo que la vibración causada por pequeñas imperfecciones en el pavimento no se transmite al resto de la maleta, y por lo tanto no le llega al usuario.

Esto tiene pros y contras, ya que puede alargar la vida útil de la rueda y consigue una rodadura excelente para el usuario, pero por el contrario es otro elemento más que se puede romper, y encarece el precio del conjunto.

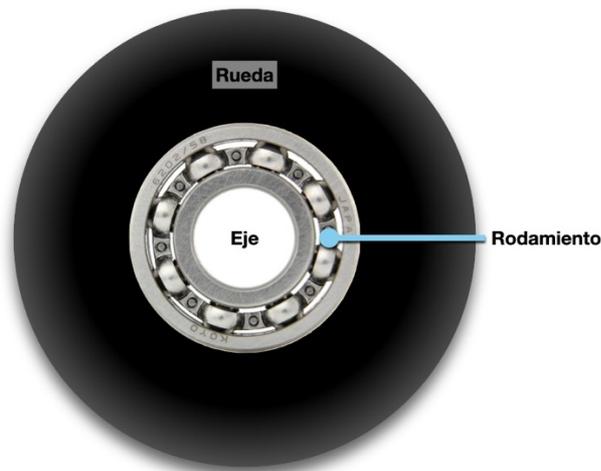


Figura 16: Rueda de maleta con rodamiento de bolas.

2.6.2. Asa y tirador

Se han observado en los diferentes tipos de maletas distintas interpretaciones en las asas y tiradores, variando entre ellos en formas, materiales o disposición. A continuación, se comparan para encontrar la mejor solución para la maleta del equipo metrológico.

El **asa** es un elemento de agarre presente en las maletas para ser principalmente levantadas o transportadas de manera elevada del suelo durante un corto periodo de tiempo. Una situación donde su uso es imprescindible, por ejemplo, es para ser cargada en un lugar elevado del suelo, como puede ser una mesa o el maletero de un coche.

Una característica observada en todas y cada una de las maletas que se han analizado es que la presentan doble asa. Una se encuentra en la parte superior, y otra en la parte lateral de la maleta. Permiten su agarre desde diferentes puntos para su utilización según como o dónde vaya a ser cargada la maleta, o el obstáculo en el suelo que haya que sortear.

El asa superior está pensada en un mayor rango para esquivar obstáculos de poca altura y durante el transporte en arrastre, ya que suele ser la que más cerca cae de la mano que se encuentra en el tirador y en una posición paralela al suelo.

El asa lateral, pensada más para elevar la carga a la hora de introducirla en un espacio más elevado.

Este elemento puede ser abatible para ocupar un espacio general más reducido y proyectarlas solamente cuando se necesiten usar. Esto además alarga su vida útil ya que no sobresalen pudiendo causar impactos con mayor facilidad.

El **tirador** es desde donde se agarra la maleta para ser arrastrada. Es telescópico en la mayoría de los casos, permitiendo diferentes posiciones de longitud para una adaptación ergonómica a todo tipo de usuarios.

Suele constar de dos tubos de aluminio que acaban en una pieza de plástico duro, o en el caso de las maletas Pelican, de una sola pieza aportando mayor rigidez al conjunto.

2.6.3. Elementos de cierres

Los cierres de las maletas de viaje y las de protección son bastante diferentes. En las maletas de viaje se suelen ver cierres con cremalleras. Estas cremalleras se adaptan a las carcasas rígidas, creando una división flexible que además suele permitir cierto margen para poder encajar más prendas en su interior.

Por otra parte, en las maletas protectoras se utilizan cierres de doble recorrido. Estos se encargan de crear una unión con fuerza entre la tapa y el cuerpo, creando así cierto vacío entre las dos partes.

En las maletas Pelican, en cada uno de estos broches se encuentra un cierre con llave para imposibilitar su apertura a personas ajenas al equipo. Además, para tener en cuenta, este fabricante utiliza en estos cierres pernos de acero inoxidable, consiguiendo así un cierre firme y sin posibilidad a fallo, aportándole una vida útil superior y una mayor seguridad del equipo frente a un posible impacto a la maleta.

3. Documentación y descripción del equipo de metrología

3.1. Descripción del equipo

El equipo de metrología para el que se desarrolla la maleta tiene como fin la verificación de diferentes procesos de fabricación, manipulación y/o medición; con la exigencia y precisión que requieren las nuevas tecnologías en estos ámbitos.

El sistema consta de tres brazos telescópicos. Cada brazo telescópico está formado por una esfera de pulgada y media utilizada para unir el brazo con la máquina en uno de los extremos, y un tridente en el extremo opuesto (figura 17). Dentro de cada brazo telescópico se encuentra un interferómetro láser que mide la distancia de la fuente emisora a un retro-reflejo de media pulgada que se encuentra en el extremo opuesto cerca del tridente. Al estirar el telescópico cambia la distancia entre la fuente del haz láser y el retrorreflector.

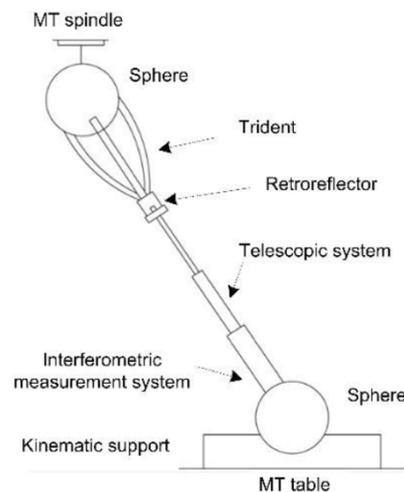


Figura 17: Composición de un brazo telescópico [23]

Para obtener las coordenadas XYZ de un punto en el espacio con el sistema de medida, es necesario que los tres telescópicos midan el mismo punto de manera simultánea. Para ello, se colocan las esferas de cada uno de los telescópicos en un asiento cinemático imantado. Este puede colocarse en dos posiciones diferentes según las circunstancias (figura 18):

- La primera es apoyando los brazos sobre la mesa de la máquina, siendo esta su colocación tradicional. Los brazos se acoplan a la mesa mediante un soporte fijo y una esfera ferromagnética que permite su libre movimiento en el espacio con el menor rozamiento posible. La conexión entre los brazos se establece por medio de otra esfera que ocuparía el lugar correspondiente a la herramienta. Estos brazos al ser telescópicos pueden extenderse con una rigidez necesaria y fricción mínima para permitir mediciones de alta precisión.

- La otra posible colocación es la inversa, en la que, por medio de un sistema de sujeción en forma de estrella, los brazos cuelgan desde el husillo de la máquina (lugar correspondiente a la herramienta) para encontrarse con la esfera próxima a la mesa de la máquina (lugar que ocuparía la pieza). Para este segundo método de aplicación, es necesario transportar el utillaje de sujeción en forma de estrella.



Figura 18: Equipo en sus dos posiciones de trabajo. Ver en anexo 4

Para poder obtener la posición de un punto en el espacio, es necesario que este sea medido desde tres posiciones distintas de manera simultánea, utilizando para ello los tres brazos telescópicos. Estos nos proporcionarían la distancia entre su emisor láser y el centro de la esfera donde se coloca el tridente. Conocido el origen de la medición de cada brazo, la distancia a la esfera común y el posicionamiento relativo de los brazos en el espacio se obtienen mediante la aplicación de técnicas de multilateración [24] las coordenadas XYZ del punto medido (coordenadas de la esfera en la que se encuentran el tridente de cada uno de los brazos)

3.2. Lista de componentes

Tabla 3: Lista de componentes del equipo de metrología. Ver ampliación en Anexo 5.

	Descripción	Cantidad (ud.)	Medidas (mm)	Peso (g)
	Bases	3	Ø150 h20	945
	T's con tornillo	6 ó 9 ó 12	28x27	100
	Esferas	5	Ø38,1	225
	Esferas con vástago	1	Ø38,1 + 40 de vástago	245

	Caja de esferas	1	120 x 70 x 85	1370
	Bases magnéticas t1	3	Ø50 h12,5	65
	Tornillería		L 130	80
	Anillo de sujeción	1	Ømáx 225 Ømín 180 h30	1120
	Antigiro (2piezas)	3	100 x 90 x 90 / 75 x 72 x 65	100
	Caja de fibra	1	240 x 240 h50	350/ud
	Electroimán	2	80 x 55 x 50	925
	Reflectores	1	110 x 90 x 30 (paquete)	35/paquete
	Niveladores	1	111 x 90 x 30 (paquete)	35/paquete
	Soporte imán	6	47 x Ø40	
	HUB	1	100 x 100 x 25	
	Brazos	3	305 x 150 x 50 Ømáx 55 L 420	2900
	Estrella	1	713 x 618 x 235	9000
	Cono	1		
	HP Elitebook 830	1	310 x 230 x 18	1300

4. Ideación del concepto

Tras haber analizado tipos de maletas actuales del mercado, con sus respectivas soluciones, empleo de materiales, formas y demás; podemos empezar a recopilar la información más relevante y a desarrollar las ideas principales del concepto a desarrollar.

4.1. BrainStorming

Para dar inicio a la fase de ideación, por medio del ejercicio de brainstorming se da pie a la primera selección de ideas.

El resultado de esta lluvia de ideas es el siguiente:

- Concepto de modularidad.
- Cierre en dos pasos
- Cierta estanqueidad, junta de neopreno
- Separación de módulos según su uso
- Mecanismos que faciliten el acceso al equipo. Convertirlo en base de operaciones además de ser su medio de transporte y almacenaje.
- Sistema de movimiento rígido y duradero además de ser capaz de mover el peso del conjunto de manera ágil
- Varias alturas y compartimentos para aprovechar las cotas exteriores de la maleta al máximo.
- Funda de ordenador y cables integrada pero separable.
- Mecanismo tipo caja de herramientas
- Mecanismos tipo "cajones"
- Redes para transportar cosas puntuales (bolígrafos, libretas...)
- Material resistente a las condiciones de uso y capaz de proteger al equipo frágil
- Materiales interiores adaptados a la necesidad y espacio de cada componente.
- Cotas exteriores lo más reducidas posible
- Separación lógica de las partes del equipo, según su momento de uso o situación
- Utilización si es posible de materiales con porcentaje reciclados.
- Pensar en un producto que admita cambios en el equipo, si crece o si disminuye si número de componentes se pueda adaptar. Incluso si posteriormente tiene una utilidad diferente, poder adaptarse reutilizando el número máximo de componentes posible.
- Aprovechar la parte interior de la carcasa superior o de cierre para elementos que no tengan mucha altura.
- Tirador extensible de placas en lugar de tubos para evitar roturas prematuras.
- Investigar ruedas con rodamientos. ¿Se va a mover tanto el equipo como para hacer este elemento tan complejo? ¿Acortará esta solución la vida útil del equipo, trayendo consigo a la larga más problemas?
- ¿Utilizar pares de ruedas o será mejor una rueda con mayor ancho que distribuya mejor el peso sobre la superficie?

4.2. Evolución formal

Mediante un proceso de conceptualización y bocetado, se obtiene un desarrollo formal del concepto donde se muestra la incorporación de ideas, cambios de formas y en definitiva todo el proceso creativo hasta conseguir llegar al concepto final y empezar su desarrollo.

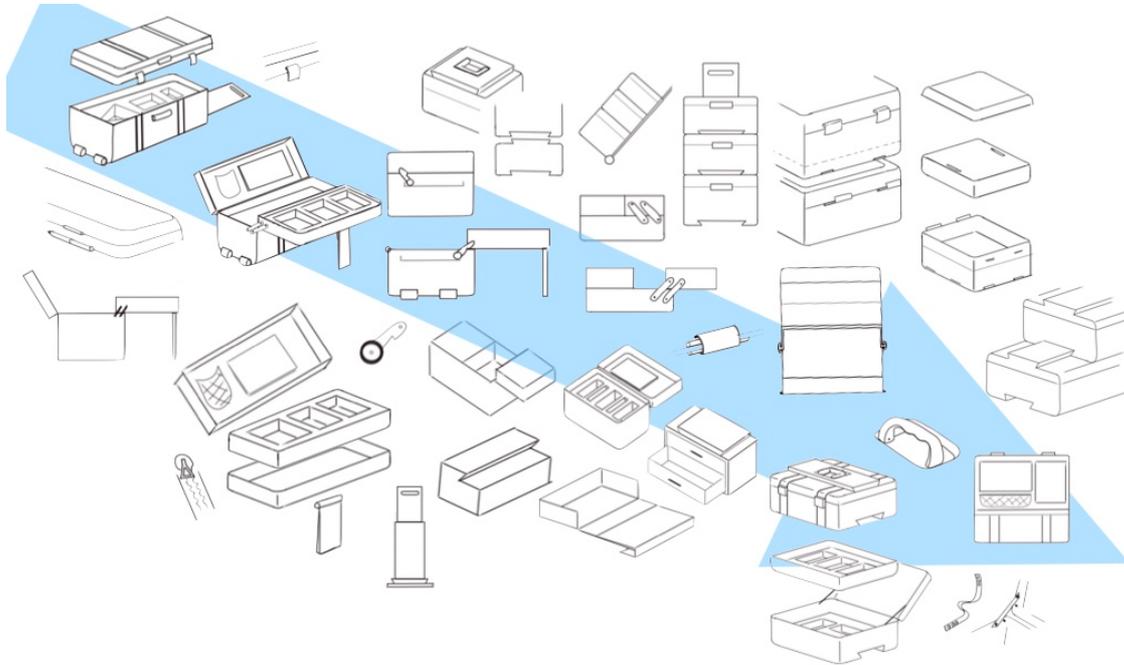


Figura 19: Vista de la evolución formal completa

4.2.1. Concepto de un volumen. Subdivisión interna.

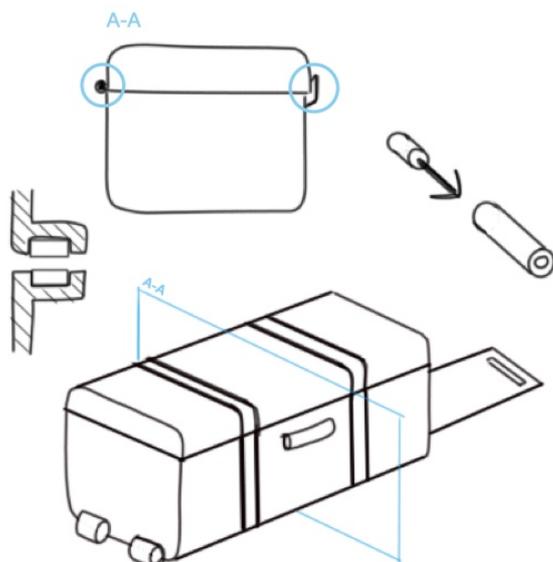


Figura 20: Primer bocetado evolución formal

Se empezó esta fase plasmando en un boceto la primera interpretación de una maleta de protección (figura 20). Cuenta con un volumen grande rectangular, con nervios presentes en toda la carcasa exterior. La tapa se plantea desmontable fácilmente con unas bisagras que lo permitan. Se incorpora una junta de neopreno entre las dos carcasas para proteger el interior de líquido/polvo. Asas distribuidas para facilitar su agarre, y tirador en el que se sustituyen las barras telescópicas por una plancha.

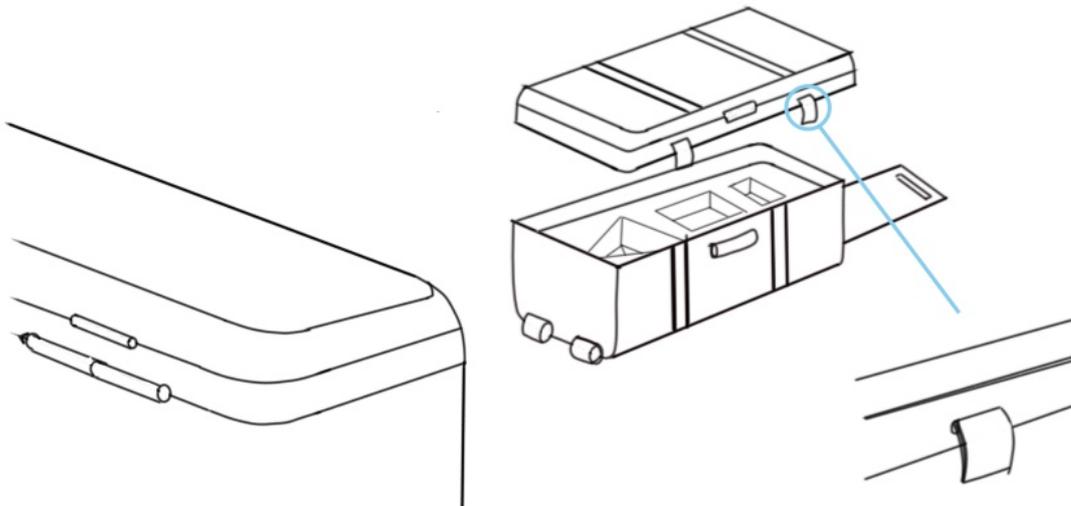


Figura 21: Concepto varios módulos.

La exploración formal continúa con la inclusión por primera vez del concepto de la existencia de dos volúmenes. En este caso, se plantean dos maletas independientes acoplables, una haciendo de tapa para la segunda con función de carcasa inferior. (Figura 21)

La idea es que, si se puede prescindir para alguna ocasión del equipo albergado en la parte inferior de la carcasa, se pueda transportar simplemente la parte superior ganando en ergonomía, comodidad o riesgo a perder o dañar parte del equipo.

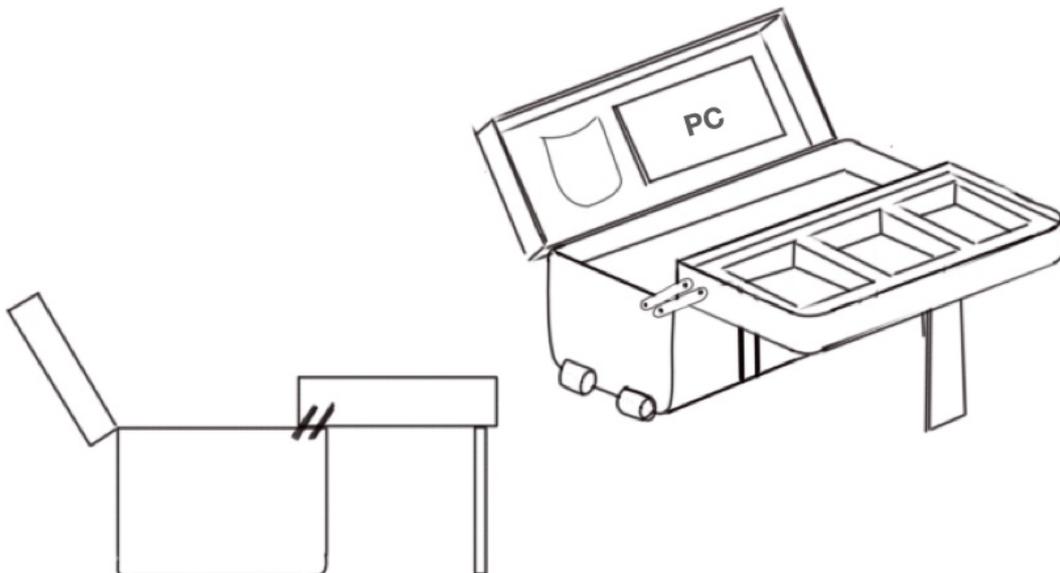


Figura 22: Concepto mecanismo tipo caja de herramientas.

La siguiente evolución del concepto tiende hacia la incorporación de mecanismos que faciliten su división y el trabajar con ella, permitiendo un fácil acceso a todos elementos interiores. (Figura 22). Para ello se toma como ejemplo los mecanismos vistos en algunos productos que por medio de un par de rotación permiten la elevación de uno de los niveles dejando el nivel de abajo al descubierto. De esta manera queda el espacio total dividido en dos volúmenes con fácil acceso.

La idea es que, además de transportar el equipo, la maleta se convierta en el centro de operaciones a la hora de ser utilizado. Para ello, se incorpora un elemento de sujeción abatible entre nivel superior y el suelo, que soportará su peso cuando esté abierto. (Figura 23)

En el interior de la tapa se incorporan la funda para el ordenador y unas redes para sus accesorios o cualquier otro componente poco voluminoso. Esta funda además se plantea de forma que se pueda quitar para transportar el ordenador en solitario por medio de unas cremalleras.

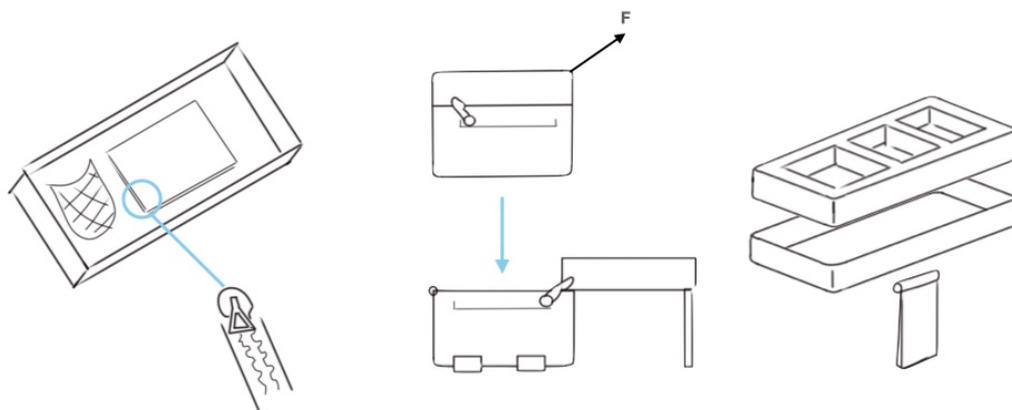


Figura 23: Concepto mecanismo tipo caja de herramientas.

El volumen superior realizaría un movimiento de traslación a lo largo del ancho de la maleta, y cuando llegara a su tope comenzaría el movimiento de rotación que lo extrae dejando libre el volumen inferior. Este volumen superior conste en una carcasa dura en la que se alberga una espuma para la sujeción de los componentes, como se aprecia en la parte de la derecha de la figura 23.

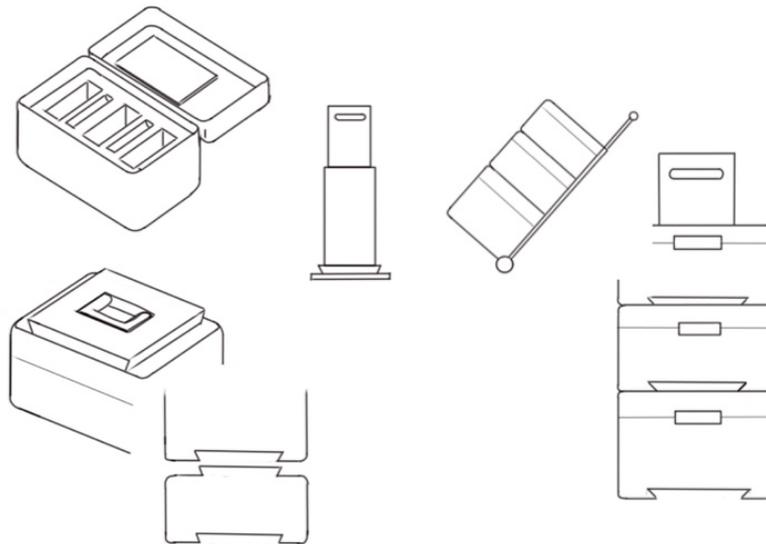


Figura 24: Concepto conjunto modular.

El siguiente planteamiento de la evolución formal son maletas independientes unidas entre sí para formar el conjunto total (figura 24).

Esto le aporta el carácter modular deseado, de forma que el equipo queda distribuido en tres módulos iguales con la ventaja de un mejor reparto del espacio, además de la flexibilidad de elegir cual se requiere transportar y cuál no.

Si en un futuro el equipo de metrología aumentara o disminuyera, se podría adaptar o retirar un módulo del conjunto.

Al estar separado en módulos de menor peso y tamaño, permite ser apoyado en la propia mesa de trabajo o a alturas en las que son más alcanzables, ganando en ergonomía a la hora de utilizar el equipo.

La unión entre ellos se realiza deslizando por medio de un saliente en forma de cola de milano, lo que restringe su movimiento en dos de los ejes.

El carro es un elemento aparte sobre el que van montados los diferentes módulos. Por medio de una unión en la parte trasera, cada módulo queda totalmente fijo.

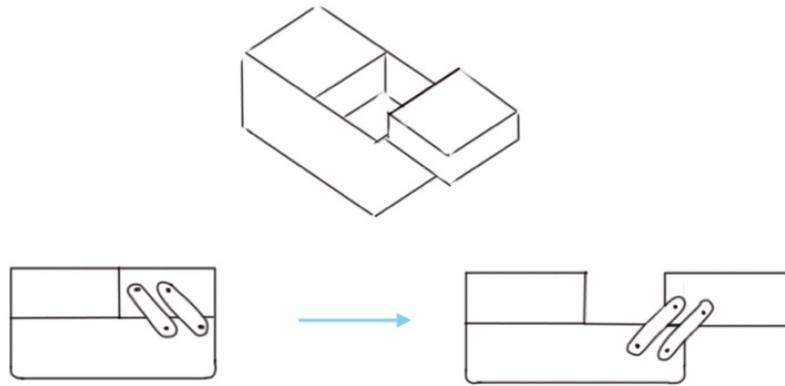


Figura 25: Mecanismo caja de herramientas. Infactibilidades

Se plantea el uso del mecanismo tipo caja de herramientas para alguno de estos tres módulos, pero se observa que el mecanismo ha de quedar en la parte exterior de la maleta, lo que puede hacer que por impactos acorte la vida útil de este elemento. Por lo que es una idea que queda en un principio descartada (figura 25).

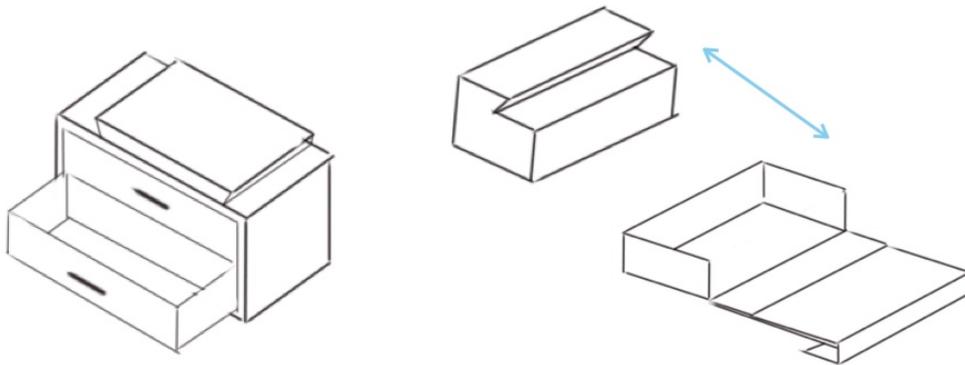


Figura 26: Conceptualización otros métodos de dividir el espacio.

Se plantean entonces otro tipo de posibles divisores del espacio. A la izquierda de la figura 26 se observa una posible subdivisión del espacio con cajoneras, a la derecha se plantea una solución de carcasa desplegable.

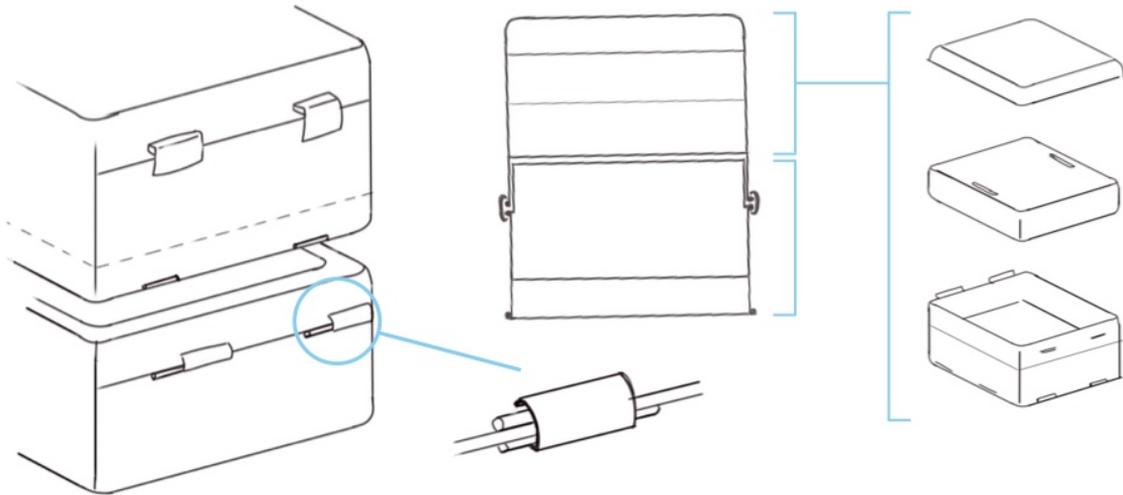


Figura 27: Concepto doble volumen

El siguiente paso de este recorrido hasta la definición del concepto final (figura 27) se obtuvo tras haber jugado con los volúmenes de los elementos más limitantes en CAD. Tras este análisis se observó que tres volúmenes no eran necesarios para transportar todo el equipo, ya que la estrella es tan grande que con dos volúmenes de ese tamaño sería suficiente.

Con este concepto se volvió a la idea en la que un volumen hacía de tapa para el inferior, de esta manera se ahorra material y elementos al evitarse una de las dos tapas. Estos dos volúmenes irían montados entre sí mediante unos cierres correderos gracias a unos salientes dispuestos en la propia carcasa.

Así mismo, el volumen superior retoma el concepto de la subdivisión con dos compartimentos en su interior, como se puede apreciar a la derecha en la figura 27.

Este concepto al analizarlo más se llega a la conclusión de que no es factible. Para que funcionara, la carcasa superior debe ser diferente a la inferior debido a los comentados salientes para los cierres, por lo que se pierde la idea de modularidad planteada a la hora de tener diferentes variantes de volúmenes.

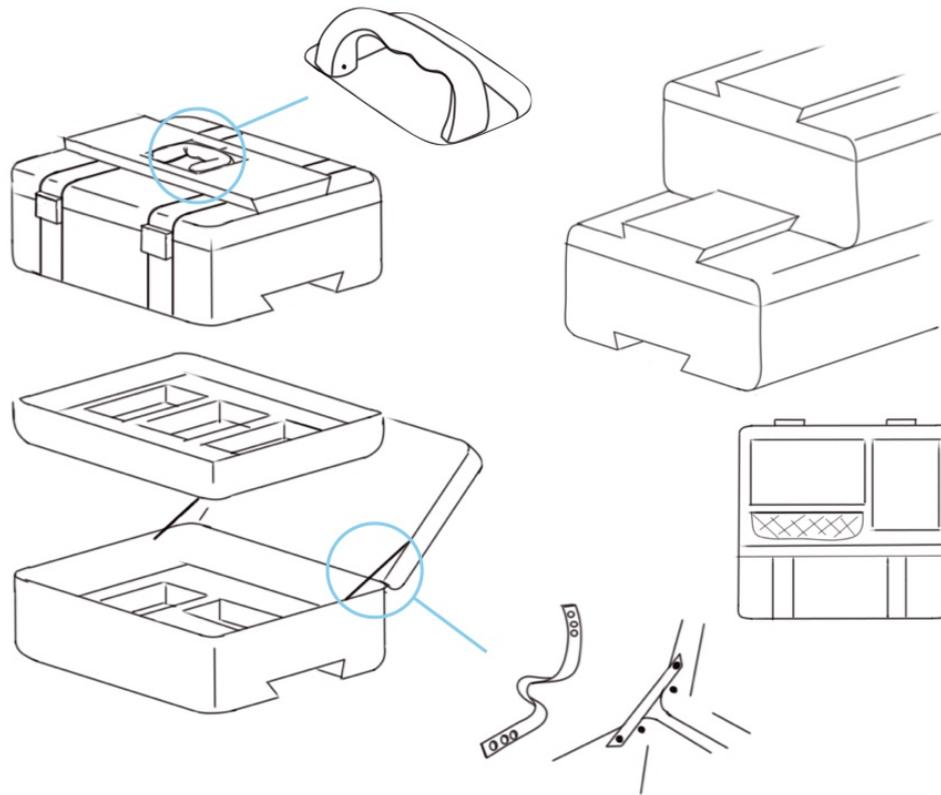


Figura 28: Bocetado del concepto a desarrollar.

Esta evolución formal lleva a lo que es la base del concepto final (figura 28). Este es un concepto de dos volúmenes iguales unidos entre sí con la sujeción tipo cola de milano. Presenta una carcasa con nervios para rigidizar las superficies más extensas. Además, el propio saliente para la sujeción contribuye a este fin.

A su vez, el volumen superior se divide en dos mediante una bandeja del mismo material que las carcasas exteriores. Esta bandeja se puede encajar en cualquiera de los dos volúmenes, por lo que cumple con la modularidad siendo totalmente configurable. Esta solución de división del espacio finalmente es más sencilla que otras ideas surgidas durante la conceptualización, cuyo desarrollo ponía en duda la factibilidad técnica. Esta solución aporta lo mismo, con un menor número de componentes.

En la carcasa se encuentran una serie de asas y agarres para poder manipular el producto de manera más sencilla para el usuario. El asa superior tiene la capacidad de plegarse quedando a ras de la superficie gracias al saliente proporcionado para la sujeción entre módulos. Al estar oculta evita posibles impactos y alarga su vida útil lo máximo posible.

El espacio interior de las tapas es aprovechado para el transporte del ordenador y accesorios. Se diseñará un método de unión para que elementos como la funda del ordenador puedan ser extraíbles de manera que se pueda encajar en cualquiera de los módulos, haciendo así este sistema de transporte más versátil.

La clave en el concepto es crear un volumen en el que sus componentes sean compatibles e intercambiables, al que se le puedan añadir otros exactamente iguales para poder jugar con la modularidad y las ventajas que esto ofrece.

Estos volúmenes se montarán sobre un carro, el cuál es el punto de unión entre ellos. Siendo volúmenes separados, montarlos en una base común consigue evitar añadir el sistema de ruedas en uno de ellos, consiguiendo que todos los volúmenes sean iguales y, por tanto, un diseño modular. Permite añadir nuevos módulos si el equipo crece en un futuro, o simplemente no transportar alguno de ellos cuando se vaya a realizar algún trabajo concreto. Este carro es, por tanto, el que incorporará el sistema de ruedas, y al que irán sujetos estos volúmenes.

5. Concepto

5.1. Concepto

La maleta conceptualizada y diseñada se compone de tres elementos principales. El módulo 1, módulo 2 y el carro.

El módulo 1 y 2 comparten la totalidad de sus piezas exteriores, logrando así el carácter modular ofreciendo intercambiar el interior por completo entre uno y otro proporcionando al usuario el poder combinarlos como mejor resultado le ofrezca. Además, tiene la capacidad de añadir otro módulo exactamente igual en caso de ampliación del equipo.

El carro es el elemento común a ambos, que une los módulos, los fija y los transporta.

Para mayor detalle ver Anexo 6. Desarrollo de la maleta.

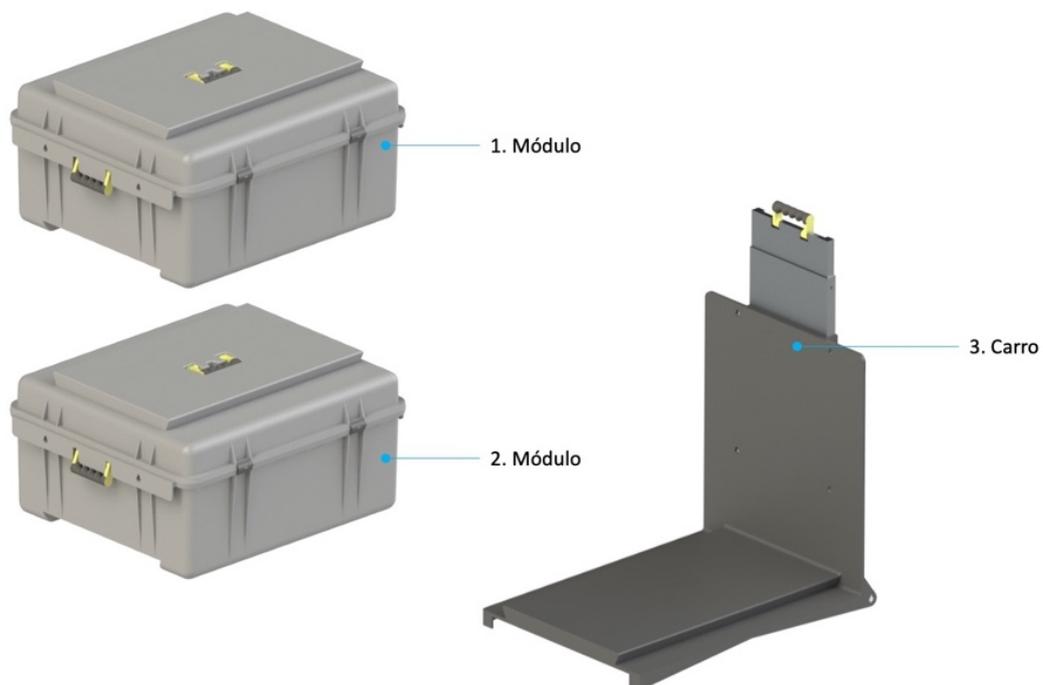


Figura 29: Visión global de la maleta modular para el transporte de un equipo de metrología.

Tabla 4: Lista total de componentes maleta

MALETA PARA EQUIPO DE METROLOGÍA			
ID	Descripción	Cantidad	Material
1	Carcasa	2	PP TD25
2	Tapa superior	2	PP TD25
3	Maneta de agarre	7	Compra
4	Foam inferior estrella 754x659x235	1	Compra
5	Foam Tapa estrella 754x659x90	1	Compra
6	Foam Subdivisor 750x655x145	1	Compra
7	Foam Inferior subdivisor 754x659x100	1	Compra
8	Foam Portaobjetos 430x330x40	1	Compra
9	Base Portaobjetos tapa	1	Compra
10	Velcro 400x90	2	Compra
11	Velcro 400x280	1	Compra
12	Cerradura de botón	1	Compra
13	Adhesivo		Compra
14	Taco	1	PC ABS
15	Tornillo	1	Compra
16	Pin de fijación	4	PC ABS
17	Junta de estanqueidad	4	Compra
18	Cierre	4	PP TD25
19	Eje de bisagra	4	Compra
20	Tirador subdivisor	2	Compra
21	Subdivisor carcasa inferior	1	PP TD25
22	Separador	6	PC ABS
23	Tirador 1	1	Compra
24	Tirador 2	1	Compra
25	Fijador	4	PC ABS
26	Estructura carro	1	PP GF30
27	Eje de rueda	2	PP GF30
28	Rueda	2	Compra
29	Rodamiento rígido de bolas	4	Compra

5.2. Módulos

Los módulos son los elementos donde se almacena el equipo de metrología. En términos generales, se componen de parte superior (formada por la tapa superior y lo que contenga dentro) y parte inferior (la carcasa y lo que contenga dentro).

La estrella, como se ha observado anteriormente en la tabla 3, es el componente más voluminoso de todo el equipo, por lo que es la que limita las cotas máximas de la carcasa. Esto se toma como base para comenzar a diseñar el módulo.

Estos tienen como característica diferenciadora poder acoplarse o desacoplarse entre ellos, permitiendo así la incorporación de un nuevo módulo frente a un posible aumento del equipo. Además, todos sus componentes son intercambiables entre ellos, ofreciendo la capacidad de ser configurados según necesidad del usuario, aunque posteriormente se proponga la configuración óptima para el almacenaje de este equipo de metrología.

Tabla 5: Componentes comunes de cada módulo.

Imagen	Elementos	Descripción
	Tapa	<p>Realizada en Polipropileno, presenta nervios exteriores en los laterales e interiores para reforzar la parte superior. Tiene elementos pensados para el soporte del asa superior, unión al carro y para encajar las bisagras; además de unos soportes para encajar un portaobjetos interior.</p> <p>En ella se encuentra el saliente por el que deslizará la parte inferior de la carcasa de otro módulo.</p>
	Carcasa	<p>Realizada en Polipropileno, presenta nervios exteriores en los laterales, e interiores para reforzar la parte inferior. Tiene elementos pensados para el soporte de las asas laterales y para encajar las bisagras. En ella se encuentra el saliente por el que deslizará la parte superior de la tapa de otro módulo.</p>
	Asas	<p>Fabricadas en dos materiales, polipropileno para conseguir rigidez rodeado de goma para que sea agradable al tacto y no deslice. Tienen dimensiones ergonómicas y se encajan directamente en la carcasa y tapas.</p>
	Juntas de estanqueidad	<p>Juntas de neopreno, una en la tapa y otra en la carcasa. Consiguen la estanqueidad del interior con un cierre a presión con contacto entre ambas.</p>
	Cierres	<p>Piezas de Polipropileno. Cierres en dos pasos.</p>
	Bisagras	<p>Ejes de acero que encajan a apriete en los alojamientos diseñados para ello en tapa y carcasa. Permiten el movimiento de rotación entre ambas al abrirse.</p>

5.2.1. Módulo 1

El primer módulo, denominado 1 por razones de organización simplemente, ya que ambos son iguales, es el que alberga en su interior la estrella.

Este se compone por los siguientes elementos:

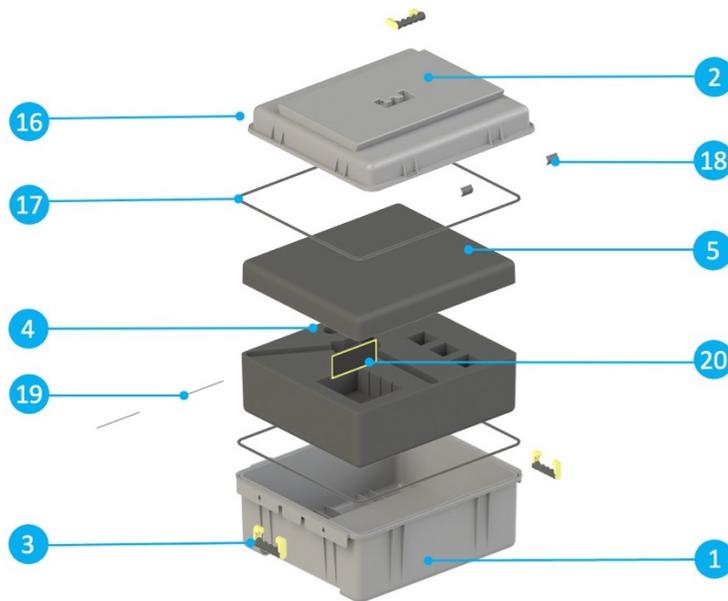


Figura 30: Componentes Módulo 1

Los elementos del equipo de metrología que transporta en su interior son los siguientes: (ver Anexo 7)

- Estrella. Esta es la que ocupa gran parte de su volumen, aunque entre sus tres brazos existe espacio para poder encajar más componentes de menor tamaño.
- Antigiros. En este módulo se almacenan estos elementos, ya que sólo se utilizan en caso de tener que utilizar la estrella. En la situación en que no se precise de la misma, este módulo no es necesario transportarlo, lo que le aporta una mayor versatilidad.
- Tornillería

Queda en este módulo la tapa simplemente rellena con un foam, que hace presión sobre los componentes de la carcasa para que no se muevan en su trayecto.

En el foam de la carcasa sobra espacio en el que se le podrá dar cabida a próximos componentes, siendo esto también aplicado al hueco de la tapa superior.

5.2.2. Módulo 2

El otro módulo necesario para encajar el resto del equipo es de mayor complejidad. Este módulo ha de ser transportado en la totalidad de las ocasiones en las que el equipo sea utilizado, porque ha de contar con espacio para elementos como un ordenador portátil.

Este se compone por los siguientes elementos:

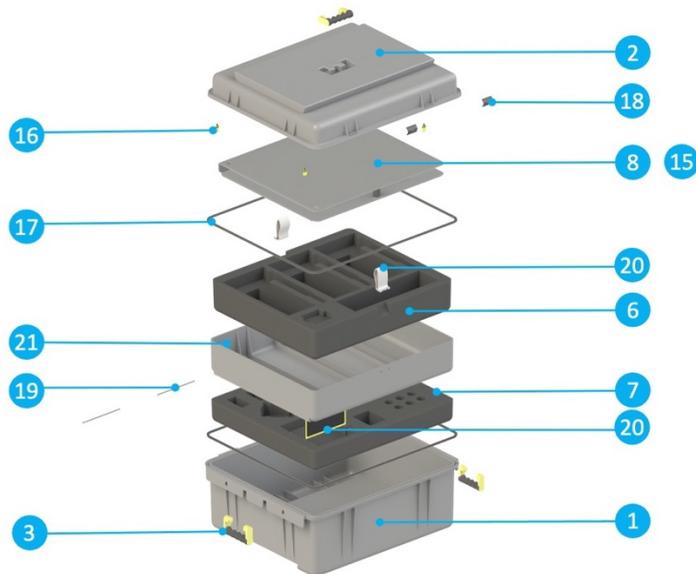


Figura 31: Componentes Módulo 2

Los elementos del equipo de metrología que transporta en su interior son los siguientes: (ver Anexo 7)

- Brazos telescópicos y complementos.
- Hub.
- Ordenador portátil.
- Cables de fibra.
- Caja de esferas
- Reflectores y niveladores
- Soporte
- Soporte Imán
- Bases
- Bases magnéticas
- Ts
- Tornillería

5.3. Carro

El carro es el elemento que, además de permitir y transportar el equipo gracias a sus ruedas, une ambos módulos en un solo conjunto.

De esta manera se puede configurar, dejar un módulo que no sea necesario para un trabajo concreto ayuda de gran manera a la ergonomía y comodidad del usuario.

El carro se compone de los siguientes elementos:

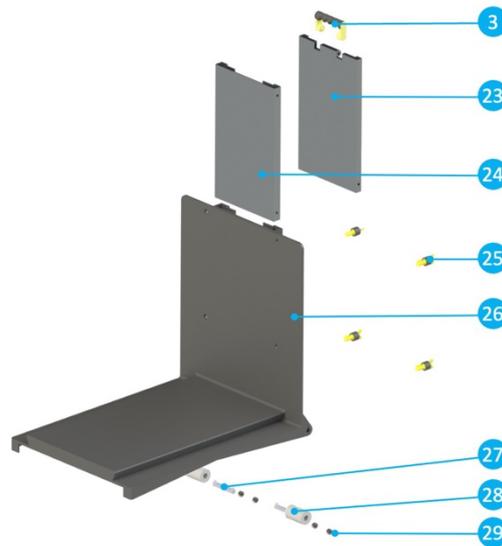


Figura 32: Componentes del carro.

5.4. Acople y modularidad

5.4.1. Acople módulo – Módulo

El acople módulo – módulo se lleva a cabo mediante una cola de milano que atraviesa longitudinalmente el volumen longitudinalmente. La parte de la carcasa inferior soporta la hembra del conjunto, mientras que la tapa hace la función de macho. De tal manera los módulos se unen tapa – carcasa, siendo ensamblados en altura, uno encima de otro.

5.4.2. Acople módulo – carro

El acople de los módulos al carro se realiza cara – cara entre la carcasa y el carro una vez se acopla mediante el procedimiento anterior. La carcasa en sus laterales presenta unos orificios que coinciden con agujeros pasantes en la pared del carro. Por medio de una palometa, se consigue la unión entre ambos bloqueando así la restricción en el último eje restante, y proporcionando la unicidad del conjunto para su transporte y almacenaje.



Figura 33: Acople módulo - módulo y acople módulo – carro.

5.5. Características ergonómicas del producto

Para la ergonomía de la maleta se tienen en cuenta varios factores:

- Las manetas tienen un agarre ergonómico el cual permite al usuario una mejor adaptación a la mano. Este agarre consiste en la proyección de la forma de los dedos, acompañado por un recubrimiento en material gomoso para mejorar la fricción.
- El tirador cuenta con dos alturas, a 90 y a 105 cm. para una mejor adaptación a todos los percentiles. Es importante una correcta altura del tirador ya que es el elemento que hace palanca para inclinar todo el conjunto a la hora de trasladarlo, por lo que este detalle ayuda a cualquier usuario a realizar dicha tarea.
- El contar con dos módulos individuales permite un mejor acceso al contenido, pudiendo trabajar con ellos sobre la mesa de trabajo, cosa que sería muy difícil con una maleta completa. Además, permite su mejor distribución y carga en espacios como pudiera ser el maletero de un coche.
- Cuenta con un acceso sencillo a todos los elementos de agarre, cierres o fijadores que permiten manipular el conjunto de manera sencilla.
- Se tiene en cuenta a la hora de diseñar el foam en ampliar el recorte, creando unos entrantes por donde se pueden introducir los dedos para poder extraer los elementos de manera menos laboriosa.
- Para poder extraer el subdivisor se diseñan unas asas que permiten su extracción de manera sencilla, siendo que sus paredes exteriores van totalmente a ras de las interiores de la carcasa.

6. Soluciones

Como es lógico, el desarrollo de un producto para una sola unidad o unidades limitadas no es económicamente factible en la gran mayoría de los casos, ya que sus costes de fabricación son muy elevados. Así, una vez desarrollado un concepto idóneo para el equipo de metrología específico propuesto, se proponen dos soluciones comerciales.

Se procede a la búsqueda de un elemento comercial del mercado que pueda cubrir los requerimientos del producto de la mejor forma posible y buscar su adaptación al equipo metrológico, intentando asemejar este producto existente lo máximo posible al concepto propuesto.

Por otro lado, se lleva a cabo un business case para observar el supuesto caso de fabricación del concepto, los costes que significarían con sus consecuentes ventas necesarias para atravesar el umbral de rentabilidad y comenzar a producir beneficios.

6.1. Solución comercial

Para la búsqueda de una solución comercial, el requerimiento fundamental es que el equipo de metrología quepa en el interior. Para ello, el limitante dimensional de espacio útil es el volumen de la estrella, siendo el artículo de mayor tamaño del equipo. Para ello, las dimensiones interiores mínimas que ha de tener la solución son 713 x 618 x 235 mm, que es el tamaño de la estrella, más un cierto margen.

La propuesta comercial sustitutiva al concepto desarrollado es el producto que más encaja con las dimensiones del equipo que se haya podido encontrar:

Maleta HarderBack R Series 3025-15 Waterproof Utility Case [25]



Figura 34: Propuesta maleta comercial. HarderBack R series 3025-15 Waterproof utility case.

6.1.1. Requerimientos

Tabla 6: Requerimientos aplicados a solución comercial

Requerimientos	Puntuación (3-6-9)	Comentario
Capacidad de almacenar todo el equipo	9	Es capaz de almacenar todo el equipo gracias a sus dimensiones.
Protección ante golpes	9	LLDPE resistente al impacto. Diseño robusto
Protección al equipo ante humedad o polvo	9	Hermético y resistente al agua y polvo
Capacidad de configuración	6	Depende de las espumas de su interior.
Facilidad en el transporte	3	Al no ser un solo volumen presenta una mala ergonomía para ser transportado
Facilidad de trabajo y acceso	6	Depende de las espumas de su interior.
Que quepa en sitios estándares	9	Al ser dos volúmenes se puede adaptar mejor a estanterías, maleteros o puertas.
Peso reducido	3	Al incorporar cada volumen su propio sistema de ruedas el peso del conjunto se eleva notablemente.
Capacidad para ampliación del equipo	3	Si el equipo se amplía imposibilita su transporte a manos de un solo usuario

6.1.2. Dimensiones

Las dimensiones de la solución encontrada son: 762 x 635 x 381 mm. Un poco superiores a la maleta diseñada pero muy semejantes en sus tres cotas. Estas medidas son las interiores del producto, permitiendo el almacenaje de la estrella en todas sus cotas.

Una vez superado el obstáculo de encajar la estrella, el resto de los componentes entrarán sin problema.

6.1.3. Observaciones

Existen varios puntos que hay que tener en cuenta:

- Adaptación del ordenador. Para adaptarlo, la solución más viable es utilizar una de las tapas de la maleta. Para ello, se adaptaría la solución del velcro del concepto desarrollado. En la superficie de esta tapa se le aplicaría un revestimiento de este tejido, el cual quedará adherido sobre la funda del ordenador manteniéndola unida.

- En uno de los módulos se requieren dos niveles. El utilizar una maleta de este tamaño está pensado para que uno de los módulos pueda tener dos alturas con el fin de poder encajar todos los elementos.
- Al ser plástico sin texturizar en su superficie exterior, se ha de asumir la aparición de arañazos superficiales conforme su vida útil.

6.1.4. Configuración interior “Do It Yourself”

El fabricante de esta maleta propone dos opciones a la hora de adquirirla, con foam en su interior o sin él.

La primera idea que se plantea es comprar un módulo con espuma y el otro sin ella, para buscar una adaptación de espuma de manera personalizada para el módulo que contiene la división del espacio. Tras una búsqueda se llega a la conclusión de que, si no es a gran escala, producir o encontrar espumas de foam de estos tamaños es muy costoso. Cualquier espuma hecha para la maleta no va a quedar tan ajustada como la que ofrece la propia marca hecha de manera industrial para exactamente este modelo de producto.

Por ello se opta por considerar la compra de dos módulos rellenos del foam que dispone el fabricante. Esto requiere una adaptación para poder encajar el equipo en su interior, y para ello se toma como referencia lo diseñado en la maleta ideal.

De esta forma, y al ser únicamente para este equipo y no en serie, se propone la adaptación por el método Do It Yourself o, en español, hazlo tú mismo.

Para el módulo subdividido en dos alturas se requiere un corte paralelo a las caras a una altura dada, y para la configuración de los componentes en el interior de los módulos es necesario llevar a cabo un proceso de corte del foam por medio de la impresión de plantillas con el diseño de la maleta ideal a escala 1:1 facilitando el trabajo a realizar. Ver anexo 8.

Las herramientas a usar son un cúter o cuchilla, al que se le puede aplicar calor para facilitar el corte teniendo que aplicar menos fuerza. También se puede utilizar para el corte en subniveles un alambre conectado a un generador (una pila) por el que correrá corriente haciendo que este alambre se caliente y permitiendo el corte. Se puede optar también por la compra de un kit cortador de poliestireno.

6.1.5. Precio solución comercial

El precio de compra de los dos módulos con sus respectivos foam es de 1153,02€ por módulo haciendo un total de 2306,04 € para el equipo completo (módulo 1 + módulo 2).

La configuración interior no se requiere de mayor coste que la compra de los elementos a incorporar: (Ver anexo 9)

- Para el velcro [26] se calcula que con una cinta de 30 mm de ancho y 3 metros de largo total nos será suficiente, con un importe de 7,36 €.
- La funda del ordenador [27] ha de ser básica y de tela. Se encuentra por 6,76€.
- La compra de un kit para cortar poliestireno [28] en caso de facilitar la construcción del módulo interior es de 40,99 €.

De esta manera, el coste total de la maleta es de:

$$2306,04 \text{ €} + 7,36 \text{ €} + 6,76\text{€} + 40,99\text{€} = 2361,15 \text{ €}$$

6.2. Solución industrial

Como se conoce, el concepto desarrollado en exclusiva para el equipo en cuestión no es factible de fabricar, si solamente se requiere para una unidad.

Para ello se plantea una solución industrial que consiste elaborar un plan económico a grandes rasgos:

- Se plantea una estrategia de moldes, aproximando el precio de estos a su coste real, basado en la opinión de expertos en moldes de inyección de plásticos.
- Se buscan proveedores de piezas de compra como son las manetas, los tiradores telescópicos, juntas de estanqueidad, etc. Obviamente para la búsqueda real de proveedores no hay otra manera de hacerlo que contactando con los fabricantes estimando una idea de volumen de producción, pero para este borrador consideramos este coste como el 35 % del precio de venta al público general.
- Se investiga el precio del material.
- Se estima los costes variables adicionales derivados de la producción.
- Se calcula un precio aproximado de venta.
- Se calcula el umbral de rentabilidad y con ello se saca el número de unidades que deberían venderse para cubrir los gastos, a partir del cual comienza el beneficio.

Lógicamente en un proyecto hay muchos más temas a tener en cuenta, pero para simplificar este caso se asume que este business case se lleva a cabo internamente por un fabricante actual, que quiere lanzar este producto al mercado.

6.2.1. Materia prima

Para calcular la estrategia de moldes lo primero es agrupar las piezas a inyectar en base al material del que están hechas. De esta forma nos salen tres conjuntos según sea PP TD25, PC ABS o PP GF30. (Ver anexo 10)

Una vez se tiene clara esta separación, se calcula el peso de cada componente y la fuerza de cierre del molde que generaría cada pieza siguiendo los siguientes pasos:

- Cálculo del volumen de cada pieza con el propio SolidWorks.
- Selección de la densidad de cada material según ficha técnica del material.
- Masa es igual al producto de volumen y densidad.

Sabiendo el precio por kilogramo de grana de cada uno de los materiales, se calculará posteriormente el coste total de la materia prima en base a sus cifras de producción.

Tabla 7: Cálculo de pesos de pieza y fuerza de cierre de molde según material.

	Pieza	Cantidad	Volumen cm ³	Peso (g)	Peso total (g)	S. Proy. cm ²	F de cierre	F de cierre total
PP TD25	Carcasa	2	4192	3772,8	7545,6	4877	1316,79	2633,58
	Tapa superior	2	2838	2554,2	5108,4	4742	1280,34	2560,68
	Cierre	4	4,43	3,99	15,95	0,9	0,24	0,972
					12669,95			5195,23
PC	Separador	6	44,18	48,60	291,59	219,77	153,84	923,03
	Fijador	4	22,81	25,09	100,36	16,81	11,77	47,07
					391,95			970,10
PP GF30	Estructura carro	1	12156	13857,84	13857,84	7635	2901,3	2901,3
	Eje de rueda	2	17,85	20,35	40,70	15,86	6,03	12,05
					13898,54			2913,35

Para la fuerza de cierre se multiplica la superficie proyectada según desmoldeo de cada pieza, calculado con el programa, por el multiplicador de cada tipo de material [29] (Ver tabla al final de anexo 10).

6.2.2. Estrategia de moldes

Con el dato de la fuerza de cierre calculado se valora si es posible inyectar varias piezas utilizando un molde multicavidad. Si es así se agrupan para salir de un mismo molde, lo cual es un ahorro considerable, aparte de ser mucho más eficiente a nivel de proceso. De esta forma salen los siguientes moldes:

- Molde 1: Carcasa inferior → Molde de 2633 tn y 2 cavidades.
- Molde 2: Tapa + Cierres → Molde de 2562 tn y 6 cavidades.
- Molde 3: Separador + fijador → Molde de 970 tn y 10 cavidades.
- Molde 4: Carro + Fijadores → Molde de 2913 tn y 3 cavidades.

6.2.3. Piezas de compra

Se hace una búsqueda de las piezas de compra necesarias para completar el conjunto. Para ello, como comentado con anterioridad se considera el coste de estos elementos a un 35% del precio de venta al público. (Ver anexo 11)

Tabla 8: Lista de elementos de compra con proveedores y precios.

Pieza	Cantidad (Ud)	Proveedor	Precio de venta al público (€)	Precio negociado (€)
Maneta de agarre [30]	7	LTT	2,71	6,64
Foam inferior estrella 754x659x235 [31]	1	Shenzhen Sinph Technology Co	2,00	2,00
Foam Tapa estrella 754x659x90 [30]	1	Shenzhen Sinph Technology Co	2,00	2,00
Foam Subdivisor 750x655x145 [30]	1	Shenzhen Sinph Technology Co	2,00	2,00
Foam Inferior subdivisor 754x659x100 [30]	1	Shenzhen Sinph Technology Co	2,00	2,00
Velcro [25]	0,88	BLOOVEN	7,36	2,27
Adhesivo [32]	0,25	TESA	18,99	1,66
Junta de estanqueidad [33]	3,72	LALIZAS	7,46	9,71
Funda ordenador [26]	1	GODGETS	6,76	2,37
Eje de bisagra [34]	1	SOURCING MAP	11,19	3,92
Tirador subdivisor [35]	2	DCN PERFORMANCE	12,50	8,75
Tirador telescópico [36]	1	LTT	33,38	11,68
Rueda y rodamiento [37]	1	MTSOONING	11,99	4,20
Precio total componentes de compra por ud. fabricada				59,19

6.2.4. Costes

- Coste de la materia prima.

Para obtener el coste de la materia prima necesaria se consulta con el equipo comercial de la empresa Celulosa Fabril S.A. de inyección de plásticos:

- PP TD25 → 2,03 € / Kg
- PC ABS → 3,5 € / Kg
- PP GF30 → 1,6 € / Kg

Se obtiene un coste total de materia prima por conjunto de 27,97 €

- Coste de moldes

Basado en la experiencia de los expertos moldistas de esta misma compañía, la estimación obtenida es de:

- Molde 1: 320.000 €
- Molde 2: 350.000 €
- Molde 3: 120.000 €
- Molde 4: 320.000 €

Los moldes se considerarán como coste fijo.

- Coste de elementos de compra

El coste total obtenido de esta búsqueda de proveedores por unidad fabricada es de 59,19 € (Ver tabla 8 con ampliación en anexo 11)

- Coste variable adicional proveniente de la producción

Se aproximan en base a un proyecto de piezas de inyección para tableros de instrumentos de automóviles teniendo en cuenta: tasa de máquina, mano de obra, scrap, packaging y gastos logísticos.

Tabla 9: Aplicación de porcentajes de proyecto industrial para calcular costes adicionales.

Gastos variables adicionales en proyecto de referencia			Gastos variables aplicados al proyecto		
Materia prima	8,95 €	40,06%	48,57%	MP y Elementos compra	87,16 €
Elementos de compra	1,9 €	8,50%	59,94%	Gastos variables adicionales	107,56€
Máquina	5,64 €	25,25%			
Mano obra	2,5 €	11,19%			
Scrap	0,6 €	2,69%			
Packaging	1,4 €	6,27%			
Logística	1,35€	6,04%			

Resulta un coste adicional total de 107,56 € por unidad. (Ver anexo 12).

- Coste variable total unitario

Con la suma de la materia prima, el coste de los componentes de compra y el coste adicional se obtiene el coste unitario del conjunto. Obtenemos así un **coste total unitario de 194,72 €**

6.2.5. Precio del conjunto y umbral de rentabilidad

Para fijar una cifra de precio de venta de un producto se necesitan conocer una serie de datos o factores:

- Costes fijos y variables de producción.
- Precios estándar de la industria y competencia.
- Conocer el mercado y tener una definición del comprador objetivo.
- Identificar márgenes de beneficio:
 - o Un margen del 5% se considera bajo
 - o Un margen del 10% se considera el promedio
 - o Un margen del 20% se considera bueno

Para simplificar el análisis y siendo que no se tiene en cuenta el precio de costes fijos, como la planta, y costes variables, como la electricidad o la mano de obra, se establece el precio en base a la maleta comercial. El precio de la maleta comercial es de 2.306,04 €. Siendo que es un producto que entra nuevo en un mercado muy sólido y asentado durante muchos años, y que se reduce el coste ya que tiene menos elementos y comparte por ejemplo el carro con los dos módulos, se decide un precio de venta al público menor y en base a su aceptación en el mercado se irá corrigiendo. El precio de venta al público será de 1.200 €.

Conociendo el precio de venta y los costes del proyecto se consigue saber el umbral de rentabilidad (ver anexo 13), cifra a partir de la cual se cubren los gastos y se empieza a percibir el beneficio. Esta operación coloca el umbral de rentabilidad en 1.105 unidades producidas y vendidas. Como se ha mencionado, es simplemente una aproximación ya que hay otros muchos factores a tener en cuenta, como que no se amortiza el coste en el 100% de los ingresos, o todo el valor añadido de imagen de marca, garantías, etc. Por lo que no es un dato realista si no orientativo para poder empezar a sacar ratios y conclusiones para verificar la rentabilidad del proyecto y que ayuda a una empresa a decidir si emprender con él o dejarlo simplemente como un borrador.

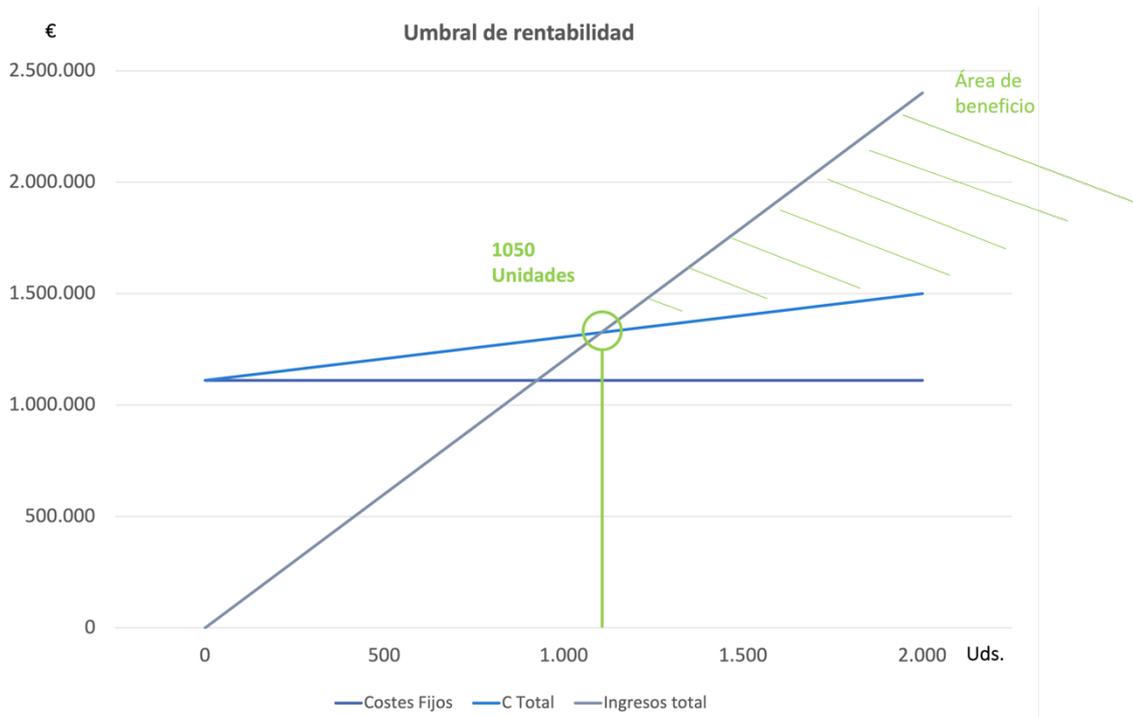


Figura 35: Gráfica Umbral de rentabilidad.

6.3. Conclusiones

Para concluir se lleva a cabo una tabla comparativa en la que podemos observar las diferencias entre:

- Maletas existentes de diferentes equipos de metrología (ver 2.4.3 Maletas de equipos de metrología)
- Maleta ideal, el concepto creado a medida para el equipo en cuestión.
- Maleta factible, la solución comercial encontrada lo más similar posible a la maleta ideal a medida.

Para ello se consideran los factores de mayor importancia para ser comparados, se les proporciona un grado de importancia a cada uno:

- H: High, alto
- M: Medium, moderado
- L: Low, bajo

Una vez construida la tabla se evalúan los criterios con puntuaciones de 3, 6 o 9, siendo el 9 el mayor y 3 el menor. Las maletas evaluadas son las analizadas en 2.4.3 Maletas de equipo de metrología, junto con la maleta desarrollada y aquella encontrada como solución comercial

Requerimientos	Factor importancia	Maletas equipos metrología				Solución a medida	Solución comercial
		A	B	C	D		
Capacidad de almacenar todo el equipo	H	9	9	9	9	9	9
Protección ante golpes	M	9	9	9	9	9	9
Protección al equipo ante humedad o polvo	L	6	6	6	6	6	9
Capacidad de configuración	H	3	9	3	3	9	6
Facilidad en el transporte	M	9	9	3	3	9	3
Facilidad de trabajo y acceso	M	6	9	3	6	9	6
Que quepa en sitios estándares	H	9	9	3	6	9	9
Peso reducido	M	6	6	3	3	6	3
Capacidad para ampliación del equipo	H	3	3	3	3	9	3
Precio	M					3	9
						78	66

Los resultados de la tabla son favorables para la maleta desarrollada en exclusiva para el equipo, como cabía esperar. Esta maleta se desarrolla en base a las necesidades particulares del equipo en cuestión, como el tamaño de los componentes y la extensión del equipo. Por ello, se consigue una solución totalmente adaptada, la cual permite la modularidad para una posible ampliación del equipo, además de para mejorar la experiencia del usuario a la hora de acceder a él o de transportarlo.

Sería interesante ver este concepto aplicado a una gama de productos completa, en el que se le puedan añadir módulos incluso de diferentes tamaños. Respetando el anclaje tipo cola de milano, existe esta posibilidad de poder aplicar módulos de diferentes tamaños, uno sobre otro, siendo entonces un conjunto totalmente adaptable. Simplemente el carro debe tener los anclajes en una cota común capaz para toda la gama. La solución propuesta para este equipo se podría extrapolar a gamas de productos con medidas estándares y grandes volúmenes de venta, creando un nicho en este mercado tan saturado y estanco, ofreciendo el valor añadido de la intercambiabilidad gracias a la modularidad y a la versatilidad ofrecida.

Volviendo al objetivo del trabajo, la aplicación de este concepto para una unidad se ha visto como un modelo utópico. No obstante, si se quiere aplicar una forma de transporte y almacenamiento del equipo dado, se ha demostrado que existen soluciones comerciales que consiguen cubrir las necesidades requeridas mediante una configuración interior física y económicamente factibles. La maleta encontrada y analizada, junto con la adaptación interior propuesta para el equipo, es una solución viable del problema planteado en este trabajo.

7. Referencias

- [1] “Maleta de mano de aluminio Classic Cabin | Plata | RIMOWA.”
<https://www.rimowa.com/es/es/luggage/colour/silver/cabin/97353004.html>
(accessed Nov. 23, 2022).
- [2] “C-Lite Maleta Spinner (4 ruedas) 69cm | Samsonite España.”
<https://www.samsonite.es/c-lite-spinner-69cm--negro/122860-1041.html?cgid=A154> (accessed Nov. 23, 2022).
- [3] “Xiaomi España.” https://www.mi.com/es/xiaomi-metal-carry-on-luggage-20?skupanel=1&gid=4194700021&utm_campaign=micom_es_pmax2&utm_source=google&utm_medium=paid-search&utm_type=1&utm_channel=search&gclid=CjwKCAiApvebBhAvEiwAe7mHSGnNQv7kcbWZ9E9G8jlxMU3mM_Y9vS1LcVD82-AL2AH9b6kDCSN7QxoCggAQAvD_BwE (accessed Nov. 23, 2022).
- [4] “Bon Air Dlx SPINNER 55/20 TSA Bright Lime | American Tourister España.”
https://www.americantourister.es/bon-air-dlx-maleta-spinner-4-ruedas-55cm-20cm-bright-lime/134849-8597.html#gclid=CjwKCAiApvebBhAvEiwAe7mHSL-0OwRyXWX-E5I3mWfIcJD4Ju642rksb_HA0sxM7BNfVI2Qbuk0hRoCeogQAvD_BwE&gclidsrc=aw.ds&start=1 (accessed Nov. 23, 2022).
- [5] “Sunside SPINNER 55/20 Mineral Green | American Tourister España.”
https://www.americantourister.es/sunside-maleta-spinner-4-ruedas-55cm-mineral-green/107526-6391.html#gclid=CjwKCAiApvebBhAvEiwAe7mHSL-0OwRyXWX-E5I3mWfIcJD4Ju642rksb_HA0sxM7BNfVI2Qbuk0hRoCeogQAvD_BwE&gclidsrc=aw.ds&start=1 (accessed Nov. 23, 2022).
- [6] “Cases, Torches, Military, and Professional gear | Peli.”
<https://www.peli.com/eu/es/> (accessed Nov. 23, 2022).
- [7] “Protector Cases: Watertight, Hard, Foam Padded, Rolling | Peli.”
<https://www.peli.com/eu/es/products/cases/protector-cases> (accessed Nov. 22, 2022).
- [8] “Peli Air Lightweight Travel Cases | Peli.”
<https://www.peli.com/eu/es/products/cases/air-cases> (accessed Nov. 22, 2022).
- [9] “Pelican Storm Cases: Waterproof, Hard Cases | Peli.”
<https://www.peli.com/es/es/products/cases/storm-cases> (accessed Nov. 23, 2022).
- [10] “Protective Cases. USA Made and Waterproof. | Peli.”
<https://www.peli.com/es/es/products/cases/?config=40> (accessed Nov. 23, 2022).
- [11] “Protective Cases. USA Made and Waterproof. | Peli.”
<https://www.peli.com/es/es/products/cases/?config=1> (accessed Nov. 23, 2022).

- [12] “Protective Cases. USA Made and Waterproof. | Peli.”
<https://www.peli.com/es/es/products/cases/?config=37> (accessed Nov. 23, 2022).
- [13] “1730 Protector Maleta de Transporte | Peli.”
<https://www.peli.com/eu/es/product/cases/transport-case/protector/1730> (accessed Nov. 23, 2022).
- [14] “NANUK Case Europe Official Store | World’s Best Protective Hard Cases – NANUK Europe.”
https://nanuk.eu/?utm_term=nanuk&utm_campaign=Europe+-+Search&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=5545530914&hsa_cam=15038324105&hsa_grp=136220268853&hsa_ad=596948518066&hsa_src=g&hsa_tgt=aud-486773596449:kwd-304602379918&hsa_kw=nanuk&hsa_mt=p&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gclid=CjwKCAiApvEbBhAvEiwAe7mHSIe54Is5P7SUYBelv17akZ1Lw6DmMDqLc4ZNX5UjoRF0clOcGIRCRRoCauYQAvD_BwE (accessed Nov. 23, 2022).
- [15] “Equipamiento para empresas, almacén, oficina | Disset Odiseo.”
<https://www.dissetodiseo.com/> (accessed Nov. 23, 2022).
- [16] “Polipropileno ¿Qué es? Ventajas y usos.”
<https://www.envaselia.com/blog/que-es-el-polipropileno-id13.htm> (accessed Nov. 23, 2022).
- [17] “PP–C POLIPROPILENO COPOLÍMERO - Plastimar Mecanizados piezas de plástico.” https://plastimar.es/portfolio_page/pp-c-polipropileno-copolimero/ (accessed Nov. 23, 2022).
- [18] “Conoce las características del tejido de polipropileno.”
<https://www.iberoplast.pe/blog/tela-tejida-polipropileno-usos/> (accessed Nov. 23, 2022).
- [19] V. Serini, “Polycarbonates,” *Ullmann’s Encyclopedia of Industrial Chemistry*, Jun. 2000, doi: 10.1002/14356007.A21_207.
- [20] “Materiales de espuma: Polietileno, Poliuretano, Poliestireno - Trocellen.”
<https://trocellen.com/es/materiales-de-espuma-polietileno-poliuretano-poliestireno/> (accessed Nov. 23, 2022).
- [21] “Neopreno - Wikipedia, la enciclopedia libre.”
<https://es.wikipedia.org/wiki/Neopreno> (accessed Nov. 23, 2022).
- [22] “Plástico ABS - TECARAN ABS | Ensinger.” <https://www.ensingerplastics.com/es-es/semielaborados/plasticos-industriales/abs> (accessed Nov. 23, 2022).
- [23] J. J. Aguilar, R. Acero, F. J. Brosed, and J. Santolaria, “Development of a high precision telescopic instrument based on simultaneous laser multilateration for machine tool volumetric verification,” *Sensors (Switzerland)*, vol. 20, no. 13, pp. 1–16, Jul. 2020, doi: 10.3390/s20133798.
- [24] Francisco Javier Brosed, Juan José Aguilar, Raquel Acero, Jorge Santolaria, Sergio Aguado, and Marcos Pueo, “Calibration and uncertainty budget analysis of a

- high precision telescopic instrument for simultaneous laser multilateration,” *ELSEVIER*, 2022.
- [25] “R Series 3025-15 Waterproof Utility Case w/ cubed foam - Maletas Industriales Harderback ®.” <https://www.maletas-industriales.com/harderback-maletas-industriales/r-series-3025-15-waterproof-utility-case-w-cubed-foam/> (accessed Nov. 23, 2022).
- [26] “Blooven 8 Metros 20 mm Auto Adhesivo Cinta Rollo Hook y Loop Tape Gancho y Cinta de Lazo (20 mm x 8 m, Negro) : Amazon.es: Hogar y cocina.” https://www.amazon.es/Blooven-Velcro-Adhesivo-Cinta-Gancho/dp/B07DN5S61Q/ref=asc_df_B07DN5S61Q/?tag=googshopes-21&linkCode=df0&hvadid=199024814804&hvpos=&hvnetw=g&hvrand=4158804461173996653&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=1005548&hvtargid=pla-466857794828&th=1 (accessed Nov. 23, 2022).
- [27] “Neopreno Funda Protectora Resistente Choque y Agua para 15 Pulgadas Portátil Acer/ASUS/DELL/Fujitsu/Lenovo/HP/Samsung/Sony Toshiba, Negro : Amazon.es: Informática.” https://www.amazon.es/Neopreno-Protectora-Resistente-Pulgadas-Port%C3%A1til/dp/B07H4RV7K7/ref=asc_df_B07H4PRCRV/?tag=googshopes-21&linkCode=df0&hvadid=355807143555&hvpos=&hvnetw=g&hvrand=13246720055208206876&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=1005548&hvtargid=pla-539683309571&th=1%20Tirador%20telesc%C3%B3pico%20https://www.ltt-versand.de/es/luz/maletines-racks-y-fundas/material-construccion-maletines/accesorios-construccion-maletines/29616/adam-hall-hardware-34703-asa-telescopica-para-trolley-1-extension-longitud-445-745-mm (accessed Nov. 23, 2022).
- [28] “3 in 1 Cortador de Espuma, 10CM 100-240V/18W Eléctrico Espuma Maquina de Cortar/Espuma Artesanal Caliente Cortador/Espuma de Poliestireno Pluma de Corte, Negro : Amazon.es: Hogar y cocina.” https://www.amazon.es/Cortador-GOCHANGE-El%C3%A9ctrico-Artesanal-Poliestireno/dp/B07JYB55G8/ref=sr_1_4_sspa?keywords=cortadora+poliestireno&qid=1669226413&qu=eyJxc2MiOil1LjgwlwlcXNhIjoiNC45OCIsInFzcCI6IjMuOTQifQ%3D%3D&sr=8-4-spons&sp_csd=d2lkZ2V0TmFtZT1zcF9hdGY&psc=1 (accessed Nov. 23, 2022).
- [29] “Calculo Fuerza de Cierre Maquina | PDF | El plastico | Science.” <https://es.scribd.com/document/311137038/Calculo-Fuerza-de-Cierre-Maquina> (accessed Nov. 23, 2022).
- [30] “Adam Hall Hardware 3431 - Asa de plástico para Maletín negra - a buen precio en LTT.” https://www.ltt-versand.de/es/luz/maletines-racks-y-fundas/material-construccion-maletines/asas/30200/adam-hall-hardware-3431-asa-de-plastico-para-maletin-negra?utm_source=google_es&utm_medium=shopping&gclid=CjwKCAiA68ebBhB-EiwALVC-

NthK7mdrP89KSOxST5mzk5MnrPVJQu3N5cjPQZ5Ewq6JbSTksTmORhoCdv8QAvD_BwE (accessed Nov. 23, 2022).

- [31] “Material De Embalaje Esd Con Forma Personalizada, Espuma De Embalaje De Color Negro Antiestática, Hoja De Espuma Eva Para Embalaje - Buy Plastic Products, Plastic Sheets, Cushion Filling Material Product on Alibaba.com.” https://spanish.alibaba.com/product-detail/Material-de-embalaje-ESD-con-forma-11000003829739.html?spm=a2700.pccps_detail.normal_offer.d_image.7ab22b54Nrv901 (accessed Nov. 23, 2022).
- [32] “Tesa Spray de fijación Extra Fuerte (Transparente) | BAUHAUS.” https://www.bauhaus.es/aerosoles-especiales/tesa-spray-de-fijacion-extra-fuerte/p/26515403?cid=SSAGoo11493549110_110874820503&pla_campid=11493549110&pla_adgrid=110874820503&pla_prpaid=992982162462&pla_prid=26515403&pla_adt=pla&pla_prch=online&pla_stco=&gclid=CjwKCAiA68ebBhB-EiwALVC-NuJqaQHlaBpbuM1SSvsfOYvhyBVLrLXSGzHK2VA0cpAgq0Lynv5lxxoCcTwQAvD_BwE%20Junta%20estanqueidad%20https://www.merefsa.com/es/productos/cauchos-de-silicona_kgr/arandelas-y-juntas-planas-de-silicona.-ptfe-y-fkm_pid21.html (accessed Nov. 23, 2022).
- [33] “Junta Neopreno Registro 180° L1.56M marca LALIZAS : Amazon.es: Otros Productos.” <https://www.amazon.es/Junta-Neopreno-Registro-L1-56M-LALIZAS/dp/B09GBD5S64> (accessed Nov. 23, 2022).
- [34] “sourcing map Redonda Acero Varilla, 3mm HSS Torno Barra Culata Herramienta 200mm Longitud, para Eje Engranaje Taladro Tornos Mandril Máquina Torneado Miniatura Eje, 5 Piezas : Amazon.es: Bricolaje y herramientas.” https://www.amazon.es/sourcing-map-Redonda-Di%C3%A1metro-longitud/dp/B07LG8CSXF/ref=sr_1_4?keywords=varilla+acero+3mm&qid=1668880644&qu=eyJxc2MiOiI0LjMwliwicXNhIjoIMy4xOSIsInFzcCI6IjluNjUifQ%3D%3D&sr=8-4 (accessed Nov. 23, 2022).
- [35] “Fuertes tiradores de puerta de tela para las tarjetas de - Etsy España.” <https://www.etsy.com/es/listing/1050966332/fuertes-tiradores-de-puerta-de-tela-para> (accessed Nov. 23, 2022).
- [36] “Adam Hall Hardware 34703 - Asa telescópica para Trolley 1 Extensión longitud 445 - 745 mm - a buen precio en LTT.” https://www.ltt-versand.de/es/luz/maletines-racks-y-fundas/material-construccion-maletines/accesorios-construccion-maletines/29616/adam-hall-hardware-34703-asa-telescopica-para-trolley-1-extension-longitud-445-745-mm?utm_source=google_es&utm_medium=shopping&gclid=CjwKCAiApvebBhAvEiwAe7mHSM6M1qFW00hF-5MkxJIS3a5GIGSMHmTQpXtG1HF4kOKnUJA9_XLTxBoCZ5UQAvD_BwE (accessed Nov. 23, 2022).
- [37] “Set de 2 ruedas de repuesto para maleta 50x 18mm con ejes rodamientos y llaves : Amazon.es: Deportes y aire libre.” <https://www.amazon.es/ruedas-repuesto-maleta-rodamientos->

llaves/dp/B071KBN8H3/ref=asc_df_B071KBN8H3/?tag=googshopes-21&linkCode=df0&hvadid=198983203814&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=10443726458138494017&hvppone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=1005548&hvtargid=pla-379760376640&psc=1 (accessed Nov. 23, 2022).