



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

# *Diseño de una prótesis articulada de brazo y mano de bajo coste*

---

**MEMORIA PRESENTADA POR:**

***Esmeralda Escriva Noguera***

GRADO DE INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTOS

**Convocatoria de defensa: Septiembre 2019**



## RESUMEN

En el presente trabajo de final de grado, se ha tratado de realizar un diseño conceptual de una prótesis de brazo y mano articulada de bajo coste. La obtención de una prótesis suele ser un proceso lento y a la vez caro al que solo unos pocos usuarios pueden acceder. En este proyecto se ha querido facilitar el uso de este tipo de productos, en concreto las prótesis de brazo, a todo aquel que tenga acceso a una impresora 3D ya sea propia, de algún conocido o entidad pública con libre acceso.

En el siguiente documento se exponen los requisitos necesarios para un proyecto de diseño. Después de realizar un estudio e investigación de lo que actualmente hay en el mercado, se procede a realizar la fase de ideación, donde se tienen en cuenta una serie de factores clave, entre ellos la ergonomía del producto y su precio.

Palabras clave: diseño, producto, prótesis, ergonomía, impresión 3D.

## RESUM

En el present treball de fi de grau, s'ha tractat de realitzar un disseny conceptual d'una pròtesi de braç i mà articulada de baix cost. L'obtenció d'una pròtesi sol ser un procés lent i a la vegada car al que sols uns pocs usuaris poden accedir. En aquest projecte s'ha volgut facilitar l'ús d'aquest tipus de productes, en concret les pròtesis de braç, a tot aquell que tinga accés a una impressora 3D, siga pròpia, d'algún conegut o entitat pública amb lliure accés.

En el següent document s'exposen els requeriments necessaris per a un projecte de disseny. Després de realitzar un estudi i investigació del que actualment hi ha al mercat, s'ha procedit a realitzar la fase d'ideació, on es tenen en compte una sèrie de factors claus, entre ells l'ergonomia del producte i el seu preu.

Paraules clau: disseny, producte, pròtesi, ergonomia, impressió 3D.

## SUMMARY

In the present final degree work, I have tried to make a conceptual design of a low-cost articulated prosthesis of arm and hand. Obtaining a prosthesis is usually a slow and at the same time expensive process that only a few users can access. The aim of this project has been to facilitate the use of this type of product, specifically arm prostheses, to anyone who has access to a 3D printer, either their own, someone known or public entity with free access.

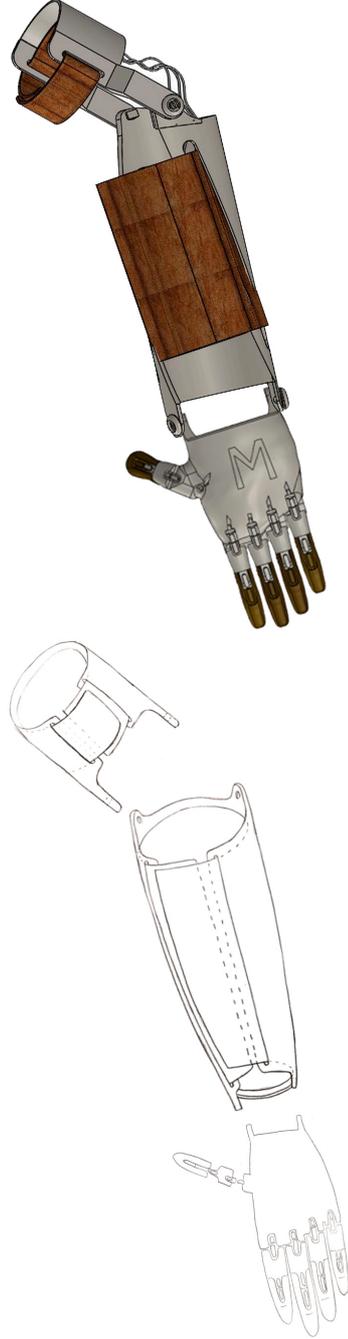
The following document sets out the requirements for a design project. After conducting a study and research of what is currently on the market, we proceed to the ideation phase, which takes into account a number of key factors, including the ergonomics of the product and its price.

Keywords: design, product, prosthesis, ergonomics, 3D printing.



# EM-Rald

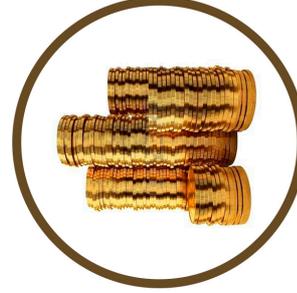
La vida te pone obstáculos. Los límites te los pones tú.



La ergonomía y el trabajo de superficies son el punto a remarcar en el diseño de este producto



La impresión 3D aporta total libertad para la personalización y total acople a cada usuario



La economía del producto es uno de los puntos más importantes a la hora de llegar a la mayor cantidad de usuarios.







## MEMORIA

1. OBJETO Y JUSTIFICACION.....	12
2. ALCANCE.....	13
3. ANTECEDENTES.....	14
3.1. HISTORIA DE LAS PROTESIS.....	14
3.2. EMPRESAS DEDICADAS AL DISEÑO Y FABRICACIÓN DE PROTESIS EN IMPRESION 3D.....	16
4. NORMATIVA.....	26
5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.....	29
6. REQUISITOS DE DISEÑO.....	30
6.1. DESCRIPCION DE LAS NECESIDADES.....	30
6.2. FUNCIONES DEL PRODUCTO.....	32
7. ANALISIS DE SOLUCIONES.....	34
7.1. IDEACION.....	34
7.2. JUSTIFICACION DE LAS SOLUCIONES ADOPTADAS.....	39
8. DISEÑO DEFINITIVO.....	41
9. VIABILIDAD TECNICA.....	52
9.1. ANALISIS DE FABRICACION.....	52
9.2. ANALISIS DEL FUNCIONAMIENTO.....	56
10. ANALISIS ESTRUCTURAL.....	59
11. CONCLUSIONES.....	61

## BIBLIOGRAFIA MEMORIA

BIBLIOGRAFIA FIGURAS MEMORIA.....	64
-----------------------------------	----

INDICE FIGURAS MEMORIA DESCRIPTIVA.....	68
INDICE TABLAS DEL PROYECTO.....	72
INDICE FIGURAS DE ANEXOS.....	73
INDICE TABLAS DEL ANEXO.....	74

## **ANEXOS**

ANEXO 1. ESTUDIO DE MERCADO COMPLEMENTARIO.....	76
ANEXO 2. ESTUDIO DE LA MANO HUMANA.....	79
ANEXO 3. ENTREVISTA AYUDAME 3D.....	81
ANEXO 4. INVESTIGACIÓN PLASTICOS PARA IMPRESION 3D.....	82
ANEXO 5. ESQUEMA DE DESMONTAJE Y LISTADO DE ELEMENTOS....	86
ANEXO 6. DIAGRAMA SISTEMICO.....	88
ANEXO 7. NORMATIVA.....	91
ANEXO 8. MEDICIONES Y PRESUPUESTO.....	99

## **PLIEGO DE CONDICIONES**

PLIEGO DE CONDICIONES TECNICAS.....	110
PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVAS.....	124

<b>PLANOS</b> .....	125
---------------------	-----

## 1. OBJETIVO Y JUSTIFICACIÓN

El principal objetivo del proyecto, es el rediseño de una prótesis de brazo con codo de bajo coste, mediante impresión 3D.

La idea surge de la gran cantidad de personas sin recursos económicos que necesita este tipo de prótesis, tanto para trabajar como para hacer vida normal. A ello hay que añadirle que la fabricación de prótesis de bajo coste desarrolladas con impresión 3D está en auge, evolucionando constantemente para sustituir a las prótesis desarrolladas comercialmente. Éstas últimas, rondan precios desorbitados que están al alcance de pocas personas, además, en el caso de los niños, una vez empiezan a crecer necesitan nuevas prótesis que se adapten a su crecimiento. Las prótesis realizadas mediante impresión 3D tienen un gran número de ventajas, entre ellas encontramos el coste, la comodidad y versatilidad, o los tiempos de fabricación y plazos de entrega.

Para empezar con el proyecto se realiza un estudio de las necesidades del usuario, el diseño de la prótesis y la elección del material. Se necesitara conocer bien los diseños actuales de prótesis y conocer los mecanismos y materiales con los que podemos trabajar.

Uno de los principales problemas que surgen en el uso habitual de las prótesis de impresión 3D es el método de sujeción, ya que van atadas con correas o belcro, y llegan a crear llagas que imposibilitan la utilización de las prótesis hasta superar la curación de estas.

Se busca crear una mejor adaptabilidad combinando diferentes materiales. De este modo la prótesis debe ser rígida y a su vez cómoda, además de adaptable a cada tipo de brazo.

## 2. ALCANCE

El proyecto pretende cubrir la fase del diseño conceptual. No contempla la parte de fabricación de la mano dado que es un objeto estándar del mercado.

Además en este proyecto no se contempla tampoco un plan de marketing dado que es un producto personalizado y no para fabricación en serie y posterior venta al por mayor.

Este producto se pretende que sea versátil, además de servir para las personas con estas características se podría adaptar para otras circunstancias o problemáticas, como por ejemplo, realizando un par de cambios podría servir también a aquellos que no tienen codo. En este proyecto no incluiremos esta segunda solución, pero sí haremos referencia a esta idea en el apartado de “Conclusiones”.

### 3. ANTECEDENTES

#### 3.1. HISTORIA DE LAS PRÓTESIS

Para empezar , entendemos por prótesis las extensiones artificiales cuyo objetivo es reemplazar la falta, total o parcial, de un órgano o miembro; en este caso parte del brazo y la mano completa.

Los egipcios fueron pioneros en la tecnología protésica. La primera prótesis registrada data entre los años 950 y 710 a.C.; se trata de un dedo de pie de madera y cuero funcional, encontrado en una momia femenina. Además se encontró otro dedo artificial datado antes del año 600 a.C. diseñado en cartonaje ( una mezcla de papel de lino, pegamento y yeso).



Fig.1. Primeras prótesis

Los romanos fueron los siguientes en innovar en cuanto a los materiales utilizados. Con el manejo del hierro , conseguían prótesis mas resistentes y que pudiesen soportar objetos pesados. Hasta el hallazgo de los dedos egipcios, la prótesis más antigua descubierta fue una pierna hallada en Capua, Italia, datada del 300 a.C. hecha de hierro y bronce, con un núcleo de madera, en pleno Imperio Romano. Otro es el caso del general romano Marcus Sergius, que durante la Segunda Guerra Púnica (218-210 a.C.) utilizó una mano de hierro con la cual portaba su espada; esta es la primera mano de hierro registrada.

Como se puede apreciar, los materiales son totalmente distintos a los utilizados actualmente.

En la Edad Media hubo pocos avances en protésica. Los únicos hechos destacables, fueron la pata de palo y el gancho de mano que estaban solo al alcance de los adinerados. A los caballeros se les colocaba una prótesis diseñada solamente para sostener el escudo o calzar la pata en el estribo, y se prestaba poca atención a su funcionalidad. Personas de todos los oficios colaboraban



Fig.2. Prótesis de mano

para elaborar los dispositivos pero los relojeros eran particularmente buenos para ello dado que trabajaban con resortes y engranajes.

En el Renacimiento ( 1400-1800 ), retomando los descubrimientos médicos relacionados con la prótesis de los griegos y los romanos, se produjo un renacer en la historia de la prótesis. Durante este periodo, las prótesis generalmente se elaboraban con hierro, acero, cobre y madera. Dada la gran cantidad de amputados en guerra las prótesis empezaron a tener diseños que permitieran mayores movimientos. Ambroise Paré, cirujano de las tropas, inventó una mano de hierro con muñeca articulada y dedos móviles, el pulgar se mantenía rígido mientras que la posición del resto de dedos se podía fijar mediante una serie de mecanismos, permitiendo el agarre de plumas o espadas, entre otros.

A partir del siglo XIX empezaron a usarse materiales mas ligeros como el aluminio, para que las prótesis fueran más manejables. Las piernas artificiales se hicieron articulables, ganando en movilidad.

En la Época Contemporánea aparecen las primeras prótesis articuladas de varios movimientos. Esto se debe a que había una gran cantidad de heridos de guerra que habían sufrido amputaciones por lo que empezaron a investigar para mejorar las órtesis y prótesis, con el fin de mejorar la calidad de vida de los veteranos de guerra.

Actualmente el campo de las prótesis y órtesis esta muy avanzado tanto en la investigación y como en nuevos materiales. Además de ser dispositivos más livianos y estar hechos a la medida del paciente, el advenimiento de los microprocesadores, los chips informáticos y la robótica en los dispositivos actuales permiten que los amputados, recuperen el estilo de vida al que estaban acostumbrados, en lugar de simplemente proporcionarles una funcionalidad básica o un aspecto más agradable. Hoy mas que nunca las prótesis son más reales con fundas de silicona y pueden imitar la función de una extremidad natural. [1], [2] ,[3] ,[4] ,[5] y [6] .

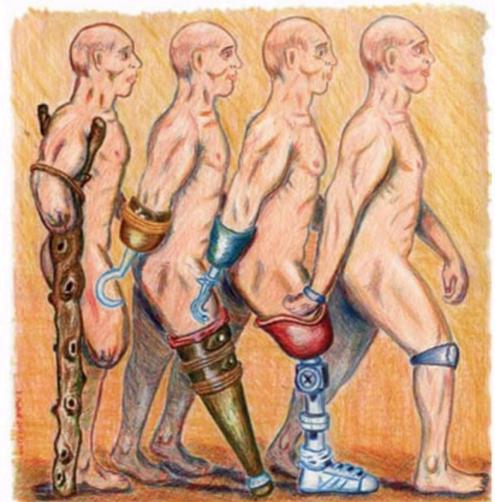


Fig.3. Evolución de las prótesis

### 3.2. EMPRESAS DEDICADAS AL DISEÑO Y FABRICACION DE PROTESIS EN IMPRESION 3D

Cada día se conocen nuevas empresas dedicadas al diseño y fabricación de prótesis en 3D de todo tipo, que se adaptan mejor a las necesidades y límites de cada usuario. Actualmente este campo está muy avanzado.

La tecnología de impresión 3D, desde hace más de 30 años, ha supuesto una gran ayuda en el sector médico. Concretamente con las prótesis 3D, ya que ayudan a mejorar la vida de personas que hayan sufrido la pérdida de alguna extremidad. Destacan por la considerable reducción de costes, la personalización y la rapidez de fabricación en comparación a una prótesis normal.

#### 3.2.1. Prótesis mecánicas sin electrónica

Para comenzar se investiga una de las organizaciones más conocidas mundialmente de prótesis 3D. Se trata de E-nable o también conocida como **Enabling the future**; una asociación estadounidense que reúne a “makers” apasionados para crear una red de modelos de prótesis 3D en el mundo. La idea principal es “echarle una mano” a las personas que más lo necesitan, evitando con ello los gastos de una prótesis tradicional. Se adaptan generalmente a 3 tipos de brazo: sin codo, sin mano y con muñón. Dentro de su web se pueden encontrar una amplia variación de diseños dependiendo del destinatario y de la funcionalidad deseada. [7]



Fig.4. Logo Enabling the future

**Unlimited Tomorrow** es una fundación creada por Easton Lachapelle, una joven estadounidense que a los 16 años ya había desarrollado su primera prótesis con ayuda de la impresión 3D. Dos años más tardes crearía Unlimited Tomorrow, la fundación que busca llevar las prótesis de brazos a otros nivel, debido a su realismo y tecnología. Tras años de primeras pruebas y desarrollos con diferentes tecnologías Easton consiguió dar la primer prótesis realista e impresa en 3D a una pequeña en 2017. [8]



*Fig.5. Logo Unlimited Tomorrow*

### 3.1.2. Prótesis mecánicas con electrónica

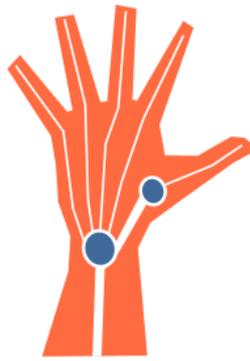
- **Hero Arm** es la primera compañía en el mundo en lanzar un brazo biónico impreso en 3D que no solo está clínicamente probado sino que también está certificado por médicos. Este brazo impreso en 3D lleva el nombre “Hero Arm” y combina funcionalidad, comodidad y diseño. Cuenta con sensores especiales que detectan los movimientos musculares. Como resultado, los movimientos del brazo biónico son intuitivos y fáciles de hacer. Además, el “Hero Arm” es fuerte y robusto, lo que permite levantar hasta 8 kilogramos. El diseño se puede cambiar por la carcasa intercambiable a gusto personal y Open Bionics ofrece la opción de diseñar completamente tu propia cubierta. [9]



*Fig.6. Logo Open Bionics*

- **Bionic Hand**, es una prótesis de tecnología mioeléctrica permite tener 4 movimientos básicos de la mano, es personalizable y tiene un valor menor a 300€.

Este no es un producto de alta tecnología diseñado por ingenieros, sino un proyecto de baja tecnología creado por aficionados que intentan hacerlo lo mejor posible y de bajo coste. En junio de 2017, se formó un nuevo pequeño equipo de voluntarios y se empezó de 0, con el fin de mejorar, lograr una prótesis con entre alta y baja tecnología, es decir, una combinación de tecnología de vanguardia y bricolaje en las escuelas secundarias, universidades, industrias, empresas de nueva creación. [10]



*Fig.7. Logo Bionic Hand*

- **Youbionic** es una prótesis de mano biónica. Este proyecto fue creado por el ingeniero italiano Federico Ciccarese y se dio a conocer a finales del 2016. Esta prótesis está desarrollada con tecnologías de impresión 3D, añade además microprocesadores Arduino que al sentir el músculo del usuario permiten efectuar diferentes movimientos de agarre. La Youbionic se ha comenzado a comercializar con un precio de €1.200. [11]



*Fig.8. Logo You Bionic*

### 3.1.3. Prótesis no mecánicas

- **LimbForge** es una asociación que tiene como objetivo proporcionar prótesis a países en desarrollo que a menudo no pueden pagar estos dispositivos médicos. Ha desarrollado varios modelos de prótesis impresas en 3D para brazos, codos, el antebrazo, muñecas y manos, con opciones para adaptarse completamente a su portador tanto funcionalmente como estéticamente. Después del modelado 3D en un software desarrollado por Autodesk, la prótesis se imprime en 3D a partir de un material plástico que puede tomar un color diferente según el paciente. [12]



*Fig.9. Logo Limb Forge*

- **Evan Kuester** es diseñador e ingeniero actualmente trabajando para 3D Systems. Ha creado varias prótesis de brazo y mano muy elegantes gracias a la impresión 3D. Uno de sus modelos, Ivania, requirió 45 horas de impresión en 3D con tecnologías FDM. Evan especifica que su trabajo tiene como objetivo crear prótesis estéticas, como una verdadera joya. [13]

ENK'D

*Fig.10. Logo Evan Kuester*

#### 3.1.4. Prótesis de otras extremidades

- **Unyq** ofrece cubiertas personalizables para prótesis de pierna o brazo; personalización que es posible gracias a la impresión 3D. El usuario puede elegir su modelo, el material y el color de la cubierta de la prótesis y obtener una solución totalmente adaptada a su anatomía y a su gusto. Ahora hay dos gamas disponibles: la Unyq Style que ofrece cubiertas impresas en 3D de ABS y la Unyq Performance que ofrece soluciones impresas en 3D a partir de poliamida, más adecuado para quienes están acostumbrados a moverse mucho. [14]

**UNYQ**<sup>®</sup>  
like no other

Fig.11. Logo UNYQ

- El fabricante de soportes **Mecuris** ha desarrollado prótesis de pies impresos en 3D, los NexStep que han obtenido el marcado CE. El paciente puede personalizar fácilmente su prótesis utilizando la plataforma en línea del fabricante alemán y la obtiene en tan solo una semana, una demora que Mecuris espera reducir a 48 horas. Existe igualmente un rango para niños, FirStep, disponible en su web. [15]



Fig.12. Logo Mecuris

- **Handicap International** es una organización independiente fundada en Francia en 1982. El enfoque de su trabajo es la ayuda de personas con discapacidades y personas necesitadas. En 2016, Handicap International lanzó una investigación en la que se desarrollaron prótesis de pierna impresas en 3D. Para hacer esto, un pequeño escáner 3D creaba un modelo digital de la parte del cuerpo de la amputación, y este modelo, después de ser adaptado por el software de modelado, se enviaba a una impresora 3D, lo que permitía una prótesis personalizada. El objetivo de la organización es ayudar a las personas de los países en desarrollo y las zonas de conflicto a obtener prótesis de alta calidad. [16]



*Fig.13. Logo Handicap International*

Como se puede comprobar, hay una gran cantidad de asociaciones sin ánimo de lucro cuyo objetivo es hacer más fácil el día a día, a aquellos que no tienen los recursos suficientes.

Hay más de 30 millones de amputados en el mundo y solo el 5% tienen acceso a una prótesis.

### 3.2. ESTUDIO DE MERCADO

Hoy en día y cada vez más, el mercado de las prótesis 3D o de bajo coste es muy extenso y variado. El objetivo principal es suplir, a un precio asequible, la extremidad de la que carece una persona y cubrir las necesidades del día a día de la manera más fácil posible. Este proyecto se centra en las prótesis para brazo y mano.

Lo más importante a la hora de empezar un proyecto es analizar cuáles son los productos actuales y los principales problemas que surgen según los usuarios. Además

de esto, el estudio de mercado será útil para estudiar las características de las prótesis del mercado actual, cómo se fabrican, su diseño y su funcionalidad.

### OSPREY HAND - ENABLING THE FUTURE

Esta prótesis está destinada a las personas que les falta la mano pero sí tienen muñeca. Se puede observar que una de sus características principales es que la base de la prótesis está hecha de cuero. Este es un aspecto muy importante a tener en cuenta ya que crea una mayor sujeción y comodidad al usuario.

Por otro lado se observa también que el agarre no está en contacto directo con la piel, de modo que se evita todo tipo de rozaduras y llagas. [17]



Fig. 14. Prótesis Osprey Hand

### RIT ARM - ENABLING THE FUTURE

Cómo se puede comprobar esta prótesis está dirigida a aquellos usuarios que cuentan con un codo y un muñón.

Se caracteriza por su acoplabilidad al muñón y la posibilidad de cambiar fácilmente la longitud del brazo en el proyecto antes de imprimirlo, haciendo posible la utilización del mismo para un amplio rango de edades.

En cuanto a la estética, no es un producto que sea llamativo a la venta, pero dado que hablamos de impresión 3D, cabe la posibilidad de poder hacer la combinación de colores que se desee y añadir los complementos estéticos que más gusten al usuario sobre la misma prótesis, como dibujos, formas, etc. [18]



Fig.15. Prótesis Rit Arm

## UNLIMITED TOMORROW

En este caso la prótesis va dirigida al igual que la anterior a aquellas personas que han desarrollado un muñón después del codo.

Se caracteriza por tener una aspecto bastante realista y una estructura muy estable. El agarre en este caso es mediante tiras de velcro y solamente en la parte del bíceps.

En este caso la calidad del producto al igual que su durabilidad son mayores pero el tiempo y precio de fabricación son también mucho mayores. [19]

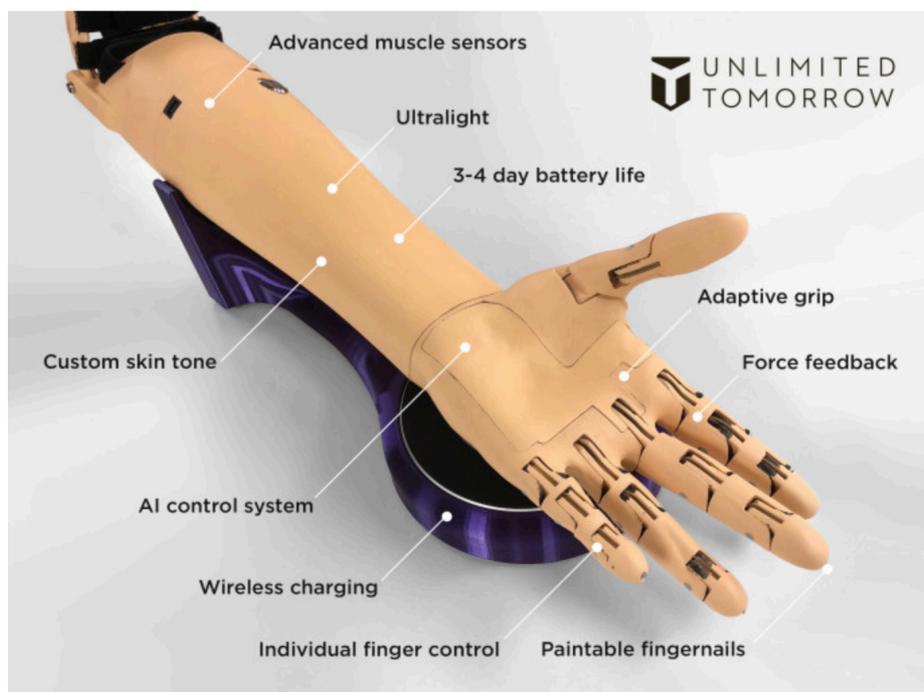


Fig.16. Prótesis Unlimited tomorrow

## AYUDAME 3D - GUILLERMO

Por último se observa la prótesis de Guillermo, un Madrileño que ha modificado algunos de los diseños de la organización Enabling the future para adaptarlos personalmente a cada usuario. En este caso las prótesis van destinadas a personas sin recursos de Kenia.

Este modelo de prótesis en particular va destinado a aquellos usuarios que no tienen codo. La sujeción es mucho más compleja ya que tiene que envolver el hombro del usuario y adaptar la prótesis personalmente a cada uno.

Este diseño no busca estética, solamente funcionalidad, resistencia y lo más importante, que sea lo más económico posible. Guillermo trabaja día a día con el fin de mejorar las prótesis, hacer que el tiempo de fabricación al igual que la cantidad de material sean menores, de modo que se reduzca el presupuesto de cada prótesis. Pretende buscar continuamente nuevos voluntarios que se presten a fabricar las prótesis en sus casas y posteriormente donarlas. [20]



*Fig.17. Prótesis Ayúdame 3D*

### 3.3. ESTUDIO DEL USUARIO

Además del estudio de mercado se han realizado entrevistas, entre ellas una a una asociación especializada en este campo que ya tiene experiencia realizando este tipo de prótesis e informes sobre los datos obtenidos en diferentes foros y paginas webs enfocadas al mundo de las prótesis.

El campo de las prótesis de brazo abarca varios tipos de usuario dado que no todos tienen las mismas malformaciones o carencias. Los más comunes son aquellos en los que la zona del radio y cubito no ha llegado a desarrollarse parcialmente o en su totalidad, en este caso se forma un muñón a cierta distancia del codo, según cada caso puede quedar más cerca de este o menos.

La mayoría de las personas afectadas suelen nacer con este tipo de problema, en este caso aprenden a valerse por sí mismos con mucha mayor facilidad que los que han sufrido algún accidente. En ambos casos no consiguen la funcionalidad completa de un brazo y mano. Este producto va dirigido a todas estas personas, aquellos cuya extremidad llega hasta el codo y forma un muñón a posteriori.



*Fig.18. Niño con muñón en dos extremidades*



*Fig.19. Niña con codo y muñón*

## 4. NORMATIVA

Se han tenido en cuenta estas normativas que son las reúnen las especificaciones de este producto. [21]

- UNE 111909-1:1990

Prótesis y órtesis. Vocabulario. Parte 1: términos generales.

- UNE 111909-2:1990

Prótesis y órtesis. Vocabulario. Parte 2: términos relativos a las prótesis y a los portadores de las prótesis.

- UNE 111912:1990

Prótesis y órtesis. Aspectos médicos. Descripción de las malformaciones congénitas de miembros.

“Esta norma establece un método para la descripción de las malformaciones congénitas de los miembros superiores e inferiores.”

- UNE 170001-1:2007

Accesibilidad universal. Parte 1: Criterios DALCO para facilitar la accesibilidad al entorno.

“La parte 1 de esta norma establece los criterios DALCO de accesibilidad *u n i v e r s a l*, cuya aplicación en el entorno da lugar a su utilización por parte de cualquier persona con independencia de su edad, sexo, origen cultural o capacidad. Todos los requisitos de esta norma son genéricos, y se pretende que sean aplicables a todo tipo de organización, sin importar su tamaño o actividad.”

- UNE 170001-2:2007

Accesibilidad universal. Parte 2: Sistema de gestión de la accesibilidad.”

“Esta norma especifica los requisitos de un sistema de gestión de la accesibilidad universal que puede ser utilizado por una organización cuando:

- a) Desea demostrar su capacidad para proporcionar y mantener entornos accesibles que satisfagan los requisitos legales y reglamentarios aplicables y los criterios DALCO recogidos en esta norma.
- b) Aspira a aumentar la accesibilidad de esos entornos a través de la aplicación eficaz del sistema.”

- UNE-EN ISO 9999:2017

Productos de apoyo para personas con discapacidad. Clasificación y terminología. (ISO 9999:2016).

“Esta norma internacional establece una clasificación y la terminología de productos de apoyo, producidos especialmente o disponibles en el mercado, para personas con discapacidad.

Los productos de apoyo utilizados por una persona con discapacidad, pero que requieren la asistencia de otra persona para su funcionamiento, están incluidos en la clasificación.”

- UNE-EN ISO 22523:2007

Prótesis de miembros externos y órtesis externas. Requisitos y métodos de ensayo. (ISO 22523:2006).

“Esta norma internacional proporciona un medio para demostrar que las prótesis de miembros externos y las órtesis externas, que también son productos sanitarios, son conformes con los requisitos esenciales descritos en términos generales en el anexo 1 de la Directiva UE 93/42/CEE relativa a productos sanitarios.”

- UNE-EN 12182:2012

Productos de apoyo para personas con discapacidad. Requisitos generales y métodos de ensayo.

“Esta norma europea especifica los requisitos generales y métodos de ensayo para productos de apoyo para personas con discapacidad que son productos sanitarios, conforme a la definición fijada por la Directiva 93/42/CEE.”

## 5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

A continuación se definen algunos de los conceptos mas importantes de este proyecto con el fin de ayudar al lector a que obtenga una mayor y fácil comprensión de los siguientes y anteriores apartados. [21]

- Ergonomía: estudio de la adaptación de las máquinas, muebles y utensilios a las personas que los emplea habitualmente, para lograr una mayor comodidad y eficacia.
- Prótesis: Pieza, aparato o sustancia que se coloca en el cuerpo para mejorar algunas de sus funciones, o con fines estéticos.
- Órtesis: férula, soporte u otro dispositivo externo aplicado al cuerpo para modificar los aspectos funcionales o estructurales del sistema neuromusculoesquelético.
- FFF: Nombre que se le da al proceso de modelado por deposición fundida, utilizado para el modelado de prototipos y la producción a pequeña escala. También llamado proceso de inyección mediante impresión 3D.
- Muñón: parte de un miembro cortado que permanece adherida al cuerpo.
- PLA: polímero biodegradable derivado del ácido láctico. Es un material altamente versátil, hecho a partir de recursos renovables en su totalidad, como lo son el maíz, la remolacha, el trigo, etc.
- ABS: Acrilonitrilo butadieno estireno, es un plástico muy resistente al impacto, muy utilizado en automatización y otros usos tanto industriales como domésticos. Es un termoplástico amorfo.

## 6. REQUISITOS DE DISEÑO

En base a las condiciones iniciales y a la información extraída de entrevistas (Anexo 3), artículos online sobre prótesis de brazo y usuarios; y junto con el estudio de mercado realizado se han marcado los siguientes factores a tener en cuenta.

Estos factores serán los considerados para determinar el diseño final.

### 6.1. DESCRIPCION DE LAS NECESIDADES

#### ESTETICA

- Atractivo a la venta : debe ser estético y agradable a la vista.
- Innovador : hay una gran variedad en el mercado y nuestro diseño tiene que diferenciarse y destacar de algún modo.
- Para ambos sexos. Nuestro producto esta dirigido a todo tipo de personas.
- Disponibilidad cromática: dado que es un producto personalizable debe tener la opción de poder escoger el color.

#### DIMENSIONES

- Adecuadas para personas adultas: una de las características de nuestro producto es que debe ser adecuado para todas las personas de un mínimo de 16/17 años que es cuando podríamos decir que dejan de crecer y mantienen sus dimensiones.
- Modular: la modularidad del producto es una de las cosas que lo hace innovador, además de cómodo en muchos aspectos de los que hablaremos mas adelante.

#### MATERIAL

- Toxicidad: el material a utilizar no puede ser tóxico.
- Material ergonómico: buscamos evitar llagas o heridas.
- Material impreso 3D : utilizar la menor cantidad de material de modo que podamos reducir costes de fabricación.
- Reciclable: se valora la posibilidad de que sea reciclable.

#### ERGONOMIA

- Mínimo esfuerzo en todas las operaciones

- Acople al brazo: el contacto del brazo con la prótesis tiene que ser lo más cómoda para el usuario posible.
- Peso: debe ser lo más ligero posible dado que es un producto de uso diario cuya finalidad es ayudar al usuario.

### USO

- Unión y ensamblaje: las partes del producto han de ser intuitivas y fáciles de utilizar, puede que nuestro usuario no tenga ayuda a la hora de colocárselo.
- Fácil de limpiar: las manos son una de las partes del cuerpo que más ensuciamos por lo que el producto debe ser fácil de limpiar.
- Recambio: en el caso de rotura de un componente debe ser fácil y económica la obtención de su recambio.
- Reposo: el diseño escogido puede servir como hemos comentado antes, tanto para uso diario como ocasional. En caso de uso ocasional no se esperan problemas y errores a la hora de utilizarlo después de un largo periodo.
- Daños sobre el producto: el uso de la prótesis no ha de dañar los objetos que agarre con la mano.

### DURACION

- Estabilidad y resistencia: ha de tener una estructura robusta y a la vez lo más ligera posible, necesitamos un material resistente al peso y a golpes.
- Mantenimiento: resistente a productos de limpieza.
- Resistente al desgaste / Vida útil: Duración máxima.
- Resistente a la intemperie.

### PRECIO

- El precio total del producto debe ser lo más económico posible.

### SEGURIDAD

- Cumplimiento de la normativa: el producto debe cumplir la normativa adjuntada en el punto 4.
- Ensamblaje seguro : todos los componentes deben estar bien ensamblados evitando la pérdida de alguno de ellos.

- Manipulación: Las piezas han de ser fáciles de manipular, de manera segura, evitando además utilizar en el diseño formas puntiagudas.

## 6.2. FUNCIONES DEL PRODUCTO

### 6.2.1. Valoración de funciones

JERARQUIZACIÓN DE LAS NECESIDADES		
FACTORES	NECESIDADES	IMPORTANCIA
DURACIÓN	Estabilidad y resistencia	10
ESTETICA	Innovador	10
SEGURIDAD	Acorde con la normativa	10
ESTETICA	Para ambos sexos	9
MATERIAL	Material de acople ergonomico	9
ERGONOMIA	Sujeción ergonomica	9
PRECIO	Precio economico	9
DURACIÓN	Resistente a productos de limpieza	8
	Vida útil	8
	Resistencia a la intemperie	8
ESTETICA	Atractivo a la venta	8
DIMENSIONES	Dentro del rango de edad	8
MATERIAL	No toxico	8
SEGURIDAD	Ensamblaje seguro	8
	Seguridad de manipulación	8
ERGONOMIA	Ligero	8
MATERIAL	Cantidad de material estructura	7
	Reciclable	7
ERGONOMIA	Mínimo esfuerzo	7

<b>JERARQUIZACIÓN DE LAS NECESIDADES</b>		
<b>FACTORES</b>	<b>NECESIDADES</b>	<b>IMPORTANCIA</b>
USO	Unión y ensamblaje	7
	Fácil de limpiar	7
DIMENSIONES	Modular	7
USO	Recambios	6
	Reposo	6
	Daños sobre el producto	6
ESTETICA	Disponibilidad cromatica	5

*Tabla 1. Jerarquización de las necesidades*

## 7. ANALISIS DE SOLUCIONES

### 7.1. IDEACION

En base a los requisitos mencionados en el apartado anterior se han realizado una serie de diseños conceptuales. Todos los diseños buscan la comodidad del usuario y la acoplabilidad.

Una de las partes más importantes a la hora de crear los diseños es el método de acople al brazo y como irá sujeto. Cuando se empezó a imaginar el concepto, después de realizar los previos estudios de mercado, se optó por 4 tipos de prótesis, inspiradas en modelos del mercado.

- P.1:

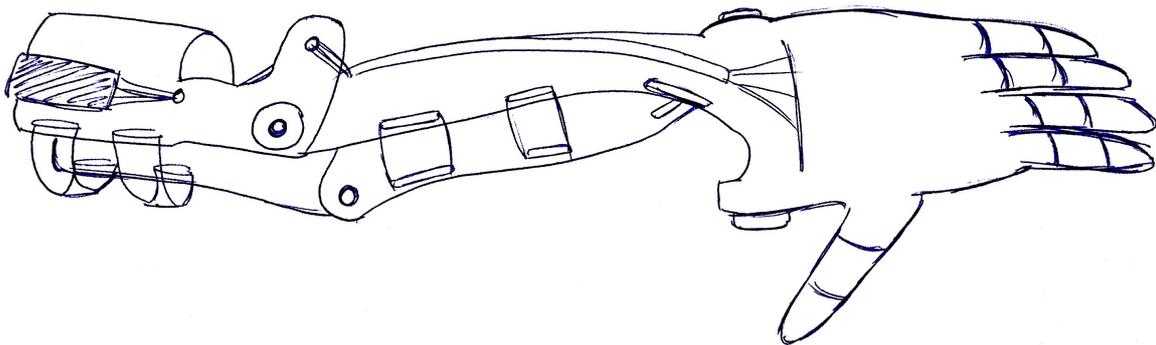


Fig.20. Ideación boceto 1

-P.3:

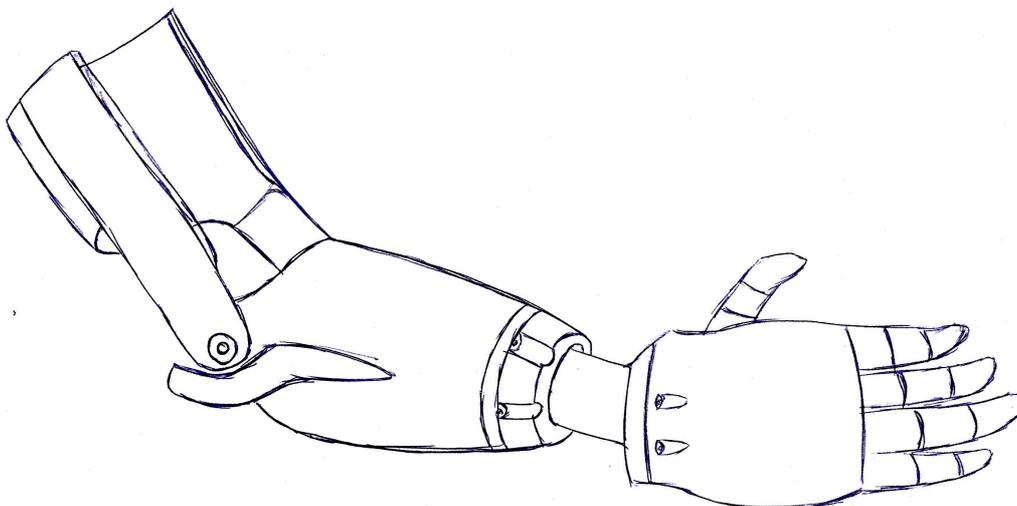


Fig.21. Ideación boceto 2

-P.4:

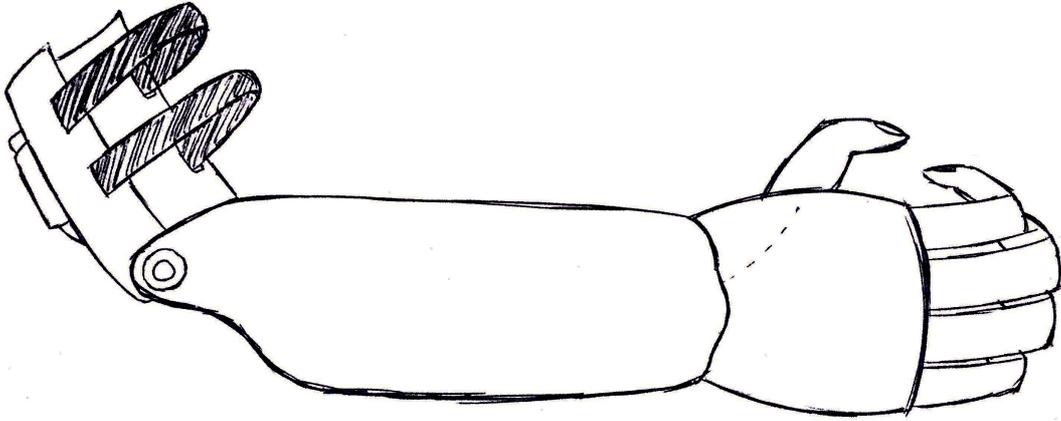


Fig.22. Ideación boceto 3

Se pueden observar las diferentes opciones que se plantearon para el acople de la prótesis al brazo. Se buscaba funcionalidad y resistencia a la vez que originalidad.

Uno de las soluciones planteadas fue el acople en modo encaje dentado, dado que todas las ranuras eran del mismo tamaño daba la posibilidad de hacer la sujeción a una distancia u otra. Se descartó porque a la hora de imprimir podían surgir muchos problemas como que unas partes dilatasen mas que otras y no acoplase.

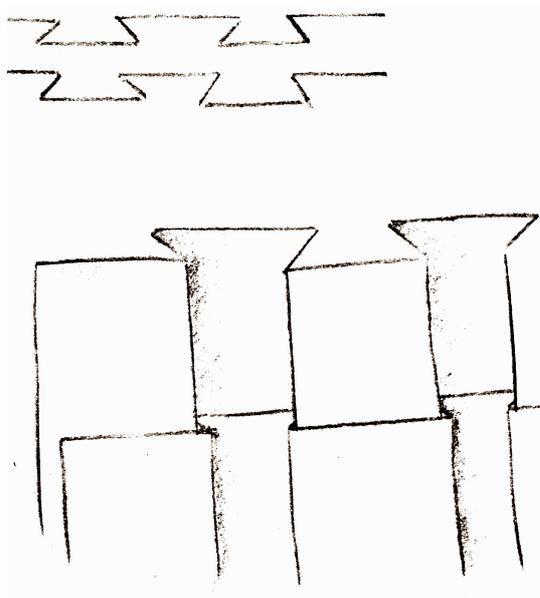
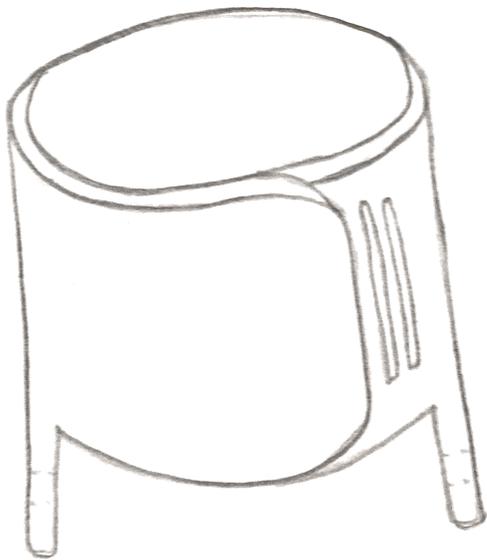
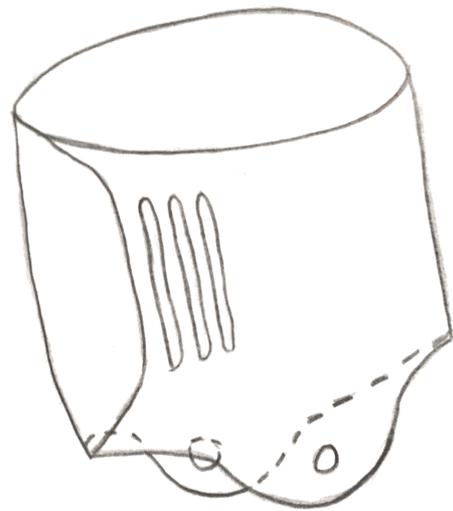


Fig.23. Propuesta ajuste 1

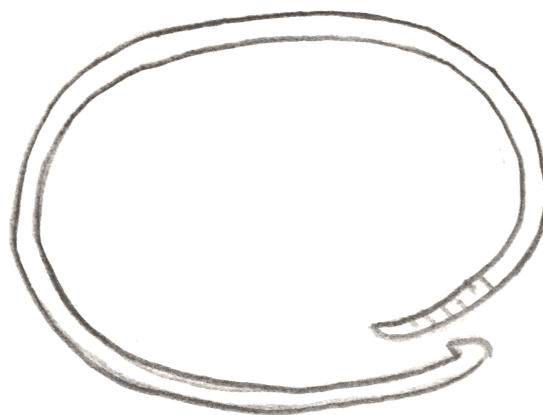
Otra de las soluciones estaba basada en las correas de algunos relojes, se trataba de que en una de las partes hubiese ranuras y en la otra un “gancho” que se introdujese creando la sujeción. Se descartó porque además de ser poco fiable si se realizan movimientos bruscos, en la parte inferior de la prótesis no era funcional.



*Fig.24. Propuesta ajuste 2*



*Fig.25. Vista lateral propuesta ajuste 2*



*Fig.26. Vista planta propuesta ajuste 2*

Este método de ensamblaje está inspirado en el cierre de los ambientados ambientales. Se trataba de enroscar y encajar una parte en otra, pero uno de los inconvenientes al igual que en el método anterior era que había la posibilidad de que se desenchajara e incluso partiese fácilmente.

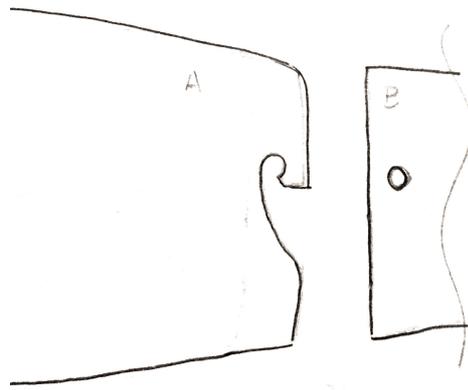


Fig.27. Propuesta ajuste 3

Finalmente se optó por un diseño que resulta una combinación de los anteriores, con un cierre magnético inspirado en la botella Closca. La sujeción y cierre aportarían confortabilidad y seguridad a la prótesis.



Fig.28. Inspiración ajuste Closca

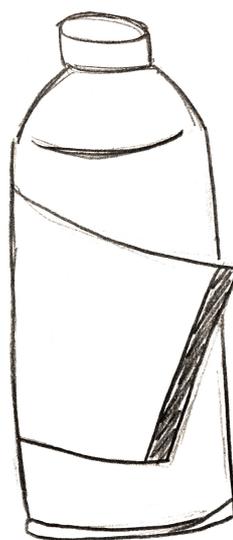


Fig.29. Boceto ajuste 3

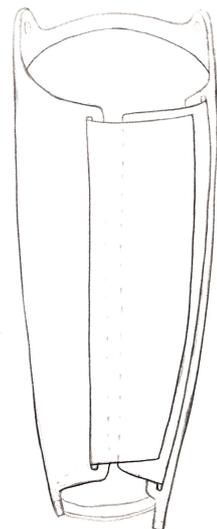
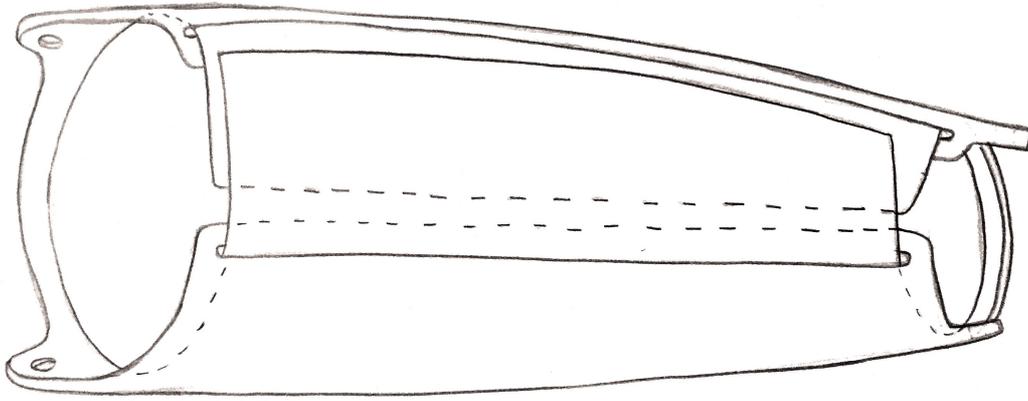
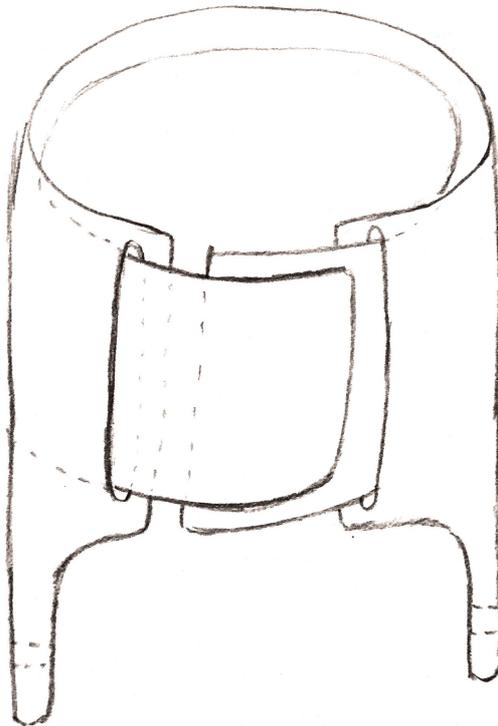


Fig.30. Propuesta ajuste 4

- P. 2:



*Fig.31. Ideación boceto 4*



*Fig.32. Ideación boceto 4. Parte superior*

## 7.2. JUSTIFICACION DE LAS SOLUCIONES ADOPTADAS ( VTP )

VTP					
NECESIDAD	IMPORTANCIA	P.1	P.2	P.3	P.4
Estabilidad y resistencia	10	7/70	9/90	9/90	8/80
Innovador	10	6/60	9/90	8/80	6/60
Acorde con la normativa	10	9/90	9/90	9/90	9/90
Para ambos sexos	9	10/90	10/90	10/90	10/90
Material de acople ergonomico	9	6/54	9/81	7/63	7/63
Sujeción ergonomica	9	6/54	9/81	7/63	6/54
Precio economico	9	8/72	8/72	8/72	8/72
Resistente a productos de limpieza	8	8/64	8/64	7/56	8/64
Vida útil	8	7/56	9/72	9/72	8/64
Resistencia a la intemperie	8	8/64	9/72	7/56	8/64
Atractivo a la venta	8	7/56	7/56	6/48	7/56
Dentro del rango de edad	8	10/80	10/80	10/80	10/80
No toxico	8	9/72	9/72	9/72	9/72
Ensamblaje seguro	8	7/56	8/64	9/72	9/72
Seguridad de manipulación	8	9/72	9/72	9/72	9/72
Ligero	8	9/72	7/56	6/48	8/64
Cantidad de material impreso	7	8/56	6/42	8/56	6/42
Reciclable	7	8/56	8/56	8/56	8/56
Mínimo esfuerzo	7	7/49	7/49	7/49	7/49
Unión y ensamblaje	7	7/49	8/56	8/56	7/49
Fácil de limpiar	7	6/42	8/56	7/49	7/49

VTP					
NECESIDAD	IMPORTANCIA	P.1	P.2	P.3	P.4
Modular	7	9/63	10/70	9/63	9/63
Recambios	6	8/48	8/48	7/42	8/48
Reposo	6	8/48	10/60	8/48	8/48
Daños sobre el producto	6	7/42	7 / 42	7/42	7/42
Disponibilidad cromatica	5	10/50	10/50	10/50	7/35
TOTAL	203	1585	1731	1635	1598
VTP		0.7807	0.8527	0.8054	0.7871

Tabla 2. Valores VTP

## 8. DISEÑO DEFINITIVO

El diseño elegido en base a la puntuación extraída en el VTP es el siguiente. Este se caracteriza por tener una estructura rígida impresa en 3D, y a su vez confortabilidad y diseño aportados por la parte de cuero que rodea el brazo. El cuero además lleva integrado el sistema de sujeción, haciendo que sea cómodo y totalmente acoplable a la forma del muñón de cada persona.

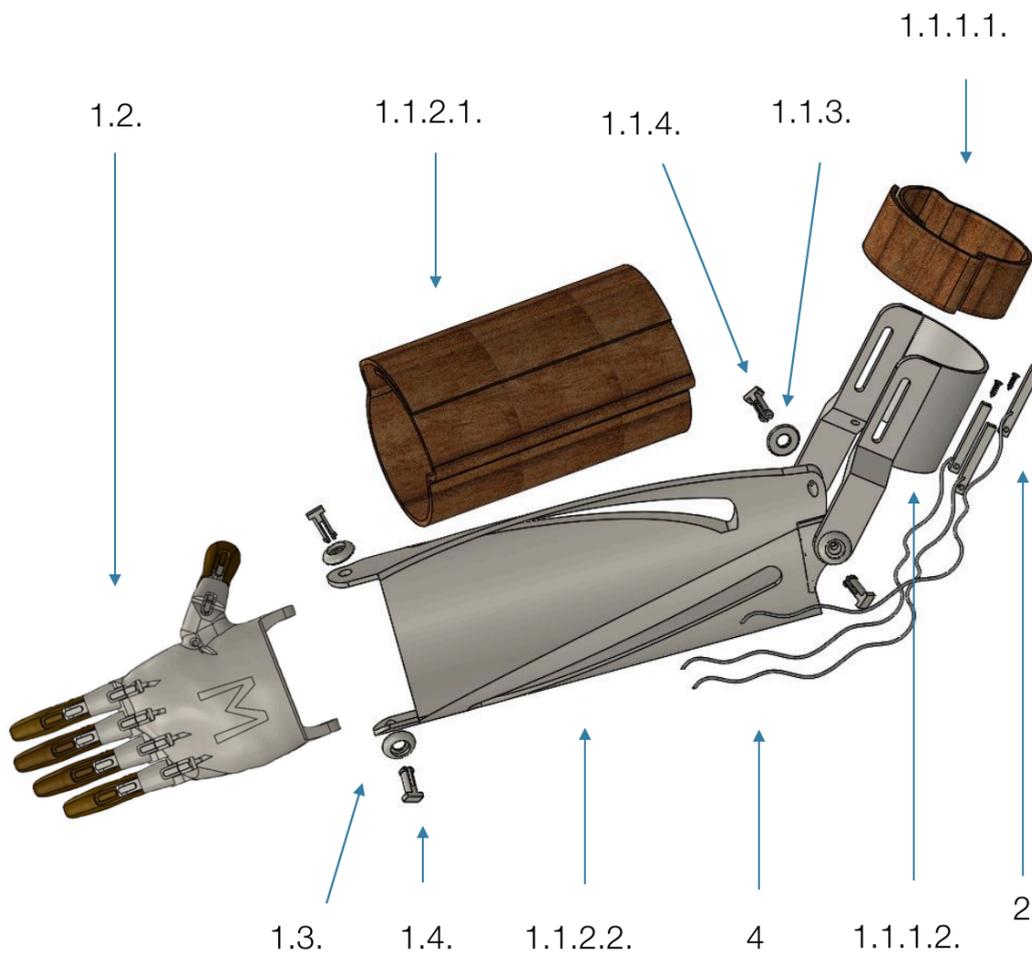


Fig.33. Explosionado propuesta

ELEMENTO	DENOMINACIÓN
1.2	Mano
1.1.2.1	Cuero parte inferior
1.1.4	Remache A
1.1.3	Sujeción remache A
1.1.1.1	Cuero parte superior
2	Regulador de hilos
1.1.1.2	Estructura parte superior
4	Hilos
1.1.2.2	Estructura parte inferior
1.4	Remache B
1.3	Sujeción remache B

*Tabla 3. Elementos explosionado*

A continuación se especifican los materiales elegidos para cada componente. [22]

Para empezar se va a hablar de una de las piezas clave de la prótesis, el regulador de hilos. Es un conjunto de 3 piezas situadas en la parte superior de la prótesis. Estas piezas tienen una forma rectangular simple con un par de agujeros cada una; uno que atraviesa la pieza y por dónde se pasará el hilo, y otro con una profundidad definida donde se roscará el tornillo para dar tensión al hilo. El agujero por el que pasará el hilo nos permite utilizar un solo hilo para dos dedos de manera que es más fácil y manejable el ajuste de estos. Además de esto, se reduce el número de complementos y el espacio de uso, ya que si utilizásemos una pieza para cada hilo necesitaríamos 5 en vez de 3 y más espacio donde colocar estas piezas.

Su función es permitir el movimiento de los dedos acorde con el de los brazos, cuanto más se aprieten los tornillos más tensos estarán los hilos y se necesitará un menos movimiento del brazo para reproducir el movimiento en los dedos.

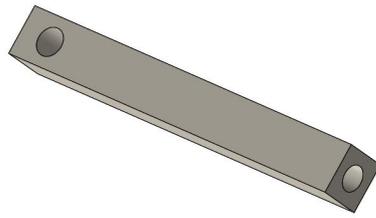


Fig.34. Regulador de hilos

Seguidamente se hablará de la mano. En este proyecto no se contempla el rediseño de una nueva mano dado que la gran mayoría de prótesis, y a su vez las más utilizadas, hacen uso de la misma mano, un diseño común y lo que es mas importante, funcional ,accesible a todo el mundo. Esta mano puede ser fabricada por el mismo usuario mediante la descarga previa en webs como Enabling the future o bien se puede comprar por ejemplo en la web mencionada antes, para ambos casos solo se necesitarían las medidas de la prótesis a la que se vaya a utilizar.

Al igual que la mano, en caso de rotura de cualquier parte de los dedos se puede comprar, en conjunto o por piezas.

El paquete general incluiría la estructura de la mano, dos piezas por cada dedo haciendo un total de 10 piezas, las gomas de union de los dedos y los remaches junto con las sujeciones de estos. Al adquirir el conjunto de la mano, se incluye también la opción de comprar los accesorios, estos pueden ser fundas con relieve para las puntas de los dedos, recambios, más gomas de unión de los dedos, hilos, etc; todo ello depende del usuario.

La mano que se ve a continuación es un modelo personalizado para la ocasión.

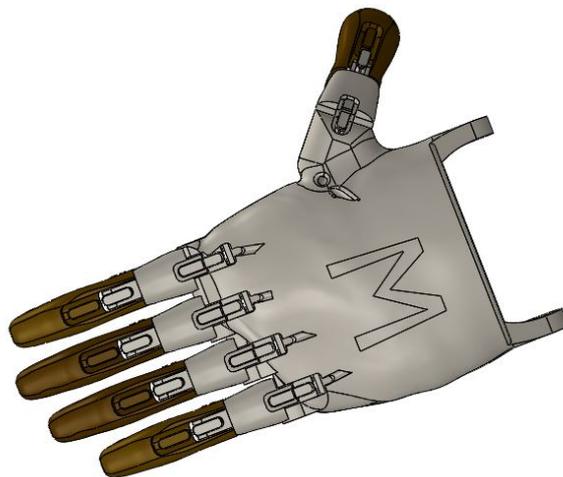


Fig.35. Mano

Para el método de unión de las dos partes de las prótesis se hace uso de remaches y sujeciones de remaches. Éstos están fabricados, al igual que la mayoría de componentes de prótesis mediante impresión 3D.

La mano también iría unida a la parte inferior de la prótesis con remaches, pero como hemos dicho antes, estos últimos vienen incluidos en el paquete de compra del conjunto de la mano.

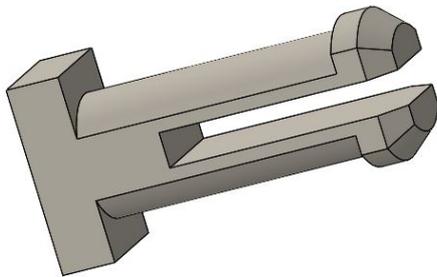


Fig.36. Remache



Fig.37. Sujeción remache

La siguiente pieza es la estructura superior de la prótesis que envuelve el bíceps. Esta pieza es la encargada de dar forma a la mitad de la prótesis. En ella se encuentra el soporte donde se introducen los reguladores de hilos, además gracias a su diseño el paso de los hilos hasta la zona de regulación es muy fácil y además segura, evitando la rotura, enredo o tensión equivocada de cualquiera de los hilos.

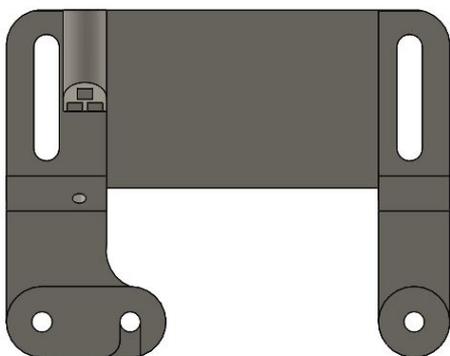


Fig.38. Parte superior estructura en plano

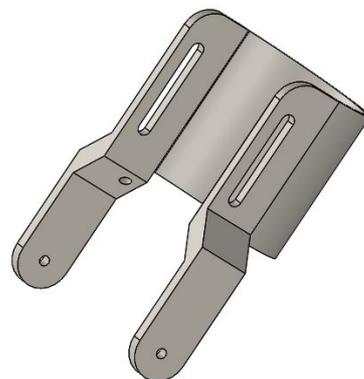


Fig.39. Parte superior estructura curvada

Seguidamente encontramos la estructura inferior de la prótesis. Esta recubre y da estructura a la zona que va desde el codo hasta la mano. Al igual que en el diseño de la parte superior de la prótesis se busca reducir la superficie de la estructura para así reducir tanto el peso como el material y tiempo de fabricación, sin perder efectividad.

Al igual que la parte superior, esta parte también incluye un paso para los hilos, para evitar cualquier tipo de problema con ellos.

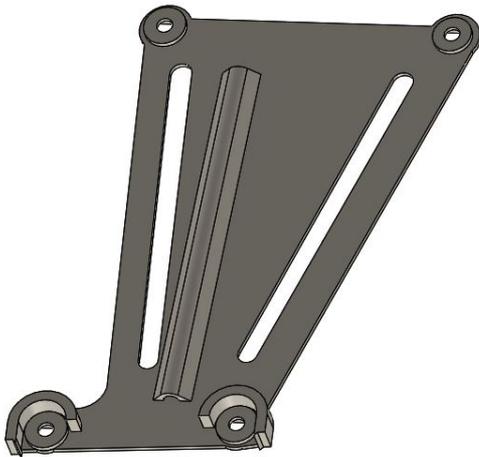


Fig.40. Parte inferior estructura en plano

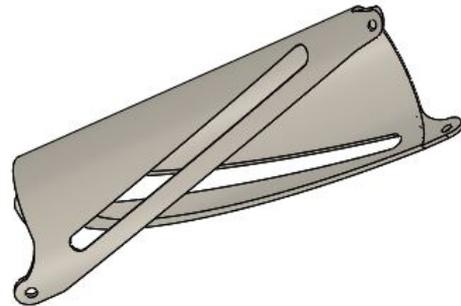
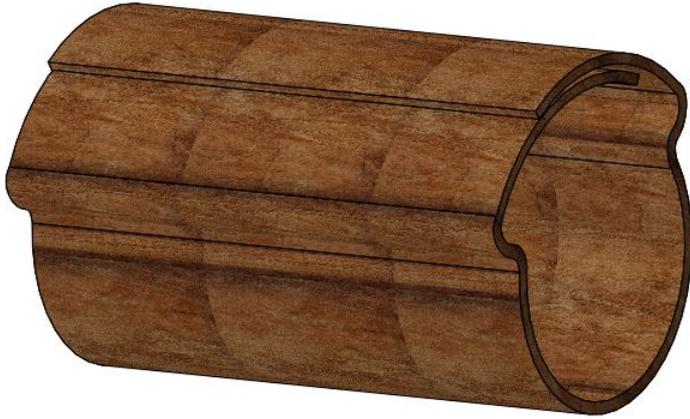


Fig.41. Parte inferior estructura curvada

Cómo se puede observar se juega con el encaje de las dos partes en la zona de unión, una sobre la otra, de manera que quede todavía más sujeto aun teniendo los remaches y la sujeción de ellos.

Se observan además en ambos diseños dos ranuras por las que pasan las piezas que otorgan comodidad y sujeción a la prótesis. En cada parte tiene unas medidas pero se conforman por lo mismo: dos laminas de cuero sintético que resulta más barato y ético; una lamina de espuma para que la prótesis sea más cómoda y llevadera; y por último imanes pequeños pero potentes, que aportan la sujeción y adaptabilidad necesaria para el acople de la prótesis a la forma de cada brazo.

Estas laminas conforman el cuerpo de la prótesis y su finalidad principal es aportar comodidad al usuario, cabe recordar que estamos hablando de un objeto de uso diario y este es uno de los aspectos mas importantes.



*Fig.42. Cuero parte inferior*



*Fig.43. Cuero y estructura inferior*



*Fig.44. Cuero parte superior*



*Fig.45. Cuero y estructura superior*

Los imanes a los que se hace referencia anteriormente, están caracterizados por tener una magnetización de N45 y una estructura que facilita el cosido, ya que el imán tiene forma de disco pero esta recubierto por un plástico cuadrado que marca los límites de la costura para que al coser con maquina no haya problemas con la magnetización.



*Fig.46. Tira de imanes*

Cuando las piezas ya están preparadas, se procede a explicar la unión entre cada una de ellas.

1º La espuma se pega a uno de las partes del cuero. Se recomienda utilizar pegamento textil ya que el cuero es sintético y la parte no vista es tela.

2º Se cosen los imanes y se pega la otra parte del cuero. Una vez pegado todo se cose también el perfil de la pieza para dar mayor consistencia.

3º Se une a la estructura de la prótesis sin ningún tipo de producto, solamente con la geometría de las piezas consigue la sujeción necesaria.

4º Se repiten todos los pasos anteriores en el subconjunto de cuero de la parte superior de la prótesis.

5º Se procede a ensamblarlas entre sí las dos partes de la prótesis y la mano mediante el encaje de sus partes y el uso de los remaches y los soportes de remache.

6º Se pasan los hilos desde la base de la mano por el conducto de la parte inferior de la prótesis y posteriormente por la ranura posicionadora y agujero de la parte superior de la prótesis.

7º Se pasan los hilos por los reguladores de hilo.

8º Se posicionan los reguladores de hilo y se rosca el tornillo para tensar al gusto.

Algunos se indican con anterioridad pero todos los materiales elegidos para la solución final se definen a continuación.

Para la mayoría de piezas de esta prótesis ( parte superior e inferior, regulador de hilo, remaches y sujeción de remache) se ha utilizado el PLA, también conocido como ácido poliláctico [22] . Éste es uno de los plásticos más comunes en la impresión 3D, ya que tiene la suficiente rigidez y unas buenas características para una adecuada impresión 3D además de ser un polímero biodegradable y reciclable. ( Más información en el Anexo 4)

Al igual que la mayoría de los materiales utilizados para la impresión 3D, el PLA también tiene una amplia variedad de colores, además de combinaciones estructurales de lo más originales como pueden ser el filamento de PLA con 70% de fibra de madera. De esta manera se permite al usuario variar al gusto la estética de la prótesis.



*Fig.47. Bobinas de colores PLA*



*Fig.48. Bobina PLA con fibras de madera*

Inicialmente se propuso la idea de imprimir con ABS pero finalmente se decantó por el PLA. La mayor facilidad de impresión debida a su capacidad de impresión en temperaturas más bajas que el ABS y la no necesidad de adherirse a una plataforma de impresión a temperatura de extrusión de entre 190-200°C. En cuanto a la precisión ambos materiales están al mismo nivel. Pero el ABS resulta más problemático a la hora

de imprimir detalles pequeños, contando que además la pieza sufre mayores deformaciones y grietas.

PLA ( ÁCIDO POLILÁCTICO )	
Impresión 3D	Facil impresión, detalles con calidad y acabado suave.
Características	Polímero termoplástico rigido y duro. Simple de utilizar, biodegradable y económico.

*Tabla 3. Características PLA*

Otra de las partes más características de esta prótesis es la parte del recubrimiento del brazo del usuario, el cuerpo de la prótesis. Esta parte, como mencionado anteriormente, se compone de dos subpartes, la superior y la inferior, pero ambas con la misma estructura.

Esta formada en su casi totalidad por cuero. Se escoge la utilización de cuero sintético en vez de cuero animal por muchas razones, estas son las principales:

- Este proyecto se enfoca en la fabricación de una prótesis de bajo coste y con la cantidad de cuero que se va a utilizar para la fabricación, el presupuesto se incrementa mucho si no se habla de cuero sintético.
- Por razones éticas y morales, partiendo de que cada vez hay más personas que no están a favor de la utilización de pieles animales. Con este diseño de prótesis se pretende llegar a la mayor cantidad de usuarios finales posibles.

Es cierto que el cuero animal tiene algunas ventajas que resultan interesantes para este diseño como la duración, que es mucho mayor que el cuero sintético, pero aun así este último puede llegar a durar incluso 7 años si se conserva en buenas condiciones y se cuida. Además al resultar más barato, una vez se desee restituir la parte del cuero, no habría problemas en fabricar otra. Dando incluso la opción al usuario de escoger el color o estampado del cuero.



*Fig.49. Cuero de diferentes tonalidades*



*Fig.50. Cuero de diferentes texturas*

Se ha hablado anteriormente de un relleno en la zona del cuerpo, entre las dos laminas de cuero, que aporta comodidad al usuario. Para ello se va a utilizar una lamina de gomaespuma. Para este tipo de producto también hay una amplia gama de colores pero dado que en este proyecto esta en una parte no vista, el color no es importante, se utilizará el color más barato.



*Fig.51. Gomaespuma*

Por último para proporcionar la sujeción de la prótesis se hace uso de imanes, como mencionado anteriormente, se trata de discos magnéticos plastificados en una funda de

plástico cuadrada ( 18 x 2 mm ) con una fuerza de sujeción de casi 2 kg por unidad. Se pueden coser en prendas de ropa o exponerlos a entornos húmedos sin que se oxiden.

Gracias a la funda de plástico, los imanes se pueden coser más fácilmente, aunque siempre se recomienda hacerlo manualmente, ya que así se evita cualquier posible problema.



Fig.52. Imán

#### Especificaciones técnicas

Cód. artículo	M-SEW-03
EAN	7640155433945
Material	NdFeB
Fza. sujec.	aprox. 1,9 kg (aprox. 18,6 N)
Forma	Disco
Diámetro	18 mm
Alto	2 mm
Longitud lateral de funda de PVC	35 mm
Revestimiento	Cinc (Zn)
Magnetización	N45
Peso	4 g

[Ficha técnica en PDF](#)

Tabla 4. Especificaciones técnicas imán

## 9. VIABILIDAD TÉCNICA

Gran parte de este producto se va a fabricar inicialmente mediante impresión 3D. Dejando viable por otro lado la opción de la fabricación, de gran parte del producto, mediante inyección. Hablamos de la fabricación en serie del producto en el caso de que se popularizara y la demanda aumentase considerablemente.

Dado que es un producto nuevo en el mercado, la apuesta más económica en estos momentos es la impresión 3D, opción que nos permite realizar cualquier cambio o modificación antes de la impresión. Incluso si una vez impreso el resultado no es exactamente el deseado, gracias a que es una opción bastante económica, cabe la posibilidad de realizar los cambios necesarios y volver a imprimir la pieza. Otra posibilidad de la impresión 3D es que se puede adaptar cada diseño al gusto del consumidor, para hacerlo lo mas ergonómico y estético posible.

### 9.1. ANALISIS DE FABRICACIÓN

Se procede a definir el proceso de fabricación de cada pieza, explicando el porqué se ha elegido y las diferencias frente a otros.

#### 9.1.1. Estructura superior e inferior

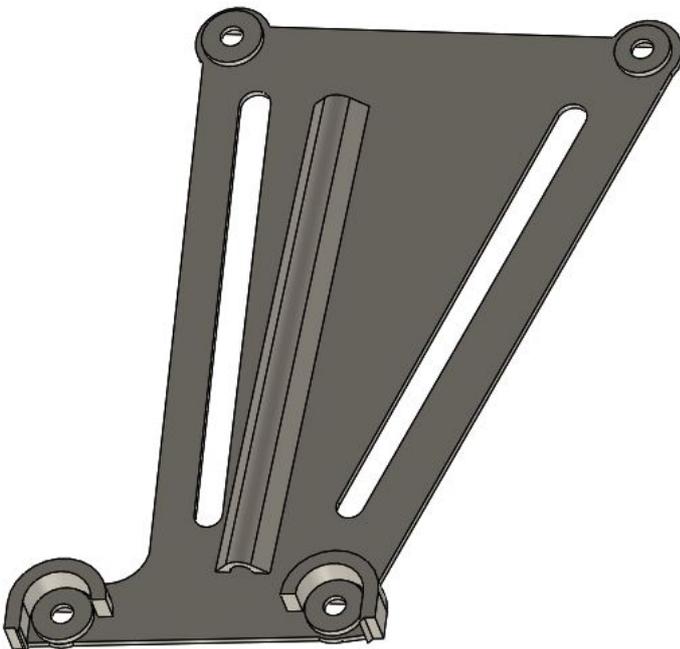
Estas piezas se fabricarán mediante impresión 3D, como mencionado en apartados anteriores, esto permitirá al usuario poder personalizar la prótesis tanto como quiera. Ya no se habla solo del color o del tipo de material, también de hacer versiones diferentes del diseño propuesto e incluso acoplarlo a todo tipo de cuerpos.

Además se opta por la impresión 3D porque es uno de los métodos más económicos, accesibles y fáciles para este tipo de producto.

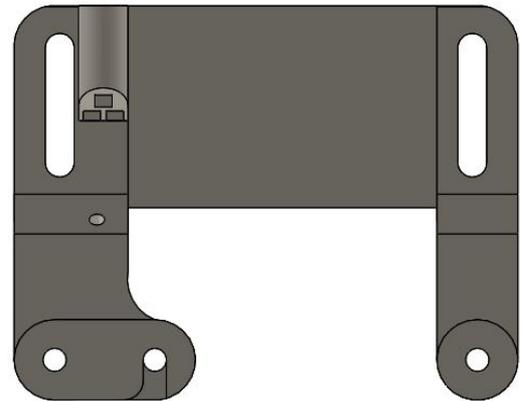
Se analizó también la posibilidad de realizarlo mediante inyección ( como se ha comentado en apartados anteriores ) pero de este modo el diseño dejaría de ser personalizable para cada usuario y además los costes serían mucho mas elevados; en este caso el método de inyección sólo serviría para hacer una gran cantidad de prótesis y contemplando una fabricación en serie.

Dado que este proyecto se centra, entre otras cosas, en facilitar lo máximo posible el proceso de fabricación y uso de la prótesis, la estructura superior al igual que la inferior, se diseña para una impresión en plano y un posterior retrabajo.

Consiste en imprimir la pieza de la manera más llana posible, de modo que el proceso de inyección sea rápido y eficaz. Que todos los puntos de la pieza queden bien impresos y con una estructura lo mas estable posible.



*Fig.53. Estructura inferior en plano*



*Fig.54. Estructura superior en plano*

Posterior a la impresión se deberá curvar la pieza, en el caso de la parte inferior bastaría con un rulo de cocina y para la superior se utilizaría un útil que ha sido expresamente diseñado para ello. Éste reproduce la forma del brazo utilizando poco material a la hora de la impresión. Se trata de sumergir en agua caliente la parte superior de la prótesis durante 15 segundos, extraerla y colocarla de inmediato sobre el útil. De este modo estará lo suficientemente caliente para acoplarse a la forma pero no demasiado evitando así que quede pegado al útil.

Como podemos observar en la imagen, el útil lleva también una zona donde situar los extremos por los que se ensamblara la pieza superior con la inferior, para así asegurar la correcta posición de estos.

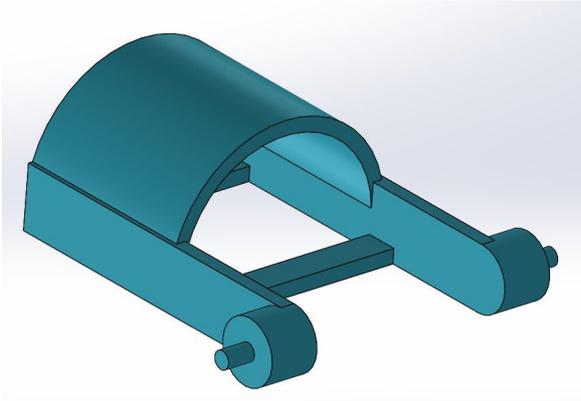


Fig.55. Útil para curvar vista A

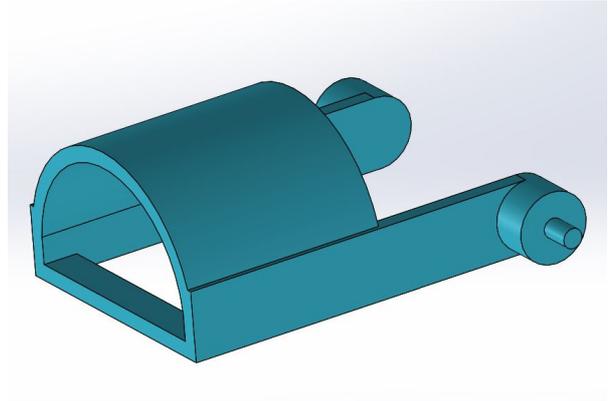


Fig.56. Útil para curvar vista B

Como mencionado, para la inferior no haría falta un útil ya que solo se le tendría que dar un poco la forma cilíndrica, mediante cualquier utensilio como pueden ser botellas o rodillos de amasar, y rápidamente extraerlo y girarlo en la posición adecuada. En próximos apartados se explican detalladamente los pasos a seguir.

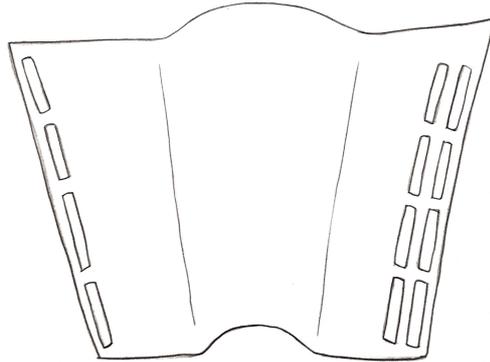
### 9.1.2. Acople al cuerpo superior e inferior.

Ambas partes, el acople del cuerpo superior e inferior siguen la misma estructura de fabricación.

Se trata de una segunda piel, el contacto entre la estructura de la prótesis y el brazo. Esta pieza esta compuesta por 3 materiales, cuero sintético, gomaespuma e imanes.

Lo primero es cortar el cuero, a la medida indicada en los planos, mediante una plantilla. Se cortarán 2 laminas del mismo tamaño. Una vez tenemos las dos laminas de cuero, se procede a cortar otra lamina de gomaespuma con un tamaño un poco más reducido ( indicado también en los planos ).

Una vez están colocados y pegadas una de las laminas de cuero y la gomaespuma, se procederá a coser y de este modo fijar los imanes en el sitio que les corresponde. Una vez cosidos, se pegaría la segunda capa de cuero y se cosería el perímetro de la pieza para así dar más consistencia y robustez al conjunto.



*Fig.57. Boceto resultado cuero inferior*



*Fig.58. Cuero parte inferior*



*Fig.59. Gomaespuma parte inferior*



*Fig.60. Cuero parte superior*



*Fig.61. Gomaespuma parte superior*

### 9.1.3. Ajuste.

El método de ajuste de esta prótesis es algo novedoso. Está inspirado en la botella Closca y se caracteriza por la utilización de imanes.

Des este modo se podrá adaptar a la estructura de cada persona de manera cómoda y discreta. Este método de sujeción nos permite adaptar la prótesis al paciente en el caso de sufrir alguna variación volumétrica, dada por cambios de peso, inflamaciones, crecimiento del usuario, etc; pudiendo valer una misma prótesis para diferentes tipos de brazo o usuario. Así quedaría una vez unidas las dos partes:

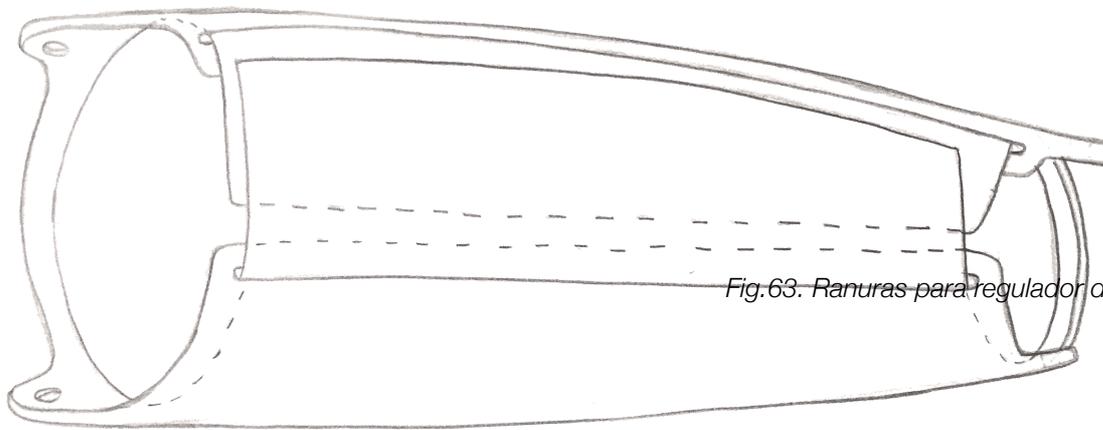


Fig.62. Boceto ajuste final

Fig.63. Ranuras para regulador de hilo

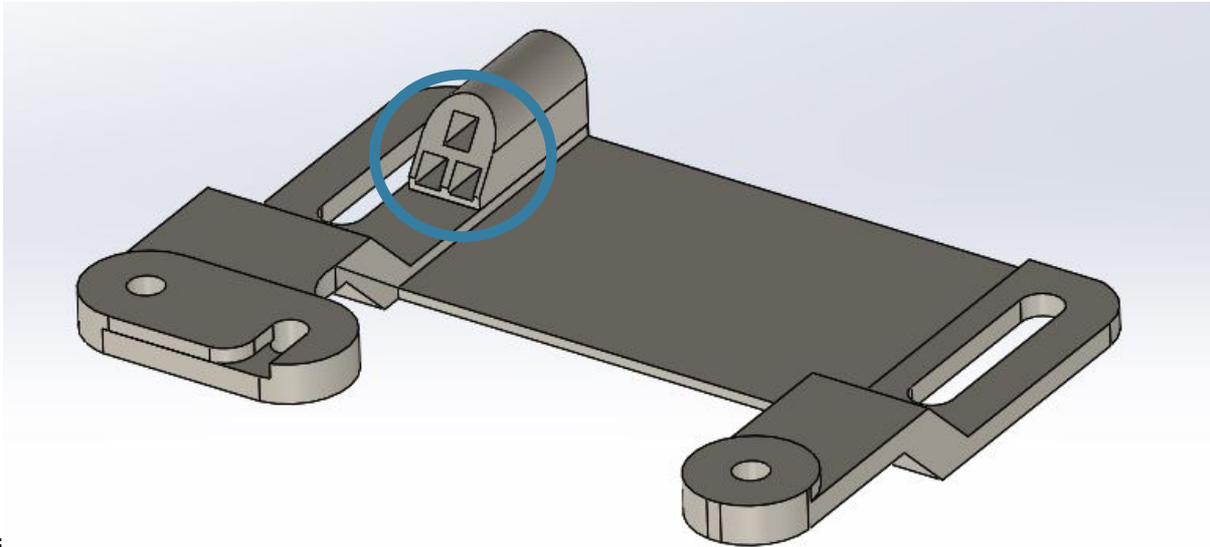
Se analizaron muchos métodos de ajuste en el apartado de “Análisis de soluciones”, algunos de ellos fueron la superposición de los dos extremos, sujeción a modo de gancho inspirado en las correas de algunos relojes, correas de belcro, etc. Pero finalmente se optó por el método de los imanes porque además de aportar comodidad al uso diario, es un método con facilidad de ajuste y gran resistencia.

## 9.2. ANALISIS DEL FUNCIONAMIENTO.

Para el correcto funcionamiento de esta prótesis necesitamos que el usuario pueda doblar el muñón al igual que lo haría una persona con el brazo completamente desarrollado.

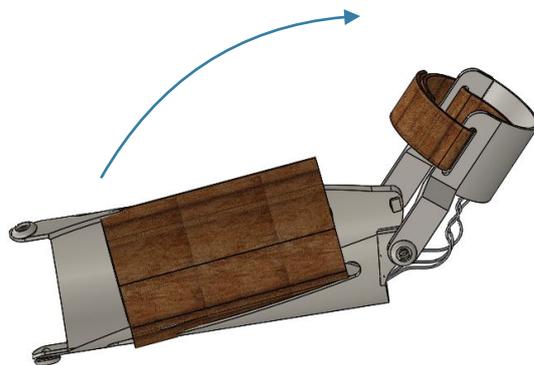
La mecánica de la prótesis se basa en una estructura de alambres o hilos que van unidos a los dedos de la mano, pasando por la parte inferior de la prótesis, posteriormente por las ranuras de la parte superior y al regulador de hilo, que irá unido a

su vez mediante un tornillo a las ranuras que hay en la parte superior de la prótesis. Como se muestra en la figura.



Si se tensarán haciendo que los dedos se cierren. Por lo contrario, si estiramos el brazo, los hilos vuelven a su posición de reposo y la mano queda con los dedos totalmente relajados y estirados.

De este modo para coger un objeto, como podría ser un vaso de agua para beber, se tendría que acercar el brazo estirado al objeto, en este caso el vaso, e ir doblando el brazo poco a poco acercando este hasta la boca.



*Fig.64. Movimiento para cerrar los dedos*

Cabe la posibilidad de poder darle mas o menos sensibilidad al hecho de doblar el brazo, que doble mas pronto o menos; del mismo modo que se puede configurar cada dedo por

si queremos que uno de ellos quede más tenso o relajado. Estas configuraciones se realizarán en la parte superior de la prótesis tensando los hilos mediante el apriete de los tornillos con cada regulador de hilo , ajustando la posición de los hilos a la deseada.

FUNCIONAMIENTO		
PASOS	MATERIAL	PROCESO
1°	Hilo de pescar	Pasar los hilos desde la base de la mano por los conductos hasta los reguladores de hilos en la parte superior de la prótesis, pasando por la inferior.
2°	Destornillador	Atornillar muy suavemente los reguladores de hilos en su ranura correspondiente en la parte superior de la prótesis
3°	Destornillador	Estirar el brazo en posición natural y atornillar con el destornillador apretar los tornillos a los reguladores hasta que los hilos queden tensos
4°	-	Comprobar la funcionalidad. Al acercar el brazo al cuerpo o flexionar el muñon deben cerrarse los dedos.
5°	-	Si el resultado no es el deseado volver al paso 3 y ajustar de nuevo los hilos.

Tabla 5. Pasos para regular los hilos

## 10. ANALISIS ESTRUCTURAL

Seguidamente se encuentra el análisis estructural realizado a la parte que más soporta la prótesis. Para poder realizarlo, se ha medido con un dinamómetro la fuerza necesaria de cierre que se le aplicaría a la prótesis, una estimación de 20 N.

Este análisis se ha realizado para comprobar que la prótesis no rompiera al realizar la fuerza necesaria a la hora de cerrar y acoplar la prótesis correctamente.

Se realiza el análisis sobre la pieza aplicando como se ha comentado anteriormente, una fuerza de 20 N y poniendo en el extremo opuesto de la prótesis una fijación.

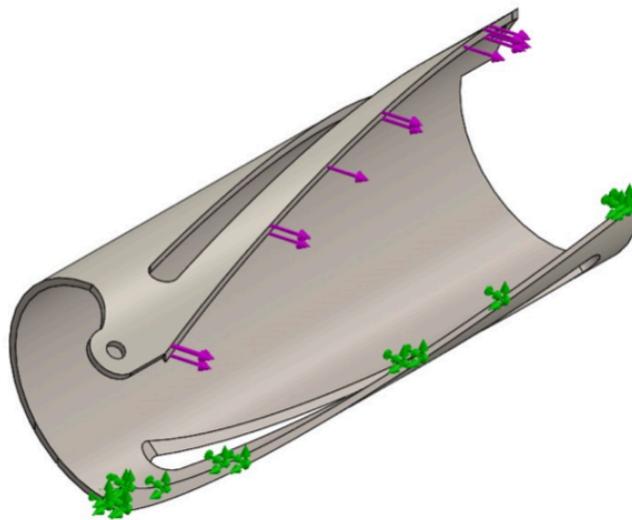


Fig.65. Análisis estructural fuerzas

Se ha elegido el PLA como material de fabricación por lo que uno de los datos más importantes a tener en cuenta es que el análisis de la Tensión de Von Mises no sobrepase el límite elástico del PLA, 30 MPa ( $3 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ ).

Con 20 N de fuerza aplicada, los resultados son los siguientes:

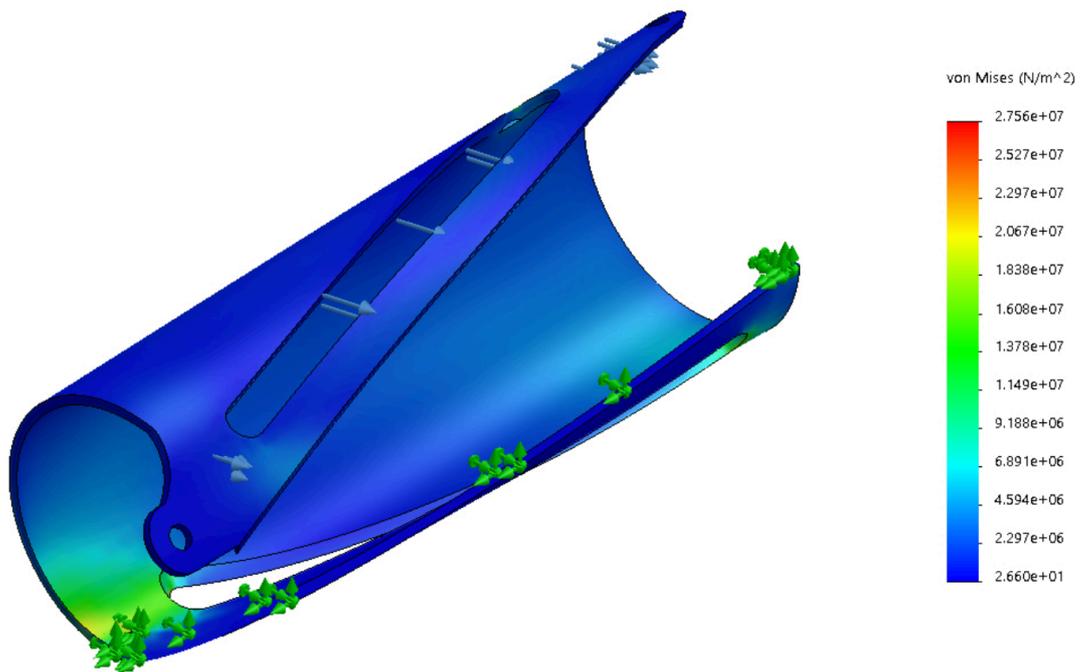


Fig.66. Análisis tensión de Von Mises

Cómo se puede observar la tensión máxima es de  $2,75e7$  por lo que no supera el límite elástico del PLA. Se entiende que los resultados son correctos y que la prótesis es viable.

## 11. CONCLUSIONES

Después de llegar hasta este punto y analizar todos los puntos anteriormente mencionados, se prevé que inicialmente este proyecto es viable.

Se han analizado las necesidades principales, enfocándose sobretodo en lo que se creía más importante, la ergonomía y el precio del producto final. También se han analizado el público objetivo y la normativa, que son uno de los puntos más determinantes.

Se empezó a rediseñar y a crear nuevas visiones relacionadas con las prótesis de brazo, ampliando los límites de la imaginación y tratando de adaptar ajustes inspirados en otros productos a este en concreto.

Finalmente se optó por un diseño discreto y sencillo, en la línea de lo ya existente en el mercado pero dándole unos toques personales. El ajuste final, como anteriormente mencionado, está basado en el cierre de una botella de diseño muy conocido. Según el análisis estructural, este sería un método de ajuste viable, pero no se ha podido comprobar mediante un prototipo final.

Una de las cosas más llamativas de este tipo de prótesis es la amplia variabilidad de combinaciones de materiales, texturas y detalles que se pueden realizar. Normalmente las prótesis o productos ortopédicos tienen colores y diseños muy neutrales, por lo que dejar que cada usuario exprese su personalidad a través del diseño de su prótesis es un punto clave. Al ser un diseño impreso por 3D se puede personalizar tanto como se quiera. A esto hay que añadirle que dado que el ajuste está hecho de polipiel, un material económico, un único usuario pueden fabricar o comprar varios modelos de ajuste, con diferentes colores, texturas etc, para las diferentes ocasiones.

Cabe destacar que uno de los datos más importantes que se extrajeron de la entrevista con Guillermo fue que la mayoría de usuarios de las prótesis de bajo coste, se ven en la situación de dejar de utilizarla durante unos días porque el tipo de ajuste utilizado crea llagas en el muñón y brazo. El tipo de ajuste utilizado para este proyecto, está enfocado en esto, en evitar la formación de llagas y hacer que el usuario esté lo más cómodo posible.

Hay algunos puntos con posibles mejoras, de manera que se pueda ampliar el tiempo de vida útil del producto, reducir el tiempo de fabricación de la prótesis o reducir el precio. Al igual que, este proyecto esta enfocado en personas con codo y muñón, pero con un par de cambios podría ampliar la comunidad de usuario adaptándose a aquellos que no tienen codo.

### 11.1. Lineas Futuras

Este trabajo es el punto de partida o primera fase de esta prótesis que puede seguir trabajándose por ejemplo en versatilidad, para que el producto sea adaptable a otras necesidades, etc.

El proyecto pretende cubrir la fase del diseño conceptual. No contempla la parte de fabricación de la mano dado que es un objeto estándar del mercado.

Además en este proyecto no se contempla tampoco un plan de marketing dado que es un producto personalizado y no para fabricación en serie y posterior venta al por mayor.

Este producto se pretende que sea versátil, además de servir para las personas con estas características se podría adaptar para otras circunstancias o problemáticas, como por ejemplo, realizando un par de cambios podría servir también a aquellos que no tienen codo. En este proyecto no incluiremos esta segunda solución, pero sí haremos referencia a esta idea en el apartado de “Conclusiones”.

# BIBLIOGRAFIA

## BIBLIOGRAFIA MEMORIA

### HISTORIA DE LAS PROTESIS

[1] RED HISTORIA <<https://redhistoria.com/protesis-de-dedos-de-pie-egipcios-son-las-mas-antiguas-del-mundo/>> [ Consultado el 8 de Febrero de 2019 ]

[2] EL MUNDO <<https://www.elmundo.es/elmundo/2007/07/27/ciencia/1185518042.html>> [ Consultado el 8 de Febrero de 2019 ]

[3] UI HEALTH CARE <<http://www.uihealthcare.com/depts/medmuseum/wallexhibits/body/histofpros/histofpros.html>> [ Consultado el 8 de Febrero de 2019 ]

[4] AMPUTEE COALITION <<https://www.amputee-coalition.org/resources/spanish-history-prosthetics/>> [ Consultado el 8 de Febrero de 2019 ]

[5] TRATAMIENTO Y ENFERMEDADES <<https://tratamientoyenfermedades.com/historia-de-las-protesis/>> [ Consultado el 8 de Febrero de 2019 ]

[6] REVISTA UNAM MX <<http://www.revista.unam.mx/vol.6/num1/art01/art01-1c.htm>> [ Consultado el 8 de Febrero de 2019 ]

### EMPRESAS DEDICADAS A LA CREACION DE PROTESIS EN IMPRESIÓN 3D

#### - PROTESIS MECANICAS

[7] E-NABLING THE FUTURE <<http://enablingthefuture.org>> [ Consultado el 10 de Febrero de 2019 ]

[8] UNLIMITED TOMORROW <<https://www.unlimitedtomorrow.com>> [ Consultado el 10 de Febrero de 2019 ]

- PROTESIS MECANICAS CON ELECTRICIDAD

[9] OPEN BIONICS <<https://openbionics.com/hero-arm/>> [ Consultado el 13 de Febrero de 2019 ]

[10] BIONIC HAND <<https://bionico.org/cest-quoi/>> [ Consultado el 10 de Febrero de 2019 ]

[11] YOU BIONIC <<https://www.youbionic.com/press/>> [ Consultado el 13 de Febrero de 2019 ]

- PROTESIS NO MECANICAS

[12] LIMB FORGE <<https://www.limbforge.org>> [ Consultado el 11 de Febrero de 2019 ]

[13] EVAN KUESTER <<http://evan-kuester.squarespace.com>> [ Consultado el 11 de Febrero de 2019 ]

- PROTESIS DE OTRAS EXTREMIDADES

[14] UNYQ <<http://unyq.com/es/sobre-unyq/>> [ Consultado el 11 de Febrero de 2019 ]

[15] MECURIS < <https://www.mecuris.com/?lang=en>> [ Consultado el 11 de Febrero de 2019 ]

[16] HANDICAP INTERNATIONAL <<https://www.handicapinternational.be>> [ Consultado el 11 de Febrero de 2019 ]

## ESTUDIO DE MERCADO

[17] ENABLING THE FUTURE <<http://enablingthefuture.org>> [ Consultado el 11 de Febrero de 2019 ]

[18] ENABLING THE FUTURE < <http://enablingthefuture.org> > [ Consultado el 11 de Febrero de 2019 ]

[19] UNLIMITED TOMORROW <<https://www.unlimitedtomorrow.com>> [ Consultado el 11 de Febrero de 2019 ]

[20] AYUDAME 3D <<https://www.ayudame3d.com>> [ Consultado el 20 de Enero de 2019 ]

## NORMATIVA

[21] AENOR <[https://portal.aenormas.aenor.com/aenor/suscripciones/personal/pagina\\_per\\_buscador.asp](https://portal.aenormas.aenor.com/aenor/suscripciones/personal/pagina_per_buscador.asp)> [ Consultado el 1 de Marzo de 2019 ]

## DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

[21] RAE. REAL ACADEMIA ESPAÑOLA <<https://www.rae.es>> [ Consultado el 26 de Junio de 2019 ]

## MATERIALES

[22] SIMPLIFY 3D < [www.simplify3d.com/support/materials-guide/flexible/](http://www.simplify3d.com/support/materials-guide/flexible/) > [ Consultado el 6 de Marzo de 2019 ]

[23] ALL 3DP < <https://all3dp.com/es/1/filamento-3d-filamento-impresora-3d/> > [ Consultado el 7 de Marzo de 2019 ]

[24] 3D NATIVES < <https://www.3dnatives.com/es/plasticos-impresion-3d-22072015/> > [ Consultado el 7 de Marzo de 2019 ]

[25] CURTIRSE EN PIELES < <http://www.curtirseenpieles.com/cuero-sintetico-vs-cuero-natural/> > [ Consultado el 10 de Marzo de 2019 ]

[26] ESPECIALES AUTOCOSMOS. DIFERENCIAS ENTRE EL CUERO, CUERO NAPPA Y CUERO SINTETICO < <http://especiales.espanol.autocosmos.com/tipsyconsejos/noticias/2018/05/18/las-diferencias-entre-el-cuero-cuero-nappa-y-cuero-sintetico> > [ Consultado el 10 de Marzo de 2019 ]

[27] CURTIRSE EN PIELES < <http://especiales.espanol.autocosmos.com/tipsyconsejos/noticias/2018/05/18/las-diferencias-entre-el-cuero-cuero-nappa-y-cuero-sintetico> > [ Consultado el 10 de Marzo de 2019 ]

[28] SUPERMAGNETE < [https://www.supermagnete.es/coser-imaness/imaness-para-coser-18-x-2mm-cuadrado\\_M-SEW-03](https://www.supermagnete.es/coser-imaness/imaness-para-coser-18-x-2mm-cuadrado_M-SEW-03) > [ Consultado el 10 de Marzo de 2019 ]

[29] MODULOR. GOMAESPUMAS < <https://www.modulor.de/es/polyurethane-filter-foam-plant-foam-ppi-20-medium-pored-15-0-x-300-x-400-mm-oxid.html> > [ Consultado el 10 de Marzo de 2019 ]

## INDICE FIGURAS DE LA MEMORIA DESCRIPTIVA

Fig.1. Primeras prótesis.....	14
Fig.2. Prótesis de mano.....	14
Fig.3. Evolución de las prótesis .....	15
Fig.4. Logo Enabling the future.....	16
Fig.5. Logo Unlimited Tomorrow .....	17
Fig.6. Logo Open Bionics.....	17
Fig.7. Logo Bionic Hand.....	18
Fig.8. Logo You Bionic.....	18
Fig.9. Logo Limb Forge.....	19
Fig.10. Logo Evan Kuester.....	19
Fig.11. Logo UNYQ.....	20
Fig.12. Logo Mecuris.....	20
Fig.13. Logo Handicap International.....	21
Fig.14. Prótesis Osprey Hand.....	22
Fig.15. Prótesis Rit Arm .....	23
Fig.16. Prótesis Unlimited tomorrow.....	23
Fig.17. Prótesis Ayúdame 3D.....	24
Fig.18. Niño con muñón en dos extremidades .....	25
Fig.19. Niña con codo y muñón .....	25
Fig.20. Ideación boceto 1 .....	34
Fig.21. Ideación boceto 2 .....	34
Fig.22. Ideación boceto 3 .....	35
Fig.23. Propuesta ajuste 1.....	35

Fig.24. Propuesta ajuste 2 .....	36
Fig.25. Vista lateral propuesta ajuste 2.....	36
Fig.26. Vista planta propuesta ajuste 2.....	36
Fig.27. Propuesta ajuste 3 .....	37
Fig.28. Inspiración ajuste Closca .....	37
Fig.29. Boceto ajuste 3 .....	37
Fig.30. Propuesta ajuste 4 .....	37
Fig.31. Ideación boceto 4 .....	38
Fig.32. Ideación boceto 4. Parte superior .....	38
Fig.33. Explosionado propuesta.....	41
Fig.34. Regulador de hilos.....	43
Fig.35. Mano.....	43
Fig.36. Remache.....	44
Fig.37. Sujeción remache.....	44
Fig.38. Parte superior estructura en plano.....	44
Fig.39. Parte superior estructura curvada.....	44
Fig.40. Parte inferior estructura en plano.....	45
Fig.41. Parte inferior estructura curvada.....	45
Fig.42. Cuero parte inferior .....	46
Fig.43. Cuero y estructura inferior.....	46
Fig.44. Cuero parte superior .....	46
Fig.45. Cuero y estructura superio.....	46
Fig.46. Tira de imanes.....	47
Fig.47. Bobinas de colores PLA .....	48

Fig.48. Bobina PLA con fibras de madera.....	48
Fig.49. Cuero de diferentes tonalidades.....	50
Fig.50. Cuero de diferentes texturas .....	50
Fig.51. Gomaespuma .....	50
Fig.52. Imán .....	52
Fig.53. Estructura inferior en plano .....	53
Fig.54. Estructura superior en plano .....	53
Fig.55. Útil para curvar vista A.....	54
Fig.56. Útil para curvar vista B .....	54
Fig.57. Boceto resultado cuero inferior.....	55
Fig.58. Cuero parte inferior.....	55
Fig.59. Gomaespuma parte inferior .....	55
Fig.60. Cuero parte superior.....	55
Fig.61. Gomaespuma parte superior.....	55
Fig.62. Boceto ajuste final.....	56
Fig.63. Ranuras para regulador de hilo .....	57
Fig.64. Movimiento para cerrar los dedos.....	57

## INDICE TABLAS DEL PROYECTO

Tabla 1. Jerarquización de las necesidades.....	31
Tabla 2. Valores VTP.....	32
Tabla 3. Elementos explosionado .....	42
Tabla 4. Características PLA .....	49
Tabla 5. Especificaciones técnicas imán.....	51
Tabla 6. Pasos para regular los hilos.....	58

## INDICE FIGURAS DE ANEXOS

Fig.65. Niño con una de las prótesis de e-nable.....	74
Fig.66. Denis Schindler con sus propias prótesis.....	75
Fig.67. Movimiento extensión-flexión de mano.....	77
Fig.68. Movimientos de las articulaciones metacarpofalángicas.....	77
Fig.69. Movimientos de las articulaciones proximales .....	78
Fig.70. Movimientos de las articulaciones interfalángicas discales .....	78
Fig.71. Esquema de desmontaje .....	84
Fig. 72. Diagrama sistémico 1 .....	86
Fig. 73. Diagrama sistémico 2.....	86
Fig. 74. Diagrama sistémico 3.....	87
Fig. 75. Diagrama sistémico 4.....	87
Fig. 76. Diagrama sistémico 5.....	88
Fig. 77. Normativa 1.....	89
Fig. 78. Normativa 2.....	90
Fig. 79. Normativa 3.....	91
Fig. 80. Normativa 4.....	92
Fig. 81. Normativa 5.....	93
Fig. 82. Normativa 6.....	94
Fig. 83. Normativa 7.....	95
Fig. 84. Normativa 8.....	96

## INDICE TABLAS DEL ANEXO

Tabla 7. Propiedades polímeros impresión FFF o 3D.....	83
Tabla 8. Listado de elementos.....	85
Tabla 9. Presupuesto cuero.....	101
Tabla 10. Presupuesto estructura superior.....	102
Tabla 11. Presupuesto estructura inferior.....	102
Tabla 12. Presupuesto remaches y sujeción de remaches.....	103
Tabla 13. Presupuesto regulador de hilos.....	103
Tabla 14. Fabricación piezas impresión 3D.....	109
Tabla 15. Fabricación subconjunto cuero superior e inferior.....	111
Tabla 16. Fabricación estructura superior e inferior.....	116
Tabla 17. Ensamblaje estructura superior e inferior.....	117
Tabla 18. Funcionamiento de la prótesis.....	119

# ANEXOS

## ANEXO 1. ESTUDIO DE MERCADO

Desde la llegada de las impresoras 3D, que se inició hace más de 30 años, no han dejado de surgir mejoras, y uno de los sectores más beneficiados ha sido el sector médico y de ayudas técnicas. Este estudio se centra en las prótesis impresas en 3D, éstas ayudan a cada persona, con falta de alguna extremidad, a mejorar su vida de una manera más económica, fácil y rápida que antaño.

E-Nable, como comentado en apartados anteriores, esta es una de las organizaciones más conocidas. Iniciada en EEUU con el fin de reunir a fanáticos del diseño y la impresión 3D que quisieran crear una serie de modelos de prótesis con accesibilidad gratuita para todo tipo de personas. Cada día son más las personas que contactan con esta organización ya sea para diseñar, fabricar o pedir una prótesis.



*Fig.65. Niño con una de las prótesis de e-nable*

Denis Schindler, es una conocida ciclista alemana, que ha creado junto con una compañía de diseño 3D una prótesis de pierna. Esta ciclista alemana perdió una de sus

piernas a una edad muy temprana, pero aún así ha conseguido llegar a ser ciclista y ganar una medalla de plata en los Juegos Paralímpicos de Río.

Para crear la prótesis, se escaneó la pierna que sí tenía y también la parte del muñón de la otra pierna. La compañía Autodesk en base a los datos obtenidos con el escaneo, creó una réplica de lo que habría podido ser su pierna. Con ello consiguió una prótesis mucho más barata y adecuada al tipo de deporte que se fuera a realizar.



*Fig.66. Denis Schindler con sus propias prótesis*

Además de las prótesis para personas que han perdido alguna de sus extremidades, total o parcialmente, también existen empresas dedicadas a realizar prótesis que faciliten la vida de una persona con sus completas extremidades.

En este caso se habla de Third Thumb, un pulgar “añadido” que mejora las habilidades de una persona con una mano completa. Se enfoca en aportar un mayor poder a la propia mano, está también fabricado en 3D y alimentado por servomotores y baterías. Una curiosidad es que el control se proporciona desde otra de sus extremidades, los

pies, con sensores bajo los dedos que envían la información al pulgar extra mediante Bluetooth.

En este caso , el creador pretende sensibilizar y concienciar a la gente de que las prótesis no siempre deben verse cómo reemplazo para alguna parte del cuerpo, sino como una extensión que facilita el día a día.

## ANEXO 2. ESTUDIO DE LA MANO HUMANA

### MOVIMIENTO DE LA MUÑECA

El movimiento de la muñeca se realiza en las articulaciones mediocarpiana y radiocarpiana. Se realiza en el plano de desviación radiocubital y en el plano de flexión-extensión. En este proyecto solo se analiza la posibilidad del movimiento de la mano en el plano de flexión-extensión.

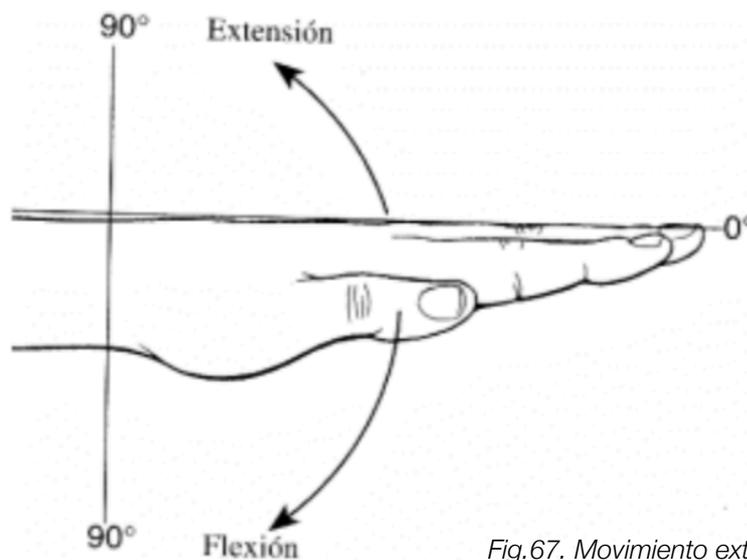


Fig.67. Movimiento extensión-flexión de mano

### MOVIMIENTOS DE LOS DEDOS

Los dedos tienen varios movimientos, entre ellos se encuentran:

- Movimiento de las articulaciones metacarpofalángicas ( MCP ): movimiento de flexión ( entre 85-100° ) y extensión ( entre 0-40° )

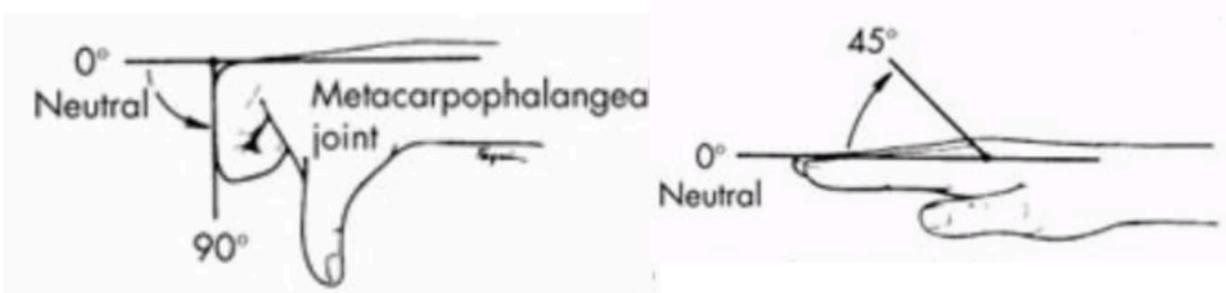


Fig.68. Movimientos de las articulaciones metacarpofalángicas

- Movimiento de las articulaciones interfalángicas proximales ( PIP ): movimiento de flexión ( entre 90-120° ) y extensión ( total )

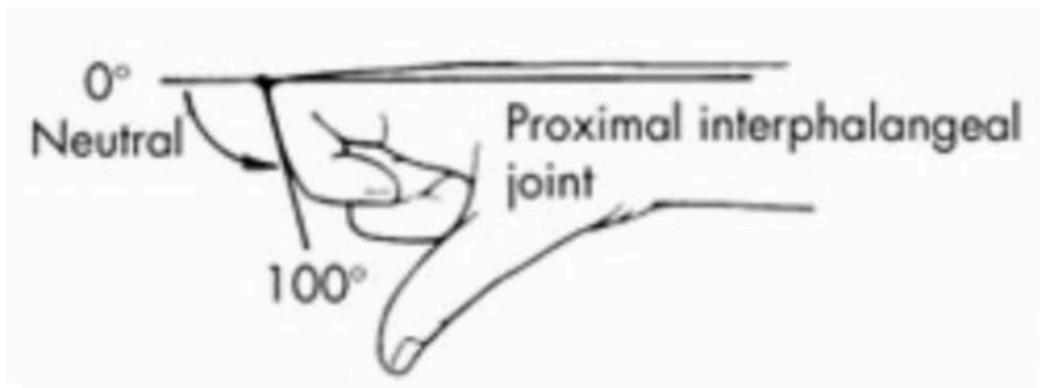


Fig.69. Movimientos de las articulaciones proximales

- Movimiento de las articulaciones interfalángicas discales ( DIP ): movimiento de flexión ( entre 80-90° ) y extensión ( total )

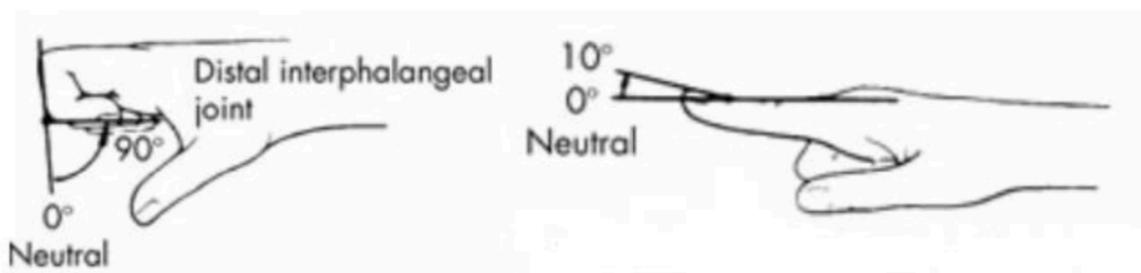


Fig.70. Movimientos de las articulaciones interfalángicas discales

### ANEXO 3. ENTREVISTA AYUDAME 3D

De la entrevista con Guillermo se sacaron varias cosas en conclusión.

- Las correas forman llagas al cabo de unas semanas de uso
- Se pretende mejorar el tiempo de fabricación
- Hay que optimizar el tiempo de inyección con variaciones de forma o posición
- Ampliar el campo de proveedores que quieran invertir o socios que quieran contribuir con fabricación de prótesis o nuevos diseños.

## ANEXO 4. INVESTIGACIÓN PLASTICOS PARA IMPRESIÓN 3D

La impresión 3D fabrica las piezas mediante la extrusión de un material que pasa de solido-liquido y una vez extruido se solidifica. Cualquier material que fluya y que posteriormente se endurezca puede ser útil para crear piezas mediante impresión 3D.

Hay una gran variedad de materiales útiles, y cada vez con características más impactantes, entre ellos podemos encontrar desde polímeros termoplásticos hasta alimentos para uso en repostería, ceras, colágeno humano cultivado en laboratorio, con fibras de madera, etc. Los más comunes y a la vez más económicos son los polímeros termoplásticos.

Entre las propiedades de los polímeros para la impresión 3D encontramos: elasticidad, ductilidad, fragilidad y resistencia química a los disolventes; todas ellas dependen de la química y microestructura de cada polímero.

### **PLA**

El PLA, ácido poliláctico, en el mundo de la impresión 3D es uno de los polímeros más comunes. Una de sus características principales es que es un polímero biodegradable, está basado en el ácido un ácido láctico, un monómero natural producido por materias primas renovables no tóxicas como la fermentación de azúcares ( de caña de azúcar o almidón de maíz). Además de esto, otra de sus ventajas es que no crea gases tóxicos durante la fusión permitiendo prescindir de un sistema de ventilación en el momento de la impresión, además de su baja temperatura de transición vítrea.

Su temperatura de transición vítrea es de 60-50 C°, en este momento la mayoría de los PLA se ablandan y de este modo el material pierde rigidez, esto resulta una desventaja para aquellas piezas que vayan a ser utilizadas en ambientes calientes; pero por otro lado favorece que una vez extruido el PLA tiene más tiempo para relajar tensiones internas mientras enfría.

Las piezas impresas en PLA, pueden permitirse no tener calor en la base, no utilizar adhesivos especiales y no imprimirse en una atmósfera no calentada. Además de ello como hemos comentado anteriormente, no sufrirán deformaciones debido a que, por el enfriamiento, las tensiones son muy reducidas.

Por otro lado cabe destacar que no es considerado un buen material estructural dada su baja resistencia al impacto y su inestabilidad a bajas temperaturas en comparación a otros plásticos.

## **NYLON**

El nylon, es un material caracterizado por su resistencia y su elevada temperatura de procesamiento. Al igual que el PLA, su temperatura de transición vítrea es relativamente baja, aportando así flexibilidad al material.

Además de lo mencionado anteriormente, el nylon presenta una elevada dureza, resistencia al calor y al desgaste, una fuerte adhesión entre las capas, flexibilidad en la flexión y rigidez en la tensión.

## **ABS**

Acrylonitrilo Butadieno Estireno , es conocido como ABS y también como otro de los más utilizados en esta tecnología, la impresión 3D.

Como dice su nombre, está compuesto por acrylonitrilo, butadieno y estireno; estos le otorgan al material sus características. Resistencia al calor y a la degradación ambiental, dureza y rigidez; respectivamente.

Una de sus ventajas principales es la resistencia a temperaturas extremas sin perder sus propiedades, a temperaturas negativas el ABS presenta una gran dureza, rigidez y tenacidad. Además, las superficies de las piezas impresas con este material resultan relativamente lisas dadas sus propiedades reológicas.

A diferencia del PLA, el ABS sí produce gases tóxicos a la hora de fundirse, provocando así un fuerte olor e incluso dolores de cabeza, por ello es imprescindible que haya una buena ventilación a la hora de su impresión. Su temperatura de transición vítrea es elevada, cosa que provoca posibles deformaciones en las piezas e incluso que se despeguen de la base de impresión. Para evitar esto, se puede generar balsas y soportes, para así mejorar la adhesión; poner la base a una alta temperatura; usar ventiladores para igualar la temperatura del plástico en el punto de posición; o incluso utilizar adhesivos para la base.

## **PETG**

El PETG, es una variación del PET, uno de los polímeros mas comúnmente utilizados, sobretodo para la fabricación de botellas.

Al igual que el PET, en el momento en el que se enfría de manera rápida, el plástico se vuelve transparente y amorfo.

Caracterizado por su semirigidez y resistencia a los impactos, aunque no deja de ser un material de fácil ralladura por su superficie ligeramente suave, haciendo que se desgaste más rápidamente. Además de esto, el PETG es un material que enfría eficientemente, haciendo que no haya casi deformación en este proceso.

En relación a la impresión 3D tiene una gran ventaja, y es que gracias a su alta absorción de la humedad puede ser almacenado en condiciones de humedad.

## **TPU**

El TPU, conocido también por el termoplástico poliuretano, es otro de los materiales viables para utilizar en impresión. Es un elastomérico, es un material flexible que se deforma y alarga fácilmente bajo presión a temperatura ambiente y vuelve a su forma natural.

La temperatura de fusión del TPU está sobre los 230 C°, además de ser resistente a la abrasión, por ello es posible utilizarlo para la impresión 3D.

## **PVA**

Este característico material es soluble al agua, por ello es uno de los mas utilizado para crear puentes y bases, dado que na vez terminada la pieza ( fabricada con dos materiales mínimo) el PVA que ha servido solo como apoyo a la estructura, se solubiliza dejando solo 1 material y quedando la pieza muy bien definida.

Éste es un polímero artificial, y además de ser soluble al agua, es fácilmente degradable por organismos biológicos.

Cabe destacar que es un material resistente y flexible, pero también inodoro y tóxico. Además como hablamos de un material hidrosoluble, es imprescindible almacenarlo en un lugar seco, de modo que no varíen sus propiedades.

## HIPS

También llamado poliestireno de alto impacto. Es al igual que el PVA un material soluble, pero esta vez en vez de agua, la disolución es en limoneno.

Es el material ideal para aquellas piezas que vayan a desgastarse fácilmente o para cuando se necesite que la pieza sea ligera; es característicamente muy parecido al ABS e incluso más ligero.

En la siguiente tabla se pueden ver las propiedades base de los materiales que se han mencionado anteriormente. Cabe tener en cuenta que las propiedades pueden verse afectadas por muchas situaciones, por lo que se recomienda siempre pedir la tabla de especificaciones al comprar dicho material.

PROPIEDADES	PLA	NYLON	ABS	PETG	TPU	PVA	HIPS
<b>T° Extrusión (°C)</b>	180-220	235-270	220-240	230-255	230-260	185-200	220-230
<b>T° Cama (°C)</b>	20-55	60-80	80-110	55-70	40-60	45-60	50-60
<b>Tg (°C)</b>	60-65	47-60	105-110	70-78	35	-	100
<b>CTE</b>	85	80-95	68-110	60-92	89-170	-	80-90

*Tabla 7. Propiedades polímeros impresión FFF o 3D*

ANEXO 5. ESQUEMA DE DESMONTAJE Y LISTADO DE ELEMENTOS

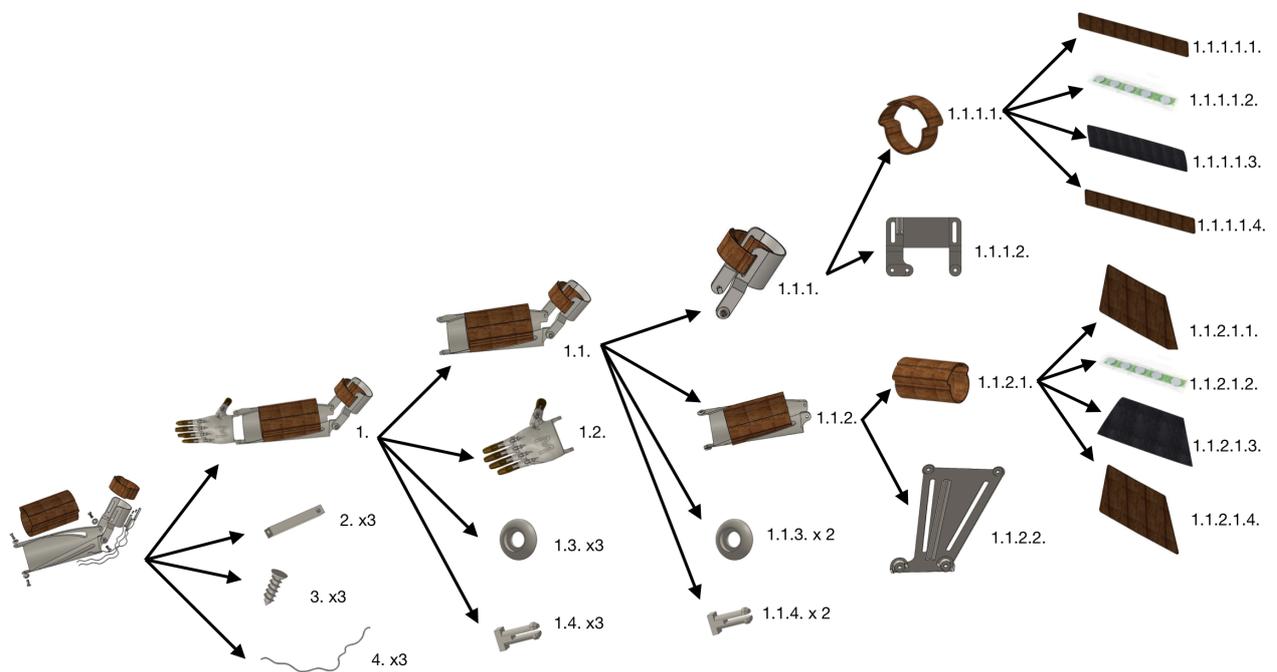


Fig.71. Esquema de desmontaje

ELEMENTO O SUBCONJUNTO	DENOMINACIÓN	CANTIDAD
1.1.1.1.1	Cuero superior parte superior	1
1.1.1.1.2	Iman parte superior	
1.1.1.1.3	Espuma parte superior	1
1.1.1.1.4	Cuero inferior parte superior	1
1.1.2.1.1	Cuero superior parte inferior	1
1.1.2.1.2	Iman parte inferior	
1.1.2.1.3	Espuma parte inferior	1
1.1.2.1.4	Cuero inferior parte inferior	1
1.1.1.1	Subconjunto cuero parte superior	1
1.1.1.2	Estructura parte superior	1
1.1.2.1	Subconjunto cuero parte inferior	1
1.1.2.2	Estructura parte inferior	1
1.1.1	Subconjunto cuero y estructura superior	1
1.1.2	Subconjunto cuero y estructura inferior	1
1.1.3	Sujeción remache A	2
1.1.4	Remache A	2
1.1	Subconjunto cuerpo y estructura brazo	1
1.2	Mano	1
1.3	Sujeción remache B	2
1.4	Remache B	2
1	Subconjunto estructura prótesis	1
2	Regulador hilo	3
3	Tornillo	3
4	Hilo	3

Tabla 8. Listado de elementos

ANEXO 6. DIAGRAMA SISTEMICO

SECUENCIA 1

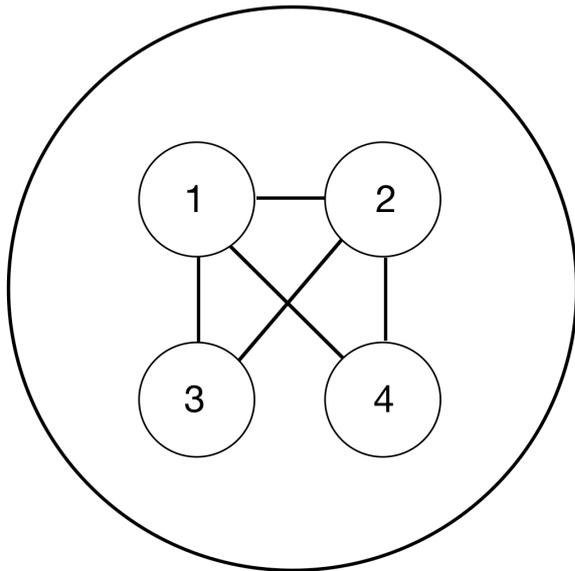


Fig. 72. Diagrama sistémico 1.

SECUENCIA 2

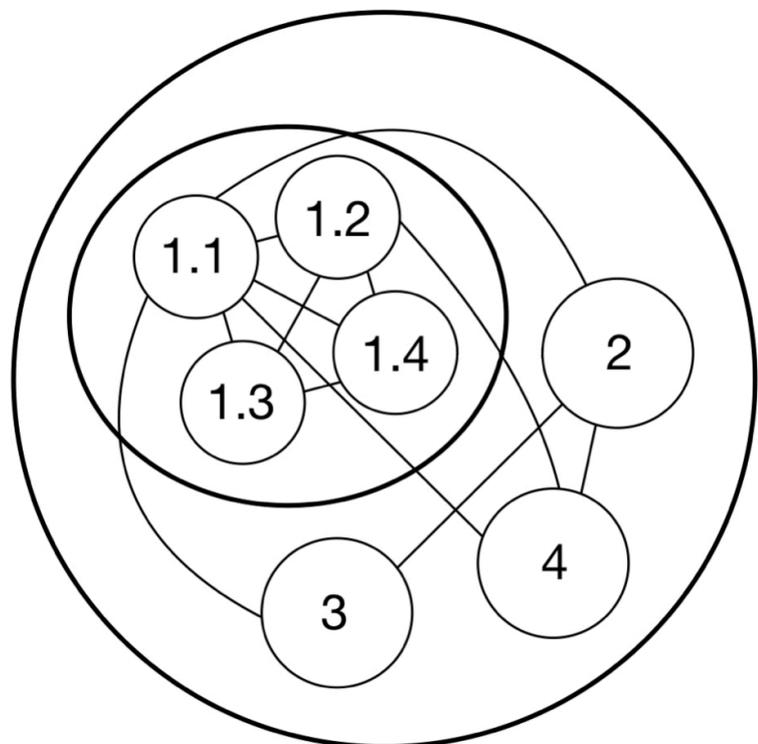


Fig. 73. Diagrama sistémico 2.

SECUENCIA 3

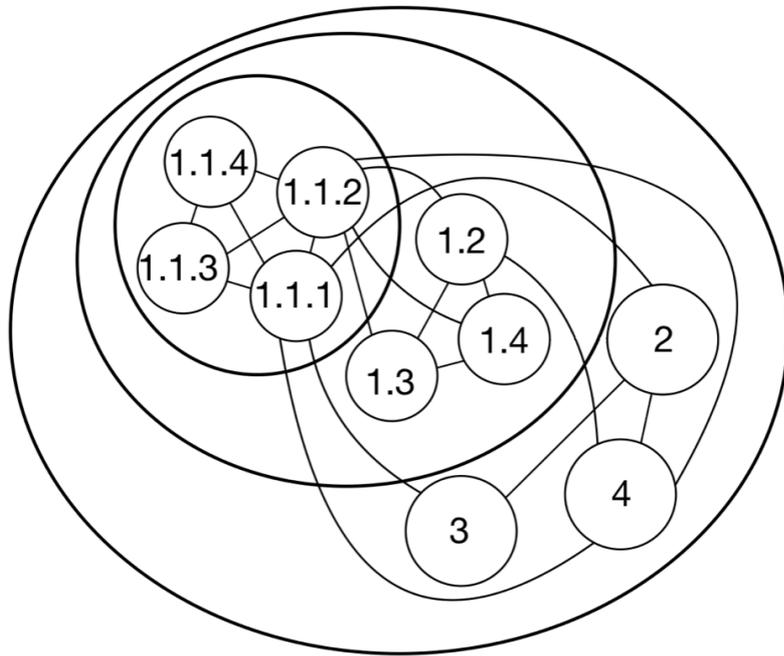


Fig. 74. Diagrama sistémico 3.

SECUENCIA 4

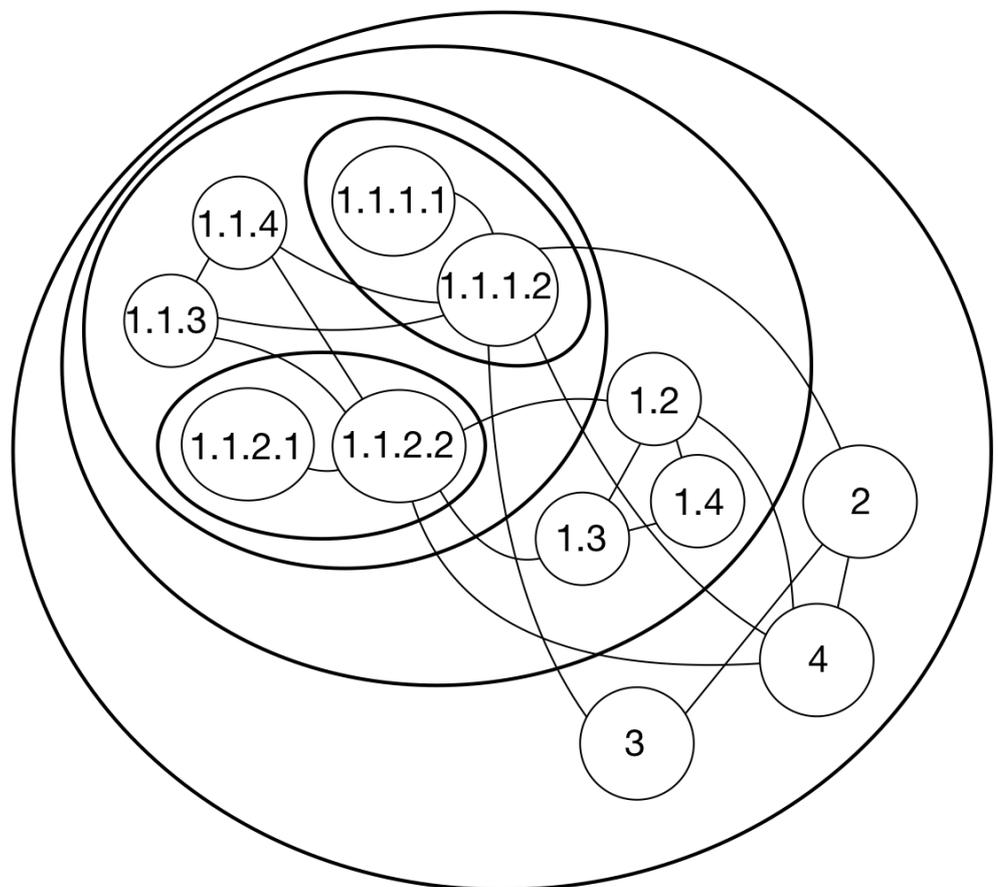


Fig. 75. Diagrama sistémico 4.

SECUENCIA 5

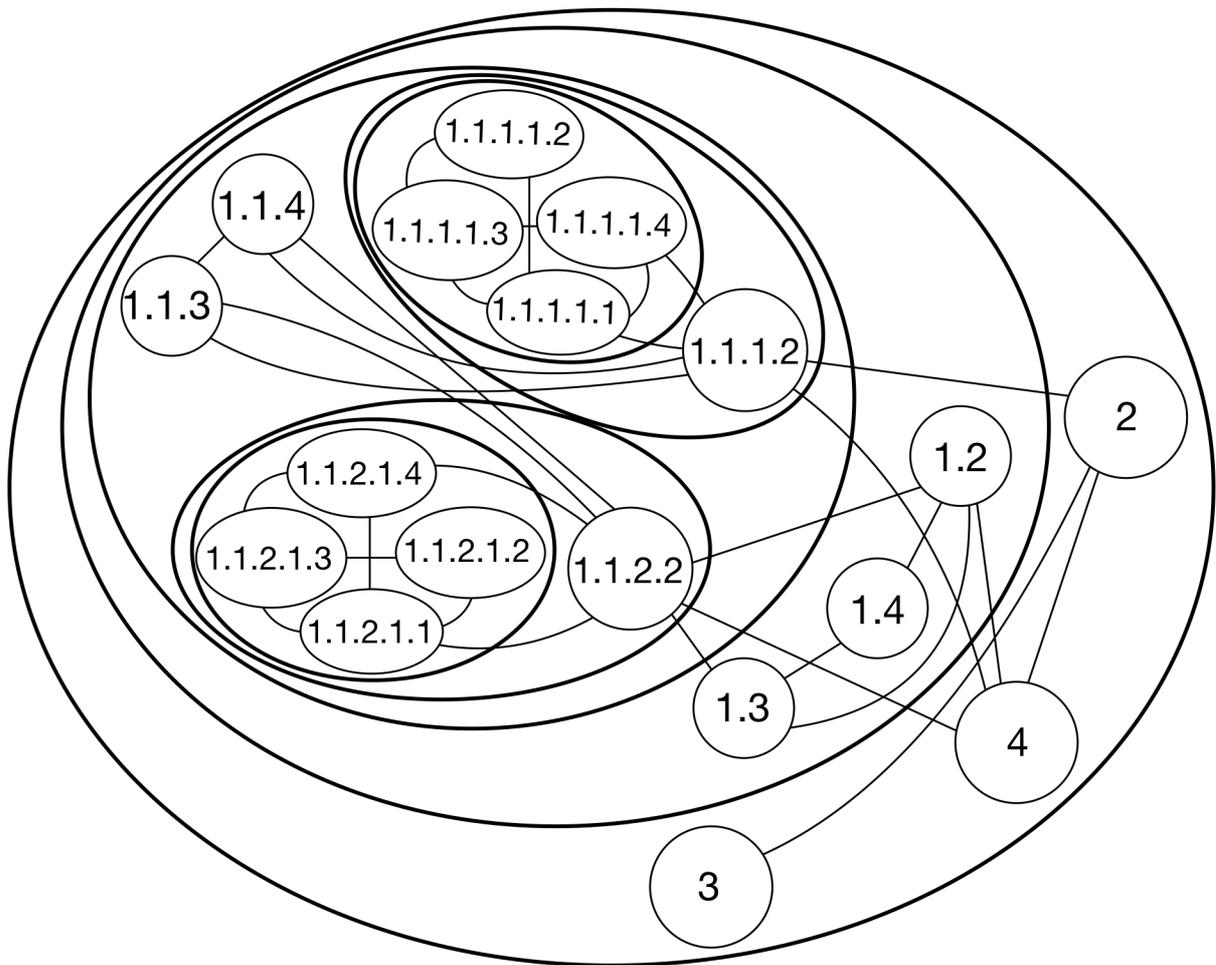


Fig. 76. Diagrama sistémico 5.

## ANEXO 7. NORMATIVA



NORMA EUROPEA  
EUROPEAN STANDARD  
NORME EUROPÉENNE  
EUROPÄISCHE NORM

**EN ISO 9999**

Noviembre 2016

ICS 11.180.01

Sustituye a EN ISO 9999:2011

Versión en español

**Productos de apoyo para personas con discapacidad**  
**Clasificación y terminología**  
(ISO 9999:2016)

Assistive products for persons with disability. Classification and terminology (ISO 9999:2016).

Produits d'assistance pour personnes en situation de handicap. Classification et terminologie (ISO 9999:2016).

Hilfsmittel für Menschen mit Behinderungen. Klassifikation und Terminologie (ISO 9999:2016).

Esta norma europea ha sido aprobada por CEN el 2016-08-29.

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

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

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



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

© 2016 CEN. Derechos de reproducción reservados a los Miembros de CEN.

Este documento ha sido adquirido por UNIVERSIDAD POLITÉCNICA VALENCIA-HEMEROTECA a través de la suscripción a AENORMás.  
Para uso en red interna se requiere de autorización previa de AENOR.

Fig. 77. Normativa 1

# norma española

UNE-EN ISO 22523

Marzo 2007

## TÍTULO

**Prótesis de miembros externos y ortesis externas**

**Requisitos y métodos de ensayo**

(ISO 22523:2006)

*External limb prostheses and external orthoses. Requirements and test methods. (ISO 22523:2006).*

*Prothèses de membre externes et orthèses externes. Exigences et méthodes d'essai. (ISO 22523:2006).*

## CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN ISO 22523:2006, que a su vez adopta la Norma Internacional ISO 22523:2006.

## OBSERVACIONES

Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE-EN 12523:1999.

## ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 153 *Ayudas Técnicas para Personas con Discapacidad* cuya Secretaría desempeña FENIN.

Editada e impresa por AENOR  
Depósito legal: M 14177:2007

© AENOR 2007  
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

**AENOR** Asociación Española de  
Normalización y Certificación  
C Génova, 6  
28004 MADRID-España

Teléfono 91 432 60 00  
Fax 91 310 40 32

97 Páginas

**Grupo 54**

Este documento forma parte de la biblioteca de UNIVERSIDAD POLITÉCNICA VALENCIA-HEMEROTECA

Fig. 78. Normativa 2

CDU615.477:001.4

Julio 1990

<p><b>NORMA ESPAÑOLA</b></p>	<p><b>Prótesis y ortesis</b> VOCABULARIO Parte 1: Términos generales</p>	<p><b>UNE 111-909-90</b> Parte 1</p>
<p><b>O INTRODUCCIÓN</b></p> <p>Esta norma relativa a los términos y definiciones utilizados en el campo de las prótesis y ortesis, comprende las tres partes siguientes:</p> <p>Parte 1: Términos generales.</p> <p>Parte 2: Términos relativos a las prótesis y a los sujetos protetizados.</p> <p>Parte 3: Términos relativos a las ortesis.</p> <p>Los términos impresos en cursiva se definen en otra parte de esta norma.</p> <p><b>1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN</b></p> <p>Esta norma establece el vocabulario relativo al campo de las prótesis y de las ortesis.</p> <p>Esta parte de la norma UNE 111-909 define los términos generales utilizados para describir las prótesis externas y ortesis, la anatomía de las partes del cuerpo humano que con más frecuencia son tratadas mediante prótesis y ortesis, así como el personal y los métodos utilizados en la práctica protésica y ortésica.</p> <p><b>2 TÉRMINOS Y DEFINICIONES</b></p> <p><b>2.1 Prótesis y ortesis</b></p> <p><b>2.1.1 prótesis:</b> Aparato externo usado para reemplazar total o parcialmente un segmento de un miembro ausente o deficiente. Se incluye cualquier aparato que tenga una parte en el interior del cuerpo humano por necesidades estructurales o funcionales.</p> <p><b>2.1.2 ortesis:</b> Aparato externo utilizado para modificar las condiciones estructurales y funcionales del sistema neuromuscular o del esqueleto.</p> <p style="text-align: right;"><i>Continúa en páginas 2 a 4</i></p>		
<p>Secretaría del CTN FENIN</p>	<p>Las observaciones relativas a la presente norma deben ser dirigidas a AENOR - Fernández de la Hoz, 52 - 28010 Madrid</p>	

UNE 111-909-90 /1

Prosthetics and orthotics. Vocabulary. Part 1: General terms.  
Prothèses et orthèses. Vocabulaire. Partie 1: Termes généraux.

© AENOR 1990

Depósito legal: M 26 106-90

Grupo 2

Este documento ha sido adquirido por UNIVERSIDAD POLITÉCNICA VALENCIA-HEMEROTECA a través de la suscripción a AENORMás.

Para uso en red interna se requiere de autorización previa de AENOR.

CDU 615.477:001.4		Julio 1990
<b>NORMA ESPAÑOLA</b>	<b>Prótesis y ortesis</b> VOCABULARIO Parte 2: Términos relativos a las prótesis y a los portadores de prótesis	<b>UNE</b> <b>111-909-90</b> Parte 2
<p><b>O INTRODUCCIÓN</b></p> <p>Esta norma relativa a los términos y definiciones utilizados en el campo de la prótesis y ortesis, comprende las tres partes siguientes:</p> <p>Parte 1: Términos generales.</p> <p>Parte 2: Términos relativos a las prótesis y a los sujetos protetizados.</p> <p>Parte 3: Términos relativos a las ortesis.</p> <p>Los términos impresos en cursiva se definen en la norma UNE 111-909 /1.</p> <p><b>1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN</b></p> <p>Esta norma establece el vocabulario relativo al campo de las prótesis y de las ortesis.</p> <p>Esta parte de la norma UNE 111-909 define los términos utilizados para describir las prótesis y los portadores de las prótesis.</p> <p><b>2 TÉRMINOS Y DEFINICIONES</b></p> <p><b>2.1 Nivel de amputación de miembros en amputaciones adquiridas</b></p> <p><b>2.1.1 amputación parcial del pie:</b> Amputación del <i>miembro inferior</i> distal a la <i>articulación del tobillo</i>.</p> <p><b>2.1.2 desarticulación del tobillo:</b> Amputación del <i>miembro inferior</i> al nivel de la <i>articulación del tobillo</i>.</p> <p><b>2.1.3 amputación tibial; amputación por debajo de la rodilla:</b> Amputación del <i>miembro inferior</i> entre la <i>articulación de la rodilla</i> y la <i>articulación del tobillo</i>.</p> <p><b>2.1.4 desarticulación de la rodilla:</b> Amputación del <i>miembro inferior</i> al nivel de la <i>articulación de la rodilla</i>.</p> <p style="text-align: right;"><i>Continúa en página 2</i></p>		
Secretaría del CTN FENIN	Las observaciones relativas a la presente norma deben ser dirigidas a AENOR - Fernández de la Hoz, 52 - 28010 Madrid	

Imprime y edita: Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) - Fernández de la Hoz, 52 - 28010 Madrid - Teléfono 4 10 49 61 - Reproducción prohibida

UNE 111-909-90 /2

Prosthetics and orthotics. Vocabulary. Part 2: Terms relating to prostheses and wearers of prostheses.  
Prothèses et orthèses. Vocabulaire. Partie 2: Termes relatifs aux prothèses et aux porteurs de prothèses.

© AENOR 1990

Depósito legal: M 26 107-90

Grupo 1

Este documento ha sido adquirido por UNIVERSIDAD POLITÉCNICA VALENCIA-HEMEROTECA a través de la suscripción a AENORMás.  
Para uso en red interna se requiere de autorización previa de AENOR.

Fig. 80. Normativa 4

CDU 616-089.28.004.1

Julio 1990

Imprime y edita: Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) - Fernández de la Hoz, 52 - 28010 Madrid - Teléfono 4 10 49 61 - Reproducción prohibida

<b>NORMA ESPAÑOLA</b>	<b>Prótesis y ortesis</b> ASPECTOS MÉDICOS Descripción de las malformaciones congénitas de miembros	<b>UNE 111-912-90</b>
<p><b>0 INTRODUCCIÓN</b></p> <p>Antes de 1961 existía poco acuerdo en relación a los términos utilizados en la descripción de las malformaciones congénitas del esqueleto de los miembros. En el mismo año, Frantz y O'Rahilly publicaron una clasificación en los Estados Unidos con objeto de proporcionar un sistema comprensivo de nomenclatura. Simultáneamente se emplea un sistema diferente en Europa. Estos dos sistemas no se parecían apenas a pesar de que los términos procedían de raíces griegas. En 1966 Burtch intentó cubrir esta laguna revisando la clasificación americana que, de hecho, se constituyó en un tercer sistema de clasificación. En 1969 Henkel y Willert establecieron una sistematización de la nomenclatura alemana basada en la gravedad de la malformación.</p> <p>Apoyándose en estos hechos, la Sociedad Internacional de Prótesis y Ortesis (ISPO) organizó una reunión de trabajo en 1973 con el objetivo de establecer una clasificación única aceptable. En esta reunión se llegó al acuerdo de no aplicar la citada clasificación más que a las malformaciones procedentes de un defecto de formación de los miembros, describiéndolas en términos anatómicos simples y excluyendo los términos derivados del griego o del latín. Esta reunión de trabajo (más conocida con el nombre de comisión de Kay, debido al nombre de su expresidente Hector Kay) estableció una clasificación que fue ensayada en numerosos centros. En resumen, describía las malformaciones como transversales y longitudinales. Las primeras incluían todas aquellas en las que el miembro afectado se había desarrollado hasta un nivel determinado más allá del cual existía ausencia total de elementos óseos, por lo que el miembro semejava un muñón de amputación.</p> <p>Tales malformaciones fueron definidas de acuerdo al nivel en el que acababa el miembro. Las malformaciones de tipo longitudinal comprendían aquellas en las que uno o varios huesos podían estar parcial o totalmente ausentes, en cuyo caso se hacía referencia a la parte del hueso o al (a los) hueso (os) ausente (es).</p> <p><b>1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN</b></p> <p>Esta norma establece un método para la descripción de las malformaciones congénitas de los miembros superiores e inferiores.</p> <p style="text-align: right;"><i>Continúa en páginas 2 a 8</i></p>		
Secretaría del CTN FENIN	Las observaciones relativas a la presente norma deben ser dirigidas a AENOR - Fernández de la Hoz, 52 - 28010 Madrid	Equivalente a: ISO/DIS 8548 /1

UNE 111-912

© AENOR 1990

Depósito legal: M 28 487-90

Prothetics and orthotics. Medical aspects. Description of limb deficiencies present at birth.  
Prothèses et orthèses. Aspects médicaux. Description des malformations congénitales des membres.

Grupo 4

Este documento forma parte de la biblioteca de UNIVERSIDAD POLITECNICA VALENCIA-HEMEROTECA

Fig. 81. Normativa 5

# norma española

UNE-EN 12182

Noviembre 2012

## TÍTULO

**Productos de apoyo para personas con discapacidad**

**Requisitos generales y métodos de ensayo**

*Assistive products for persons with disability. General requirements and test methods.*

*Produits d'assistance pour personnes en situation de handicap. Exigences générales et méthodes d'essai.*

## CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 12182:2012.

## OBSERVACIONES

Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE-EN 12182:2000.

## ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 153 *Productos de apoyo para personas con discapacidad* cuya Secretaría desempeña FENIN.

Editada e impresa por AENOR  
Depósito legal: M 39137:2012

© AENOR 2012  
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

**AENOR** Asociación Española de  
Normalización y Certificación

Génova, 6  
28004 MADRID-España

info@aenor.es  
www.aenor.es

Tel.: 902 102 201  
Fax: 913 104 032

64 Páginas

Este documento ha sido adquirido por UNIVERSIDAD POLITECNICA VALENCIA-HEMEROTECA a través de la suscripción a AENORMás.  
Para uso en red interna se requiere de autorización previa de AENOR.

Fig. 82. Normativa 6

# norma española

UNE 170001-1

Diciembre 2007

## TÍTULO

**Accesibilidad universal**

**Parte 1: Criterios DALCO para facilitar la accesibilidad al entorno**

*Universal accessibility. Part 1: MGLC criteria to facilitate accessibility to the environment.*

*Accessibilité universale. Partie 1: Critères DALCO pour faciliter l'accessibilité à l'environnement.*

## CORRESPONDENCIA

## OBSERVACIONES

Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE 170001-1:2001.

## ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 170 *Necesidades y Adecuaciones para Personas con Discapacidad* cuya Secretaría desempeña AENOR.

Editada e impresa por AENOR  
Depósito legal: M 55454:2007

© AENOR 2007  
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

**AENOR**

C Génova, 6  
28004 MADRID-España

Asociación Española de  
Normalización y Certificación

Teléfono 91 432 60 00  
Fax 91 310 40 32

15 Páginas

**Grupo 8**

Este documento ha sido adquirido por UNIVERSIDAD POLITECNICA VALENCIA-HEMEROTECA a través de la suscripción a AENORMás.  
Para uso en red interna se requiere de autorización previa de AENOR.

Fig. 83. Normativa 7

# norma española

UNE 170001-2

Diciembre 2007

<b>TÍTULO</b>	<b>Accesibilidad universal</b> <b>Parte 2: Sistema de gestión de la accesibilidad</b>  <i>Universal accessibility. Part 2: Accessibility management system.</i> <i>Accessibilité universale. Partie 2: Système de gestion de l'accessibilité.</i>
<b>CORRESPONDENCIA</b>	
<b>OBSERVACIONES</b>	Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE 170001-2:2001.
<b>ANTECEDENTES</b>	Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 170 <i>Necesidades y Adecuaciones para Personas con Discapacidad</i> cuya Secretaría desempeña AENOR.

Editada e impresa por AENOR  
Depósito legal: M 55455:2007

© AENOR 2007  
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

**AENOR** Asociación Española de  
Normalización y Certificación  
C Génova, 6  
28004 MADRID-España  
Teléfono 91 432 60 00  
Fax 91 310 40 32

12 Páginas

**Grupo 6**

Este documento ha sido adquirido por UNIVERSIDAD POLITECNICA VALENCIA-HEMEROTECA a través de la suscripción a AENORMás.  
Para uso en red interna se requiere de autorización previa de AENOR.

Fig. 84. Normativa 8

## ANEXO 8. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Se analiza la estimación de costes e inversión inicial.

### MAQUINAS

#### **Máquina de impresión 3D**

Los costes de una máquina de impresión 3D son muy variados, para este proyecto se toma como referencia una de las más baratas ya que se busca la mínima inversión con óptimos resultados.

Coste: 200 € - Duración: 4 años, esta estimación está basada en las referencias y opiniones encontradas en internet, si no se estropea la maquina es probable que la tecnología respecto a este campo haya avanzado bastante y se quiera mejorar el proceso de fabricación de las piezas con una nueva impresora.

Se estima que la impresora se utilice unas 1000 horas por año, esto equivaldría a 4000 horas durante los 4 años, que a su vez equivalen a 240.000 minutos. Si hacemos la relación, 200 € entre los 240.000 minutos que se va a utilizar, el resultado son 0,00083 €/min.

#### **Máquina de coser**

Al igual que la impresora 3D, se puede encontrar una amplia variedad de precios para las máquinas de coser, todo ello consonancia a la calidad de cosido y cantidad de funciones que se deseen. En este proyecto se opta por una máquina de coser básica con un bajo precio ya que solo se va a utilizar para hacer costuras sencillas.

Coste: 150 € - Duración: 7 años, esta estimación está basada en las referencias y opiniones encontradas en internet. Amortización por minuto: Se estima que la maquina se utilice unas 1000 horas por año, esto equivaldría a 7000 horas durante los 7 años, que a su vez equivalen a 420.000 minutos. Si hacemos la relación, 150 € entre los 420.000 minutos que se va a utilizar, el resultado son 0,00035 €/min.

## ÚTILES Y MATERIALES

### **Bobina de PLA**

Coste: 17,85 € - 150 m. Resultan 0,119 €/m

### **Bobina de hilo de coser**

Coste: 1,5 € - 100 m. Resultan 0,015 €/m

### **Bobina de hilo de pescar**

Coste: 3,50 € - 100 m. Resultan 0,035 €/m

### **Tijeras**

Dado que las tijeras solo se utilizaran para cortar el hilo, se adquirirá una de bajo coste. Coste: 2,50 € - Duración: 6 años. Se prevé un uso de las tijeras de unas 200 horas al año, que equivale a 12000 min. Por un uso de 5 años que corresponde a 60.000 min. Esto conlleva un gasto de :  $2,50 \text{ €} / 60.000 \text{ min} = 0,000042 \text{ €/min}$

### **Destornillado**

Coste: 3 € - Duración: 7 años. Se prevé un uso del destornillador de unas 500 horas al año, que equivale a 30.000 min. Por un uso de 7 años que corresponde a 210.000 min. Esto conlleva un gasto de :  $3 \text{ €} / 210.000 \text{ min} = 0,000014 \text{ €/min}$

### **Limas**

Según el grano que tengan se podrá quitar trozos grandes o dar un acabado mas fino. Para los defectos de grosor y quitar estructuras de apoyo se utilizaran las más ásperas, y se ira bajando paulatinamente alas mas finas. Por ello se adquiere un pequeño juego de 6 limas de diferentes formas y grosores.

Coste: 10 € - Duración: 500 horas . Se prevé un uso de las lijas de unas 500 horas de vida útil, que equivale a 30.000 min. Esto conlleva un gasto de :  $10 \text{ €} / 30.000 \text{ min} = 0,00033 \text{ €/min}$

### **Lápiz de color blanco**

Coste: 1 € - Duración: 1 años. Se prevé un uso del destornillador de unas 500 horas al año, que equivale a 30.000 min. Esto conlleva un gasto de :  $1 \text{ €} / 30.000 \text{ min} = 0,000033 \text{ €/min}$

### **Metro de costura**

Coste: 1,5 € - Duración: 5 años. Se prevé un uso del metro de unas 1000 horas al año, que equivale a 60.000 min. Por un uso de 5 años que corresponde a 300.000 min. Esto conlleva un gasto de :  $1,5 \text{ €} / 300.000 \text{ min} = 0,000005 \text{ €/min}$

### **Cola blanca**

Coste: 5 € - Duración: 1 año. Se prevé un uso del metro de unas 500 horas al año, que equivale a 30.000 min. Esto conlleva un gasto de :  $5 \text{ €} / 30.000 \text{ min} = 0,00016 \text{ €/min}$

### **Imanes**

Se utilizarán 8 imanes para la zona inferior y 3 para la superior.

Coste: 8,30 € - Unidades: 12 año. Se prevé un uso de 11 unidades, pero el mínimo para adquirir son 12. Esto conlleva un gasto de :  $8,30 \text{ €} / 12 \text{ ud} = 0,69 \text{ €/ud}$

### **Gomaespuma**

Se utilizará 1 m<sup>2</sup> en total para las dos partes del cuerpo de la prótesis

Coste: 6 € - Unidades: 1 m<sup>2</sup>. Esto conlleva un gasto de :  $6 \text{ €} * 1 \text{ ud} = 6 \text{ €/ m}^2$

### Cuero sintético

Se utilizarán 2 m<sup>2</sup> en total para las dos partes del cuerpo de la prótesis

Coste: 11,50 € - Unidades: 1 m<sup>2</sup>. Esto conlleva un gasto de : 11.50 € \* 2 ud = 23 € por los 2 m<sup>2</sup>

### Presupuesto cuero parte inferior y superior

PRESUPUESTO				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO €/UD	IMPORT E €	TOTAL €
<b>CUERO PARTE INFERIOR Y SUPERIOR</b>				
2 m2	Material: Rollo de cuero sintético	11,5	23	42,60 €
2 m2	Material: Gomaespuma	6	12	
11 ud	Material: Imanes	0,69	7,6	
Operación 1ª Trazar la forma				
0,084 ( 5 min ) h	Mano de obra : oficial de 3ª	20	1,68	1,68 €
5 min	Medios auxiliares: regla y color blanco			
Operación 2ª Cortar la forma				
0,084 ( 5 min ) h	Mano de obra : oficial de 3ª	20	1,68	1,68 €
5 min	Medios auxiliares: tijeras			
Operación 3ª Trazar la forma de la gomaespuma				
0,084 ( 5 min ) h	Mano de obra : oficial de 3ª	20	1,68	1,68 €
5 min	Medios auxiliares: regla y color blanco			
Operación 4ª Cortar la gomaespuma y pegarla al cuero				
0,084 ( 5 min ) h	Mano de obra : oficial de 3ª	20	1,68	1,68 €
5 min	Medios auxiliares: tijeras y cola blanca			
Operación 5ª Coser los imanes				

<b>PRESUPUESTO</b>				
<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PRECIO UNITARIO €/UD</b>	<b>IMPORT E €</b>	<b>TOTAL €</b>
<b>CUERO PARTE INFERIOR Y SUPERIOR</b>				
10 min	Maquinaria: Maquina de coser	0,00035 €/min.	0,0035	
0,168 (10min) H	Mano de obra : oficial de 3ª	20	1,68	1,695
1 m	Medios auxiliares: Hilo	0,015	0,015	
Operación 6ª Trazar la forma del cuero				
0,084 ( 5 min ) h	Mano de obra : oficial de 3ª	20	1,68	1,68 €
5 min	Medios auxiliares: regla y color blanco			
Operación 7ª Cortar la forma y pegarlo a la gomaespuma				
0,084 ( 5 min ) h	Mano de obra : oficial de 3ª	20	1,68	1,68 €
5 min	Medios auxiliares: tijeras y cola blanca			
Operación 8ª Coser el perfil del conjunto				
15 min	Maquinaria: Maquina de coser	0,00035 €/min.	0,00525	
0,168 (10min) H	Mano de obra : oficial de 3ª	20	1,68	1,71 €
2 m	Medios auxiliares: Hilo	0,015	0,03	
<b>Total subconjunto cuero parte inferior y superior: 56,085 €</b>				

Tabla 9. Presupuesto cuero

**Presupuesto estructura superior**

<b>PRESUPUESTO</b>				
<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PRECIO UNITARIO €/UD</b>	<b>IMPORT E €</b>	<b>TOTAL €</b>
<b>PIEZA 1.1.1.2 ESTRUCTURA PARTE SUPERIOR</b>				
18,23 m	Material: Bobina de PLA	0,035		0,805
Operación 1ª Colocar la bobina en la impresora				
83 min ( 1 h y 23 min )	Maquinaria: Maquina de impresión 3D	0,00083	0,068	0,136 €
0,034 ( 2 min ) h	Mano de obra : oficial de 3ª	20	0,068	
<b>Total estructura superior: 0,941 €</b>				

Tabla 10. Presupuesto estructura superior

**Presupuesto estructura inferior**

<b>PRESUPUESTO</b>				
<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PRECIO UNITARIO €/UD</b>	<b>IMPORT E €</b>	<b>TOTAL €</b>
<b>PIEZA 1.1.2.2 ESTRUCTURA PARTE INFERIOR</b>				
68,53 m	Material: Bobina de PLA	0,035		2,398
Operación 1ª Colocar la bobina en la impresora				
312 min ( 5 h y 12 min )	Maquinaria: Maquina de impresión 3D	0,00083	0,258	0,33
0,034 ( 2 min ) h	Mano de obra : oficial de 3ª	20	0,068	
<b>Total estructura inferior: 2,724 €</b>				

Tabla 11. Presupuesto estructura inferior

**Presupuesto remaches y sujeción de remaches**

<b>PRESUPUESTO</b>				
<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PRECIO UNITARIO €/UD</b>	<b>IMPORT E €</b>	<b>TOTAL €</b>
<b>PIEZAS REMACHES Y SUJECIONES DE REMACHES</b>				
25,31 m	Material: Bobina de PLA	0,035		0,885
Operación 1ª Colocar la bobina en la impresora				
110 min ( 1 h y 50 min )	Maquinaria: Maquina de impresión 3D	0,00083	0.0913	0,159 €
0,034 ( 2 min ) h	Mano de obra : oficial de 3ª	20	0,068	
<b>Total remaches y sujeción de remaches: 1,044 €</b>				

Tabla 12. Presupuesto remaches y sujeción de remaches

**Presupuesto reguladores de hilo**

<b>PRESUPUESTO</b>				
<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PRECIO UNITARIO €/UD</b>	<b>IMPORT E €</b>	<b>TOTAL €</b>
<b>PIEZAS REGULADORES DE HILO</b>				
12,45 m	Material: Bobina de PLA	0,035		0,435
Operación 1ª Colocar la bobina en la impresora				
68 min ( 1 h y 8 min )	Maquinaria: Maquina de impresión 3D	0,00083	0,056	0,124 €
0,034 ( 2 min ) h	Mano de obra : oficial de 3ª	20	0,068	
<b>Total reguladores de hilo: 0,559 €</b>				

Tabla 13. Presupuesto regulador de hilos

## **Ensamblaje**

A estos datos se le suma el tiempo del operario empleado en el ensamblaje y puesta a punto de la prótesis:

Se prevé una dedicación de 40 min para ensamblar todos los componentes y ajustar la tensión de los hilos a la medida deseada. Los 40 min equivalen a 0,66 h. Coste total 0,66h por 20, resultan un coste total de 26,4 €.

## **COSTE TOTAL**

### **Coste total de fabricación de la prótesis: 87,753 €**

A esto se le suma un 23% de beneficio, desglosado en un 12 % para el diseñador y un 11% para la empresa. El 23% de 87,753 es equivalente a 20,18 €, que se suman al precio de coste haciendo un total de 107,94 €

### **El coste de venta directa es de : 107,95 €**

Para la venta al público, si se realizase desde un establecimiento , se le debería sumar los beneficios que se quedaría la empresa. Cada empresa le suma el porcentaje deseado a los productos que venda, se simula una venta con 30% de beneficios, resultando 140,33 € redondeando a 140 €

### **El coste de venta desde establecimiento: 140 €**

# PLIEGO DE CONDICIONES

## PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

En este apartado se indicarán cuales son las condiciones técnicas y pasos a seguir necesarios para fabricar cada parte de la prótesis.

### FABRICACIÓN DE PIEZAS IMPRESIÓN 3D

PIEZAS		
ELEMENTO	DENOMINACIÓN	CANTIDAD
1.1.1.2	Estructura parte superior	1
1.1.2.2	Estructura parte inferior	1
1.1.3	Sujeción remache A	1
1.1.4	Remache A	2
1.3	Sujeción remache B	2
1.4	Remache B	2
2	Regulador hilo	3

Tabla 14. Fabricación piezas impresión 3D

Se repetirán los mismos pasos para todas las piezas mencionadas en la tabla anterior, cada una con sus respectivas dimensiones y cantidades.

Material inicial:

- Bobina de PLA

**1ª Operación:** Colocar la bobina de PLA en la impresora 3D

- Maquinaria: Impresora 3D
- Mano de obra: "Oficial de 3ª"

- Medios auxiliares: Paleta, cúter, lija de bajo gramaje
- Forma de realización:
  - 1º Desenrollar 50 cm mas o menos de la bobina de PLA
  - 2º Colocar la bobina en la ubicación correspondiente de la impresora 3D
  - 3º Calentar la impresora 3D
  - 4º Una vez caliente, colocar el inicio del filamento por la ranura correspondiente
  - 5º Seleccionar el archivo en la máquina
  - 6º Imprimir
  - 7º Dejar enfriar la pieza
  - 8º Retirar la pieza con ayuda de una paleta
  - 9º Perfeccionar la forma de la pieza impresa con ayuda del cúter y la lija
- Seguridad: no se necesita.
- Controles:
  - 1º Comprobar el buen estado de la bobila de PLA
  - 2º Comprobar el buen estado de la máquina
  - 3º Realizar una primera impresión para comprobar que no hay problemas a la hora de imprimir
  - 4º Comprobar que la forma dibujada es la correcta
  - 5º Comprobar que ninguno de los extremos de la pieza se levanta durante o después de la impresión.
  - 6º Comprobar el buen estado del cúter
  - 6º Comprobar el buen estado de la lija
  - 6º Comprobar el buen estado de la pieza
- Pruebas: no se necesitan.

## FABRICACIÓN SUBCONJUNTOS CUERO SUPERIOR E INFERIOR

PIEZAS		
ELEMENTO	DENOMINACIÓN	CANTIDAD
1.1.1.1	Subconjunto cuero parte superior	1
1.1.2.1	Subconjunto cuero parte inferior	1

Tabla 15. Fabricación subconjunto cuero superior e inferior

Se repetirán los mismos pasos tanto para la fabricación del cuero de la parte superior como de la inferior, cada una con sus respectivas medidas.

Material inicial:

- Bobina de cuero sintético de 1m<sup>2</sup>
- Bobina de gomaespuma de 1m<sup>2</sup>
- Bobina de hilo de coser

**1ª Operación:** Trazar la forma del cuero

- Mano de obra: "Oficial de 3ª"
- Medios auxiliares: Regla y lápiz/marcador de color blanco.
- Forma de realización:
  - 1º Colocar el cuero sobre una superficie plana ( mesa )
  - 2º Marcar las longitudes que se desean obtener
- Seguridad: no se necesita.
- Controles:
  - 1º Comprobar el buen estado del cuero
  - 2º Comprobar que la forma dibujada es la correcta
- Pruebas: no se necesitan.

**2ª Operación:** Cortar la forma

- Mano de obra: "Oficial de 3ª"
- Medios auxiliares: Tijeras
- Forma de realización:
  - 1º Colocar el cuero sobre una superficie plana ( mesa )
  - 2º Realizar el corte por el perfil marcado anteriormente
- Seguridad: no se necesita.
- Controles:
  - 1º Comprobar el buen estado de las tijeras
  - 2º Comprobar que la geometría y dimensiones finales de la pieza coincida con lo que se indica en los planos.
- Pruebas: no se necesitan.

**3ª Operación:** Trazar la forma de la gomaespuma

- Mano de obra: "Oficial de 3ª"
- Medios auxiliares: Regla y lápiz/marcador de color blanco.
- Forma de realización:
  - 1º Colocar la gomaespuma sobre una superficie plana ( mesa )
  - 2º Marcar las longitudes que se desean obtener
- Seguridad: no se necesita.
- Controles:
  - 1º Comprobar el buen estado de la gomaespuma
  - 2º Comprobar que la forma dibujada es la correcta
- Pruebas: no se necesitan.

**4ª Operación:** Cortar la gomaespuma y pegarla al cuero

- Mano de obra: “Oficial de 3ª”
- Medios auxiliares: Tijeras y cola blanca
- Forma de realización:
  - 1º Colocar la gomaespuma sobre una superficie plana ( mesa )
  - 2º Realizar el corte por el perfil marcado anteriormente
  - 3º Aplicar cola blanca sobre el cuero
  - 4º Colocar la gomaespuma sobre la cola blanca
- Seguridad: no se necesita.
- Controles:
  - 1º Comprobar el buen estado de las tijeras
  - 2º Comprobar que la geometría y dimensiones finales de la gomaespuma coincida con lo que se indica en los planos.
  - 3º Comprobar el buen estado de la cola blanca
  - 4º Comprobar que a geometría y dimensiones finales de la gomaespuma coincida con la del cuero
- Pruebas: no se necesitan.

**5ª Operación:** Coser los imanes al conjunto de gomaespuma y cuero

- Maquinaria: Máquina de coser
- Mano de obra: “Oficial de 3ª”
- Medios auxiliares: Tijeras e hilo de coser
- Forma de realización:
  - 1º Colocar el hilo en la máquina

- 2º Colocar el conjunto de gomaespuma y cuero en la máquina de coser
- 3º Coser los imanes sobre la gomaespuma
- 4º Una vez terminado de coser cortar el hilo con las tijeras
- Seguridad: no se necesita.
- Controles:
  - 1º Comprobar el buen estado de las tijeras
  - 2º Comprobar el buen estado de la maquina de coser
  - 3º Comprobar que los imanes están colocados en la posición deseada
  - 4º Comprobar el buen estado de la costura
- Pruebas: no se necesitan.

#### **6ª Operación:** Trazar la forma del cuero

- Mano de obra: "Oficial de 3ª"
- Medios auxiliares: Regla y lápiz/marcador de color blanco.
- Forma de realización:
  - 1º Colocar el cuero sobre una superficie plana ( mesa )
  - 2º Marcar las longitudes que se desean obtener
- Seguridad: no se necesita.
- Controles:
  - 1º Comprobar el buen estado del cuero
  - 2º Comprobar que la forma dibujada es la correcta
- Pruebas: no se necesitan.

#### **7ª Operación:** Cortar el cuero y pegarlo a la gomaespuma

- Mano de obra: "Oficial de 3ª"
- Medios auxiliares: Tijeras y cola blanca
- Forma de realización:
  - 1º Colocar el cuero sobre una superficie plana ( mesa )
  - 2º Realizar el corte por el perfil marcado anteriormente
  - 3º Aplicar cola blanca sobre la gomaespuma
  - 4º No aplicar cola blanca sobre los imanes
  - 5º Colocar el cuero sobre la cola blanca
- Seguridad: no se necesita.
- Controles:
  - 1º Comprobar el buen estado de las tijeras
  - 2º Comprobar que la geometría y dimensiones finales del cuero coincida con lo que se indica en los planos.
  - 3º Comprobar el buen estado de la cola blanca
  - 4º Comprobar que no se haya aplicado cola sobre los imanes
  - 5º Comprobar que la geometría y dimensiones finales del cuero coincida con la del conjunto de gomaespuma, imanes y cuero
- Pruebas: no se necesitan.

**8ª Operación:** Coser el perfil del conjunto (cuero-gomaespuma-imites-cuero)

- Maquinaria: Máquina de coser
- Mano de obra: "Oficial de 3ª"
- Medios auxiliares: Tijeras e hilo de coser
- Forma de realización:
  - 1º Colocar el hilo en la máquina

- 2º Colocar el conjunto compuesto de cuero, gomaespuma, imanes y cuero , consecutivamente, en la máquina de coser
- 3º Coser el perfil de todo el conjunto
- 4º Una vez terminado de coser cortar el hilo con las tijeras
- Seguridad: no se necesita.
- Controles:
  - 1º Comprobar el buen estado de las tijeras
  - 2º Comprobar el buen estado de la maquina de coser
  - 3º Comprobar que la geometría y dimensiones finales del conjunto coincida con la que se indica en los planos
  - 3º Comprobar el buen estado de la costura
- Pruebas: no se necesitan.

#### ENSAMBLAJE ESTRUCTURA SUPERIOR E INFERIOR

PIEZAS		
ELEMENTO	DENOMINACIÓN	CANTIDAD
1.1.1	Subconjunto cuero y estructura superior	1
1.1.2	Subconjunto cuero y estructura inferior	1
1.1.3	Sujeción remache A	1
1.1.4	Remache A	2

Tabla 16. Fabricación estructura superior e inferior

#### 1ª Operación: Unir la estructura inferior con la superior

- Mano de obra: "Oficial de 3ª"

- Medios auxiliares: No aplica
- Forma de realización:
  - 1º Encajar los extremos de la dos estructuras
  - 2º Introducir el remache por la ranura
  - 3º Colocar la sujeción del remache
  - 4º Repetir los pasos 2º y 3º con la otra parte
- Seguridad: no se necesita.
- Controles:
  - 1º Comprobar el buen estado de las piezas impresas en 3D
  - 2º Comprobar que el movimiento de las dos estructuras sea el adecuado
  - 3º Comprobar que el remache es resistente
  - 4º Comprobar que ninguna pieza se haya roto o agrietado
- Pruebas: no se necesitan.

ENSAMBLAJE ESTRUCTURA INFERIOR Y SUPERIOR CON LA MANO\*

PIEZAS		
ELEMENTO	DENOMINACIÓN	CANTIDAD
1.1	Subconjunto cuerpo y estructura brazo	1
1.2	Mano	1
1.3	Sujeción remache B	2
1.4	Remache B	2

Tabla 17. Ensamblaje estructura superior e inferior

\* Importante : si la mano no se adquiere ya impresa, se añadiría al apartado de fabricación de piezas por impresión 3D y se seguirían los mismos pasos.

**1ª Operación:** Unir la estructura del brazo con la mano

- Mano de obra: “Oficial de 3ª”
- Medios auxiliares: No aplica
- Forma de realización:
  - 1º Encajar los extremos del brazo y la mano
  - 2º Introducir el remache por la ranura
  - 3º Colocar la sujeción del remache
  - 4º Repetir los pasos 2º y 3º con la otra parte
- Seguridad: no se necesita.
- Controles:
  - 1º Comprobar el buen estado de las piezas impresas en 3D
  - 2º Comprobar que el movimiento de las dos estructuras sea el adecuado
  - 3º Comprobar que el remache es resistente
  - 4º Comprobar que ninguna pieza se haya roto o agrietado
- Pruebas: no se necesitan.

**FUNCIONAMIENTO DE LA PROTESIS**

<b>PIEZAS</b>		
<b>ELEMENTO</b>	<b>DENOMINACIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>
1	Subconjunto estructura prótesis	1
2	Regulador hilo	3
3	Tornillo	3

PIEZAS		
ELEMENTO	DENOMINACIÓN	CANTIDAD
4	Hilo	3

Tabla 18. Funcionamiento de la prótesis

Material inicial:

- Bobina de hilo de pescar

**1ª Operación:** Cortar y preparar los hilos en su posición

- Mano de obra: "Oficial de 3ª"
- Medios auxiliares: Tijeras
- Forma de realización:
  - 1º Cortar con las tijeras tres trozos de hilo de 1,5 m cada uno
  - 2º Pasar un hilo por la ranura correspondiente a los dedos meñique y corazón.
  - 3º Pasar un hilo por la ranura correspondiente a los dedos indice y anular.
  - 4º Pasar un hilo por la ranura correspondiente al pulgar.
  - 5º Dejar los dos extremos del cada hilo igual de largos
  - 6º Pasar todos los hilos juntos por la ranura de la estructura inferior
  - 7º Pasar todos los hilos juntos por la ranura de la estructura superior
  - 8º Dejarlos hasta tener lista la siguiente operación
- Seguridad: no se necesita.
- Controles:
  - 1º Comprobar el buen estado de las tijeras
  - 2º Comprobar el buen estado de las piezas impresas en 3D
  - 3º Comprobar el buen estado del hilo de pescar

- 4º Comprobar que los extremos de hilos están a la misma distancia
- Pruebas: no se necesitan.

**2ª Operación:** Colocar los reguladores de hilos en la posición que les corresponde

- Mano de obra: “Oficial de 3ª”
- Medios auxiliares: Tornillos y destornillador
- Forma de realización:
  - 1º Introducir un regulador de hilo por la ranura correspondiente en la estructura de la prótesis
  - 2º Coger el destornillador y atornillar muy poco el regulador de hilo en su sitio para que no se mueva
- Seguridad: no se necesita.
- Controles:
  - 1º Comprobar el buen estado del destornillador
  - 2º Comprobar el buen estado de los tornillos
  - 3º Comprobar que el tornillo cumpla bien su función
  - 4º Comprobar que el regulador de hilo queda bien sujeto
- Pruebas: no se necesitan.

**3ª Operación:** Ajustar cada hilo a la posición que le corresponde

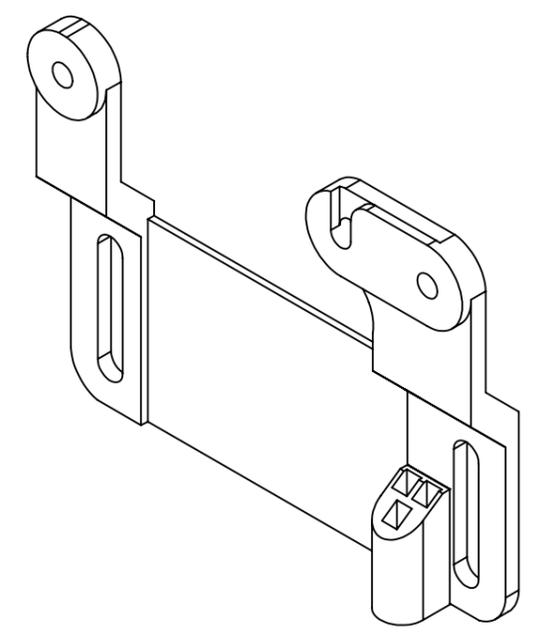
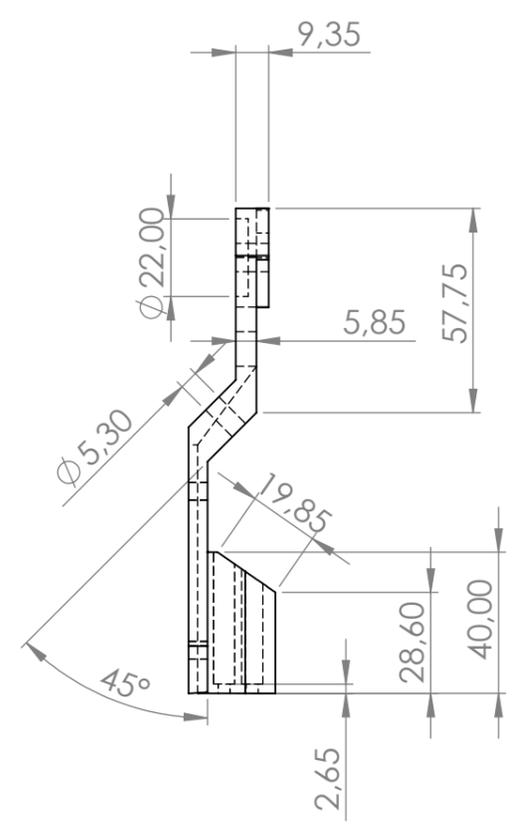
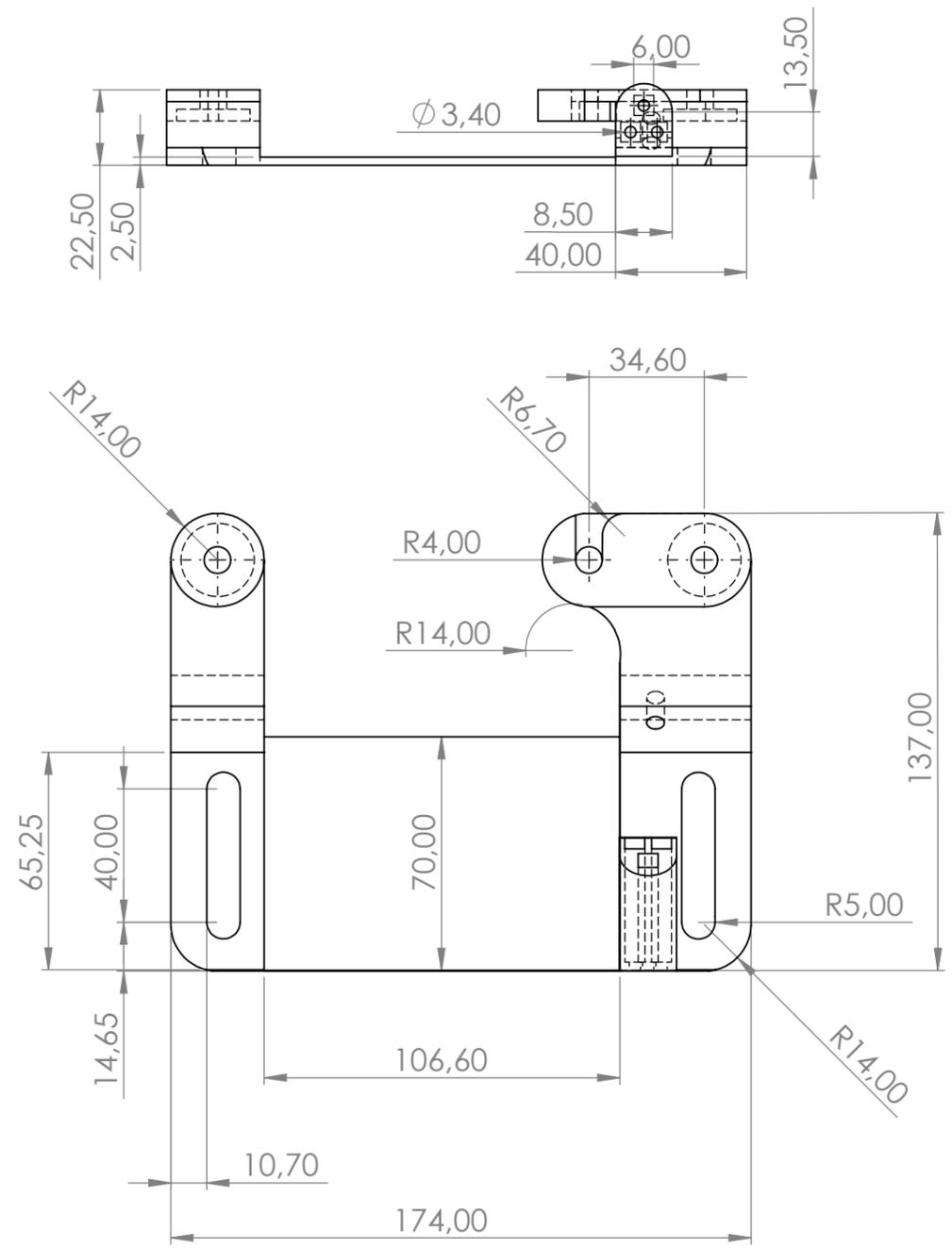
- Mano de obra: “Oficial de 3ª”
- Medios auxiliares: Destornillador y tijeras
- Forma de realización:
  - 1º Colocar la prótesis totalmente estirada de manera que los hilos tengan el mínimo recorrido.

- 2º Introducir uno de los extremos del hilo por la ranura de un ajustador de hilo.
- 3º Coger el otro extremo del hilo y realizar un nudo dejando el hilo tenso
- 4º Cortar el hilo sobrante
- 5º Repetir los pasos 2º, 3º y 4º con los otros dos hilos y sus respectivos reguladores
- 6º Coger el destornillador y tensar cada hilo en la posición deseada
- 7º Comprobar la relación entre la posición de la prótesis y el movimiento de los dedos.
- 8º Si la funcionalidad no es la deseada volver al paso 6º y ajustar de nuevo.
- Seguridad: no se necesita.
- Controles:
  - 1º Comprobar el buen estado de las tijeras
  - 2º Comprobar el correcto funcionamiento de la prótesis
- Pruebas: no se necesitan.

## PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVAS

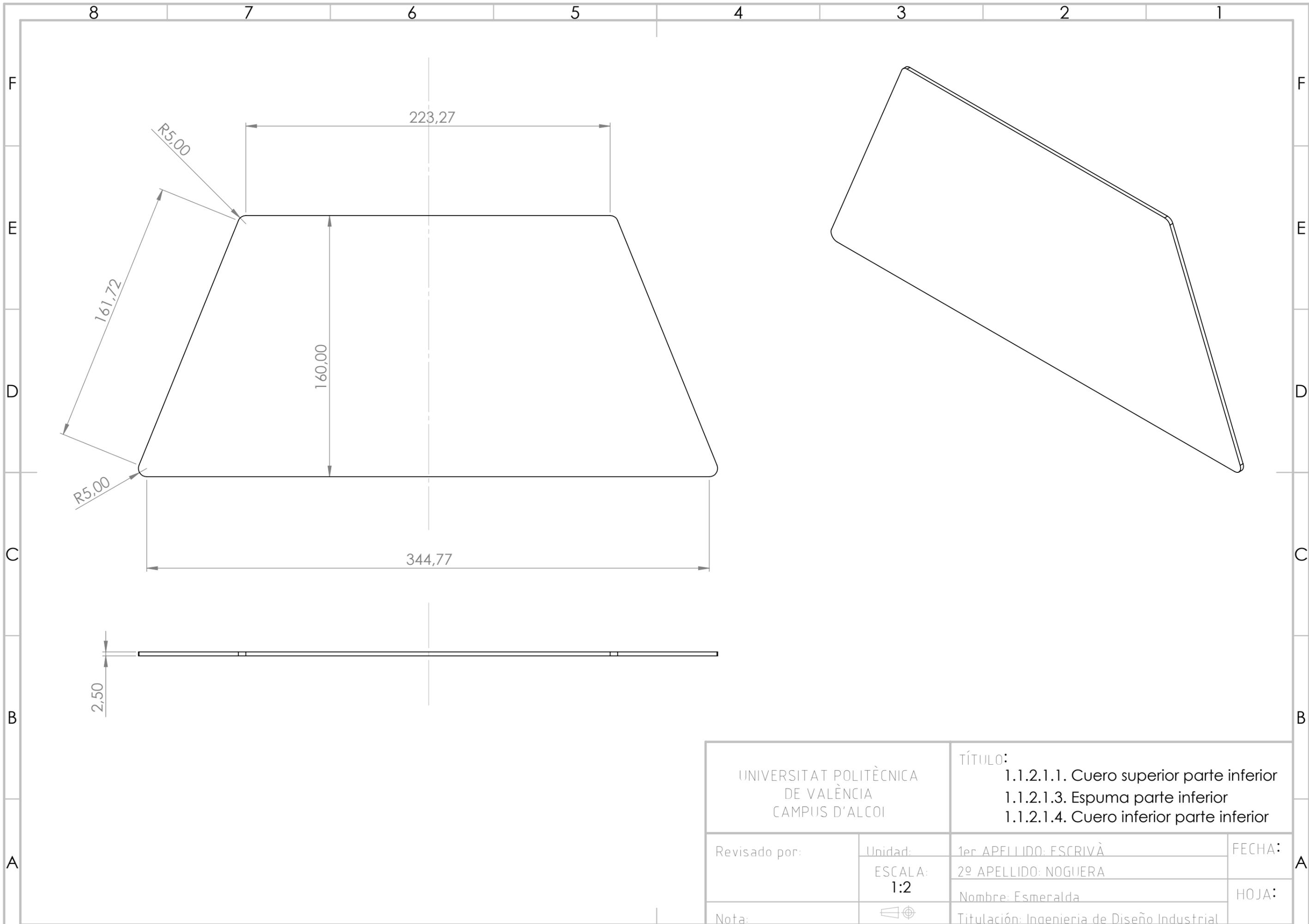
Dado que los trabajos de fabricación y ensamblaje están realizados por el propio usuario o una persona externa, no existe ningún acuerdo entre las obligaciones y derechos con una empresa contratista.

# PLANOS

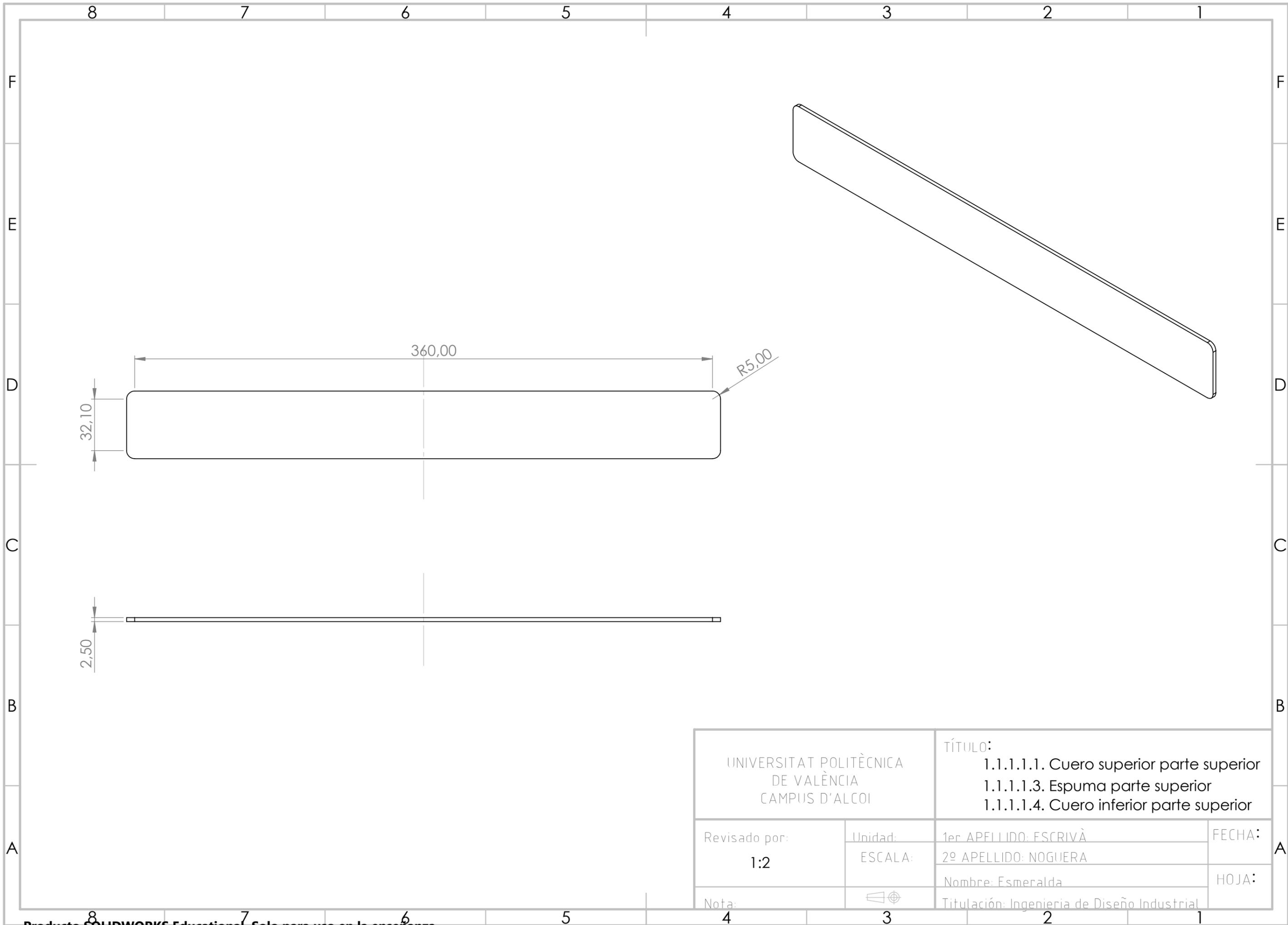


UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		TÍTULO: 1.1.1.2. Estructura parte superior	
Revisado por:	Unidad:	1er APELLIDO: ESCRIVÀ	FECHA:
	ESCALA: 1:2	2º APELLIDO: NOGUERA	
		Nombre: Esmeralda	HOJA:
Nota:		Titulación: Ingeniería de Diseño Industrial	





UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		TÍTULO: 1.1.2.1.1. Cuero superior parte inferior 1.1.2.1.3. Espuma parte inferior 1.1.2.1.4. Cuero inferior parte inferior	
Revisado por:	Unidad:	1er APELLIDO: ESCRIVÀ	FECHA:
	ESCALA: 1:2	2º APELLIDO: NOGUERA	
Nota:		Nombre: Esmeralda	HOJA:
		Titulación: Ingeniería de Diseño Industrial	



8

7

6

5

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

C

B

B

A

A

360,00

R5,00

32,10

2,50

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		TÍTULO: 1.1.1.1.1. Cuero superior parte superior 1.1.1.1.3. Espuma parte superior 1.1.1.1.4. Cuero inferior parte superior	
Revisado por: <b>1:2</b>	Unidad: ESCALA:	1er APELLIDO: ESCRIVÀ 2º APELLIDO: NOGUERA	FECHA:
Nota:		Nombre: Esmeralda	HOJA:
		Titulación: Ingeniería de Diseño Industrial	

8

7

6

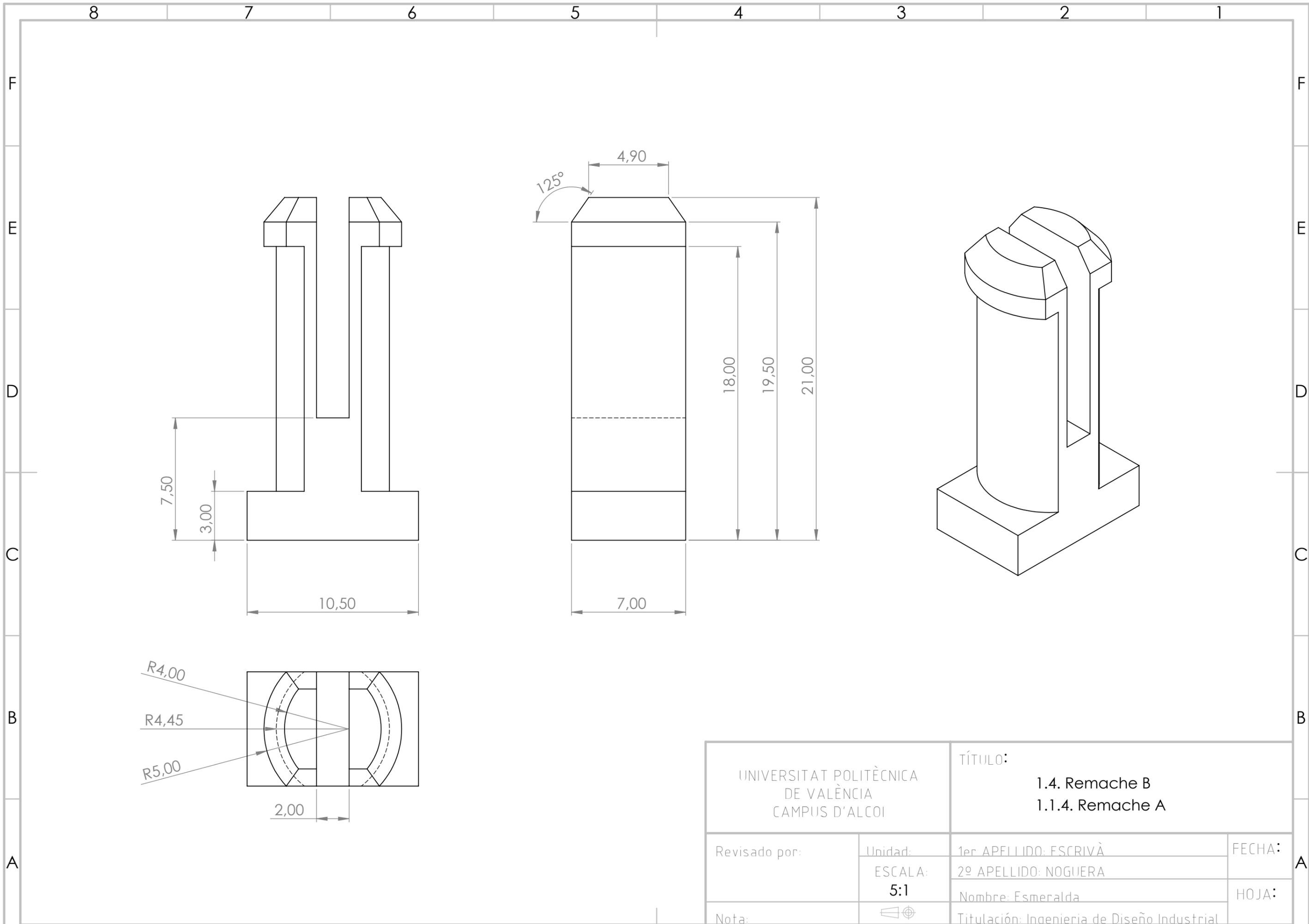
5

4

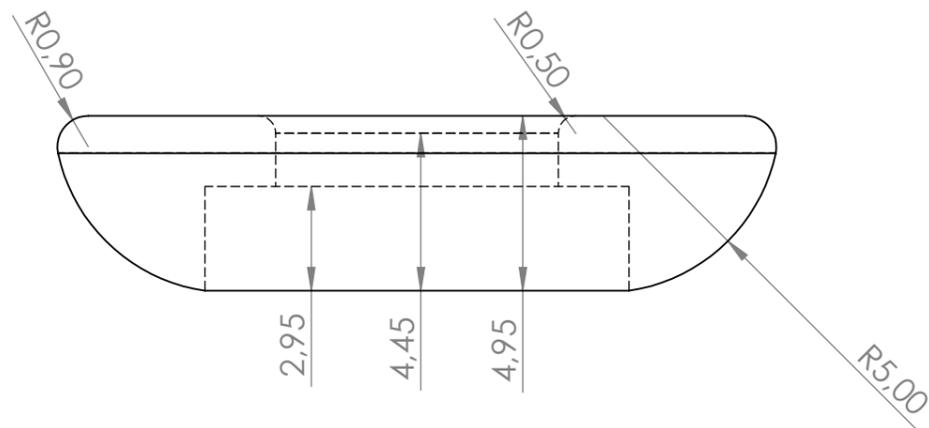
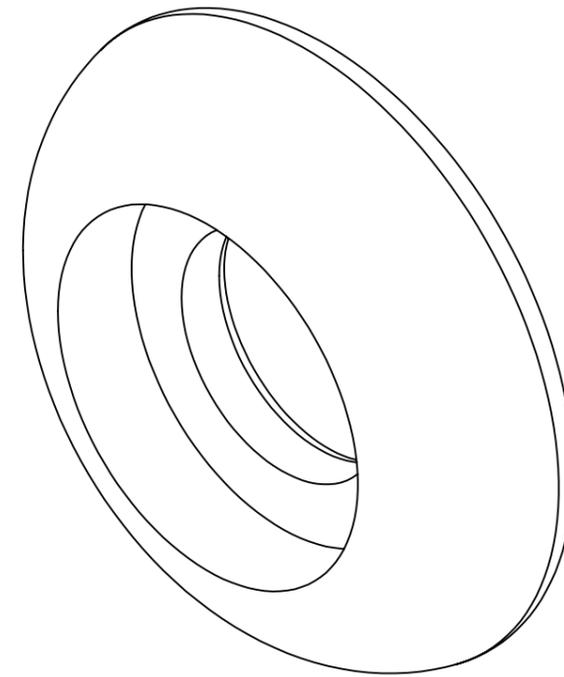
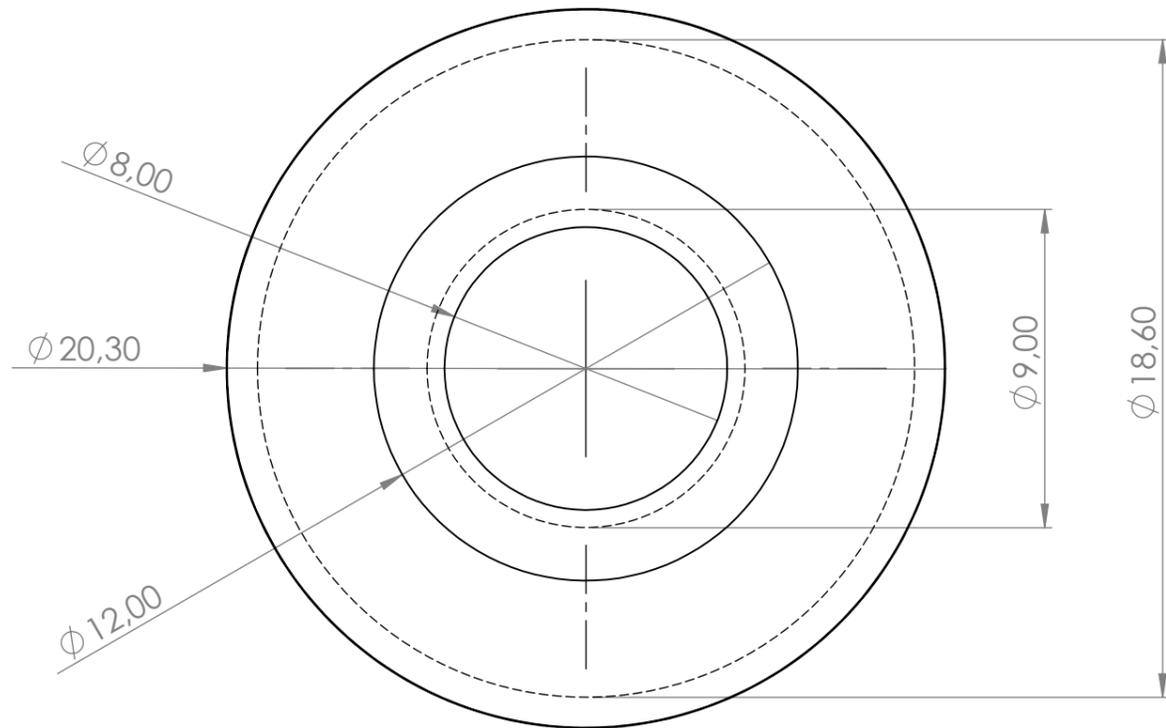
3

2

1



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		TÍTULO: 1.4. Remache B 1.1.4. Remache A	
Revisado por:	Unidad:	1er APELLIDO: ESCRIVÀ	FECHA:
	ESCALA: 5:1	2º APELLIDO: NOGUERA	
	Nota:	Nombre: Esmeralda	HOJA:
		Titulación: Ingeniería de Diseño Industrial	



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		TÍTULO: 1.3. Sujeción remache B 1.1.3. Sujeción remache A	
Revisado por:	Unidad:	1er APELLIDO: ESCRIVÀ	FECHA:
	ESCALA: <b>5:1</b>	2º APELLIDO: NOGUERA	
	Nota:	Nombre: Esmeralda	HOJA:
		Titulación: Ingeniería de Diseño Industrial	