

# **Diseño de una órtesis ergonómica tipo Walker mediante la reducción de piezas e impresión 3D.**

## 1. Memoria

---

Araceli Silva Hernández

Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

ETSID. Septiembre 2019

Tutor: Víctor Cloquell Ballester



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

# Índice

1. Objeto del proyecto.
2. Justificación del proyecto.
3. Estudios previos.
  - 3.1. Estudio de mercado y competencia.
    - 3.1.1. Situación actual.
  - 3.2. Patentes.
    - 3.2.1. Conclusiones de patentes analizadas.
  - 3.3. Entrevistas.
4. Briefing. Factores a considerar..
  - 4.1. Necesidades.
  - 4.2. Limitaciones .
  - 4.3. Condicionantes.
5. Planteamiento de alternativas.
  - 5.1. Breve descripción de propuestas.
  - 5.2. Criterios de selección.
  - 5.3. Justificación de la solución adoptada.
6. Descripción detallada de los elementos y componentes de la solución adoptada.
  - 6.1. Férula versión 0/1/2/3.
    - 6.1.1. Evolución.
    - 6.1.2. Materiales.
    - 6.1.3. Otras especificaciones.
  - 6.2. Velcro versión 0/1/2/3.
  - 6.3. Sistema: Férula versión 0/1/2/3.
  - 6.4. Sistema: Almohadilla.
    - 6.4.1. Evolución.
    - 6.4.2. Materiales.
    - 6.4.3. Otras especificaciones.
7. Justificación técnica detallada del diseño, dimensionamiento y selección de los componentes de la solución adoptada.
8. Descripción del plan de ejecución o montaje.
9. Descripción del programa de explotación o utilización.

10. Imagen gráfica.
11. Biografía.

# Introducción

Con este proyecto se pretende rediseñar y desarrollar una órtesis determinada para tobillo, una bota de tipo Walker. Gracias a una serie de objetivos y limitaciones establecidos al comenzar el proyecto, se han determinado unas alternativas posibles para la mejora del producto. La motivación para realizar este proyecto surgió hace 5 años, cuando por accidente, pisé una botella de cristal rota, que me diseccionó el tendón de aquiles. A partir de ahí, estuve meses con una rehabilitación constante para que no me dejara secuelas y, en consecuencia, tuve que llevar la bota ortopedica tipo walker durante varios meses. Esto hizo que a través de mi experiencia, sepa qué detalles se podrían solucionar del diseño de la bota para hacer que su tiempo de uso, sea lo más cómodo y normal posible para el usuario.

# 1. Objeto.

El objetivo principal del proyecto trata de desarrollar el rediseño de la bota ortopedica tipo walker. Para ello se diseñará una estructura simplificada de la ortesis, mejorando sus prestaciones y su ergonomía. También se tomará como parte de proyecto la mejora de las piezas que lo conforman, como son las almohadillas, el regulador del ángulo del tobillo y otras piezas que lo componen.

Creando así un nuevo producto totalmente mejorado para que cumpla así sus funciones básicas de proteger, rehabilitar y facilitar la vida cotidiana.

## 2. Justificación del proyecto.

La bota Walker es de las botas de ortesis más importantes en la industria de la ortopedia. Esta ortesis está diseñada para la rehabilitación de la rotura del tendón de aquiles como función principal, y para problemas de tobillo y esguinces. La rotura del tendón de aquiles es de las lesiones más frecuentes en deportistas y personas de 30/50 años, por lo tanto es un producto muy presente en este mercado.

La razón que motiva este proyecto es la necesidad de crear un nuevo producto mejorado que siga cumpliendo las necesidades de los clientes pero de una forma mucho más eficaz. Este producto es de los pocos que no ha tenido una gran evolución y mejoras a lo largo de los años, por ello, ha quedado obsoleto. Por esta razón necesita un rediseño para llegar a ser un producto competitivo dentro del mercado de la ortopedia.

Por ello queremos crear un diseño único y totalmente renovado, que sea distintivo dentro del sector y, sobretodo, que ofrezca unas prestaciones que los demás productos no puedan ofrecer.

El rediseño no solo se basa en mejorar la funcionalidad de producto sino también su ergonomía, peso y estética para que así, al fin, sea un producto inmejorable al 100% en cualquiera de los ámbitos.

### 3. Estudios previos.

Para determinar en qué situación se encuentra el producto actualmente y cómo se posiciona en el mercado, debemos realizar una serie de estudios de mercado y de la competencia. Gracias al análisis de los resultados de estos estudios podremos tener una idea general del producto y a qué segmento del mercado nos vamos a dirigir.

#### 3.1 Estudio de mercado y competencia.

Este estudio implica un análisis exhaustivo de las diferentes marcas y los productos que ofrecen actualmente, dando a conocer los productos existentes en el mercado.

**Walker rom.** Prim ortopedia.



**Ref. W100R WALKER ROM**

**Características:**

- Control ROM entre 45° flexión plantar y 30°, flexión dorsal en 7.5°.
- Bloqueo en 0°, 10° y 20° de flexión plantar y dorsal. Bajo perfil.
- Sencillo de manejo y confortable.
- Suela antideslizante y balancín para facilitar la marcha
- Inmovilización de la articulación tibio-tarsiana incluyendo pie, tobillo y pantorrilla

**Indicaciones:**

Esguinces agudos de tobillo. Lesiones en los tejidos blandos de la pantorrilla. Fracturas por estrés de la tibia y peroné. Fracturas estables del pie y del tobillo. Fracturas distales de la tibia y el peroné. Cirugía del tendón de Aquiles.

## **AirWalker rom.** Prim ortopedia.



**Ref.: W100RH AIRWALKER ROM**

### **Características:**

- Consigue la máxima adaptación gracias a su bolsa de aire.
- Se puede regular la compresión.
- Control ROM entre 45° flexión plantar y 30°, flexión dorsal en 7.5°.  
Bloqueo en 0°, 10° y 20° de flexión plantar y dorsal. Bajo perfil.
- Sencillo de manejo y confortable.
- Suela antideslizante y balancín para facilitar la marcha

## **MaxTrax® Rom.** DJOGlobal.



### **Función:**

- Permite la inmovilización de tobillo en casos de rupturas del tendón de aquiles, tratamiento quirúrgico y no quirúrgico, fracturas del tobillo o pie.

### **Características:**

- Ángulo ajustable. Amplitud planar hasta 45° de doblez planar y 7,5 dorsal
- Absorción del choque
- Favorece la marcha
- No contiene látex



**MaxTrax® Rom Air.** DJOGlobal.



**Función:**

Bota neumática que se hincha gracias a una bomba integrada para ayudar a la reducción del dolor y mejorar la circulación.

**Características:**

- Ángulo ajustable. Amplitud planar hasta 45° de doblez planar y 7,5 dorsal
- Absorción del choque
- Favorece la marcha
- No contiene látex

**TD ROM WALKER.** Thuasne.



**Función:**

Bota para caminar tipo walker, que facilita la marcha y rehabilita.

**Características:**

- Rango de ajuste de movimiento de 45° en flexión plantar a 30° en flexión dorsal en graduaciones de 7,5°
- Soporte firme proporcionado por los refuerzos metálicos laterales con forma anatómica
- Producto ultra-ligero para conseguir un alto nivel de comodidad con el uso del día a día
- 2 versiones: larga y corta

## OPPO 3109 WALKER ARTICULADO CON CÁMARA AIRE. Oppomedical.

### Características:



- Barras rígidas a ambos lados que estabilizan la articulación del tobillo
- Forro acolchado con espuma y cámara de aire para mayor comodidad
- Base amplia con suficiente espacio para pies y tobillos hinchados
- Protección total de tejidos lesionados
- Conservación de la alineación anatómica para la rehabilitación
- Uso para la limitación del rango de movimiento: 0°, 7,5°, 15°, 22,5°, ó 30° para flexión y dorsiflexión plantar

## W210 Ortec Walker con articulación. Emo.

### Características:



- Ortesis inmovilizadora de tobillo a 90°. Control de rango de movimiento de flexo-extensión cada 7,5° en cualquier posición entre 45° de flexión dorsal y 45° de flexión plantar.
- Gran estabilidad gracias a sus amplios tutores laterales.
- Botín almohadado que amortigua los impactos durante la deambulación.
- Diseño ligero, resistente y muy estable. Suela con forma de balancín antideslizante que facilita la marcha completa.
- Sistema de cierre y ajuste mediante cinchas con velcro.

## W215 Walker articulación/neumático



### Características

- Ortesis inmovilizadora de tobillo a 90° con posibilidad de control de rango de movimiento de flexo-extensión cada 7,5° en cualquier posición entre 45° de flexión dorsal y 45° de flexión plantar.
- Almohadillado transpirable con ajuste neumático regulable de una amplia cámara de aire.
- Gran estabilidad gracias a sus amplios tutores laterales.
- Botín almohadillado que amortigua los impactos durante la deambulación.

- Diseño ligero, resistente y muy estable.
- Suela con forma de balancín antideslizante que facilita la marcha completa.
- Sistema de cierre y ajuste mediante cinchas con velcro.
- Permite la incorporación de cuñas.

## Medi ROM Walker. Medi.



### Características

- Flexión plantar: 0°, 10°, 20°, 30°, 40° y flexión dorsal: 20°, 10°, 0° e inmovilización en cada ajuste de ángulo de 10°.
- Marcha fisiológica gracias al diseño suela balancín.
- Compresión controlada mediante la válvula anterior y posterior así como la cinta de velcro circular
- Aluminio, espuma de PU, algodón
- Lave las almohadillas a mano, preferiblemente usando un detergente de medi.
- No usar lejía.
- Dejar secar al aire.

## WALKER ARTICULADO REFERENCIA: EST-086



De diseño ligero y resistente, actúa desde el tercio proximal de la pierna hasta el pie con dos pletinas medio-laterales rígidas unidas a articulaciones monocéntricas, con sistema de regulación de flexo-extensión de 0 a 40° en intervalos de 10° y suela de perfil bajo antideslizante en forma de balancín, facilitando el desarrollo del paso. Una almohadilla envolvente de material transpirable para pierna, tobillo y pie. Cinchas de sujeción para completar la adaptación del miembro a la órtesis, inmovilizando el mismo.

## AIR WALKER ARTICULADO



Posee las mismas características que la anterior, pero aparte posee una bolsa de aire (con bomba de inflado y válvula reguladora) que optimiza la superficie de contacto con el miembro para una mayor eficacia en el efecto de contención.

## **Competencia.**

### **Oppo medical**

Fundada en Seattle, Washington en 1997, OPPO MEDICAL se ha convertido en una multinacional médica que contribuye cada año a que 3,5 millones de personas, en más de 60 países de los cinco continentes, disfruten de un estilo de vida saludable.



Gracias a la profesionalidad y el carácter innovador de sus procesos, OPPO, una de las primeras marcas ortopédicas del mundo, propone las líneas de productos más amplias en ortopedia, cuidados del pie y plantillas, así como medias de compresión. La empresa OPPO está decidida a ampliar las fronteras de la medicina ortopédica con las técnicas de fabricación más avanzadas, las normas más estrictas en cuanto a materiales y el control de calidad más riguroso.

OPPO está profundamente arraigada en el diseño humanista, un valor que respetamos y en el que nos basamos para crear, desarrollar y suministrar las mejores soluciones ortopédicas para acompañar el estilo de vida saludable.

### **Primortoopedia**

Referencia en el mercado de suministros hospitalarios y ortopédicos, en fisioterapia, talasoterapia, termalismo, spa, rehabilitación, geriatría y ayudas técnicas.



Su compromiso se basa en la calidad del servicio con el cliente, lealtad y transparencia con sus proveedores, y buen gobierno y responsabilidad social con los empleados y con el conjunto de la Sociedad.

Por su vocación de permanecer en el mercado, el Grupo Prim ha implantado una filosofía de alianzas internacionales donde se da cita su conocimiento del sector con las técnicas y productos más actuales. Fue en 1965 cuando Prim constituyó su primera alianza internacional con el grupo CAMP de Estados Unidos y en 1973 cuando implantó su fábrica de Móstoles.

Prim Clínicas Ortopédicas (E.O.Prim S.A.) es un conjunto de centros de atención y venta directa al público, con talleres propios. Cada centro de atención produce y adapta tanto dispositivos ortopédicos para cada paciente, como ayudas técnicas.

## **DJO Global**

Nuestro objetivo común es recrear el movimiento natural, lo que refleja nuestra pasión por ayudar a los pacientes a abrazar la vida en cada etapa y cada edad.



En DJO Global, nuestro objetivo es permitir a todas las personas a recuperar la alegría y la comodidad de movimiento natural.

Como empresa líder del sector sanitario, proporcionamos las instalaciones, recursos y equipo humano necesario para ofrecer dispositivos y servicios que permiten a los usuarios vivir la vida al máximo. Estamos comprometidos con la continua inversión en investigación y desarrollo para cumplir con nuestra misión de mejorar la vida mediante el desarrollo de los principales dispositivos médicos que se convierten en el estándar de cuidado en la prevención, tratamiento y rehabilitación.

"Como compañía líder mundial Ortésica centrado en ayudar a las personas mantener y recuperar la alegría de la movilidad natural, ofrecemos una cartera diversa de productos y soluciones para prevenir lesiones, la rehabilitación de los músculos, los huesos y las articulaciones y tratar el dolor. Nos esforzamos para dar a nuestros clientes de todo el mundo la clase de experiencia relacionada con la calidad del producto y la excelencia en el servicio".

## **EMO. Especialistas en ortopedia**

Gracias a la Ortopedia cada día millones de personas son capaces de sentirse mejor, y todas las personas que participamos en EMO nos sentimos orgullosos de contribuir a que esto sea posible. Tenemos la voluntad de liderar el camino hacia una Ortopedia más cercana gracias a productos innovadores y servicios que respondan a las necesidades de las personas y de los profesionales de la salud.



### **Fabricación propia**

Desde 1970 desarrollamos, fabricamos y acercamos a los profesionales productos ortopédicos. En todo el proceso se sigue un estricto criterio de calidad, desde el diseño industrial hasta la elección de los materiales, pasando por la propia producción. El conocimiento, la experiencia y la gran capacidad de producción hacen posible disponer de una gama de productos completa que incluye: Ortésica, Calzado, Mastectomía, Ayudas Técnicas, Protésica y Suministros.

### **Internacionalización**

Nuestra vocación internacional nos permite ofrecer en más de 20 países las mejores soluciones ortopédicas, con calidad y diseño contrastado.

### **Productos a medida**

La continua evolución en la forma de trabajar y desarrollar los productos han dado como resultado nuestro servicio de fabricación a medida Central Fab. Con este nuevo servicio ponemos al alcance de los ortopedas y pacientes la capacidad de disponer de productos a medida y personalizados, diseñados con las técnicas más novedosas.

## Medi

Queremos que nuestros productos y tecnologías sirvan para que la vida de las personas sea más fácil, mejor y más hermosa. Pretendemos cumplir este compromiso adaptándonos cada día a las distintas necesidades de cada cliente en todo el mundo.

Por eso la frase "me siento mejor" se hace realidad con medi, porque elaboramos productos específicos para cada indicación, es decir, soluciones eficaces del máximo nivel, basados en nuestro concepto modélico e individualizado y en una extensa red que los hace llegar exactamente donde se necesitan.

Nuestros productos y tecnologías están siempre al día, al máximo nivel de innovación.



## Orliman

Misión:

Con más de 70 años en el campo de la ortopedia, Orliman desarrolla y fabrica productos ortopédicos en serie, instrumentando el futuro de la recuperación de la movilidad, prevención sanitaria y mejoría funcional. Para ello, se basa en soluciones integrales, trabajadas en equipo con clientes, médicos, proveedores, distribuidores y creadores de tendencias futuras.



La visión de Orliman es ser una empresa innovadora, que lidere el mercado de ortopedia no invasiva en España y en mercados internacionales, buscando siempre nuevas maneras de satisfacer a ortopedias, comunidad médica y usuarios aportando tecnología y funcionalidad a sus productos.

La gran mayoría de sus productos disponen de la certificación Oeko-tex standard 100 y



certificaciones internacionales de la FDA, ASQUAL, GKV, entre otras y con los sellos de calidad ISO 13485 y 9001.

La empresa Orliman dispone de unas avanzadas instalaciones en las que fabrica la práctica totalidad de sus productos ortopédicos, con una alta capacidad productiva, los más modernos avances técnicos y personal altamente cualificado. Además, estas infraestructuras incluyen el primer sistema español de almacenaje y distribución totalmente robotizado del sector.

### 3.1.1 Situación actual. Conclusiones

Una vez realizado el estudio de mercado podemos llegar a una serie de conclusiones que se tendrán en cuenta a la hora de hacer el briefing del rediseño.

Una de las cuestiones iniciales es a qué modalidad de ortesis nos vamos a centrar. Como ya se ha comentado anteriormente, la modalidad que más se utiliza en el mercado de estas ortesis son las destinadas a las roturas del tendón de aquiles, por lo tanto es en la que nos vamos a centrar.

Podemos concretar también que es un producto popular, sin embargo el diseño ha sufrido pocos cambios a lo largo de los años. Sigue cumpliendo el objetivo principal de rehabilitación pero con un diseño anticuado y poco ergonómico. Hoy en día la tecnología ha evolucionado en los campos de la innovación en prótesis de distintas ramas, siendo esta ortesis la que menos transformaciones ha sufrido y por lo tanto no está actualizada en los problemas fisiológicos que puede suponer llevarla a día de hoy.

En cuanto al precio podemos ver el rango en el que se encuentran este tipo de ortesis. El abanico está entre las más simples, alrededor de 90 euros, y las que presentan más prestaciones que pueden rondar los 200 euros.

En relación con las características técnicas del producto, todas las prótesis analizadas poseen una serie de similitudes a destacar y son las siguientes:

- La utilización de correas para sujetar la pierna a la prótesis. Como normal poseen entre 3 y 5 cinchas, la anchura de éstas son personalizables y se sujetan a través de un velcro.
- Todas poseen una suela balancín antideslizante que ayuda al paciente a caminar.
- Por la necesidad de ajustar el ángulo de la articulación del tobillo, el producto posee una rueda de regulación de dicho ángulo. En algunos casos, el mecanismo ha sido mejorado, pero casi en el 95% de los productos que encontramos en el mercado poseen el mecanismo antiguo, poco funcional, el cual necesita una llave para su regulación.
- Algunas de las ortesis destacan por ser neumáticas y poseer una bomba que produce presión en el pie para reducir el dolor. Es de las pocas innovaciones que ha sufrido.

En cuanto a los ángulos, todas las ortesis pueden regular el ángulo de la articulación del tobillo, tanto en flexión planar como flexión dorsal. El grado en el que se mueven la mayoría de las ortesis es de 10 grados en 10 grados y como ángulo total unos 30, 40 grados aproximadamente.

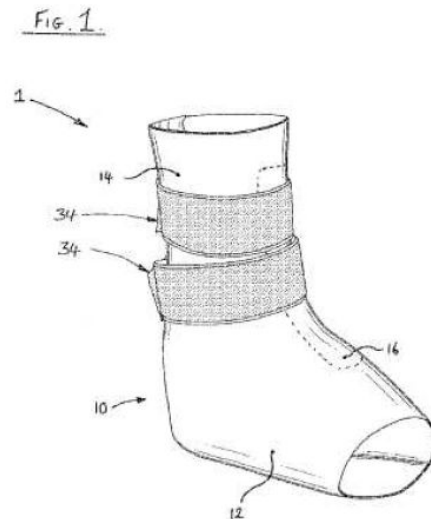
En cuanto al material destacar que la mayoría sirve como almohadillas para fijar la estructura al pie y al estar en contacto directo con piel tenemos que tener en cuenta materiales que no sean muy dañinos para la salud. Por esta razón la mayoría de almohadillas interiores están recubiertas de un textil adecuado para la piel.

## 3.2 Patentes

### #1 AU2005313182 (A1) — 2006-06-15

Nº de solicitud: AU20050313182 20051206  
Nº de prioridad: GB20040026729 20041206 ;  
WO2005GB04685 20051206

Una ortesis de tobillo-pie para sujetar el pie del paciente en flexión plantar. Está formada por un calcetín flexible, una estructura ortótica formada secciones tubulares que se enlazan entre sí, la cual es capaz de abrirse para facilitar la colocación del pie.



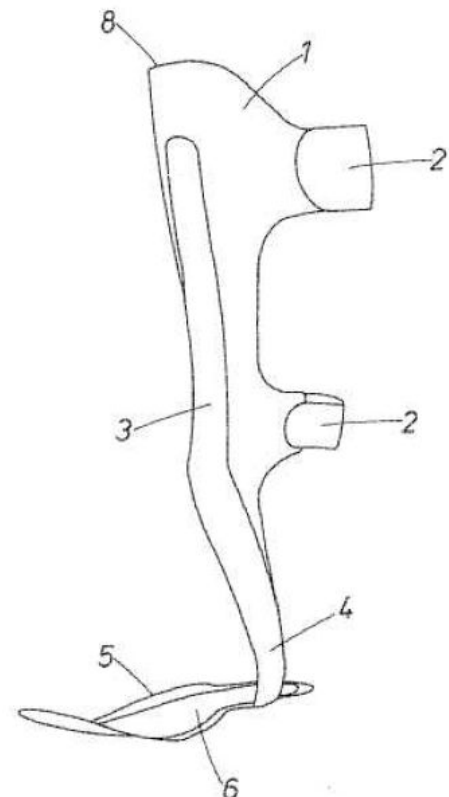
### #2 AT210417 (T) — 2001-12-15

Inventor:  
Nº de solicitud: AT19970935923T 19970710  
Nº de prioridad: US19970795973 19970205 ;  
WO1997SE01253 19970710

Una ortesis de tobillo y pie hecha de un material reforzado con fibra de carbono con poco peso. Se coloca en la parte delantera de la pierna, extendiéndose sobre el tobillo lateral y previniendo flexión plantar. La órtesis se puede usar debajo de la ropa ordinaria, dentro de los zapatos y ayuda en la marcha

La órtesis también comprende un medio de sujeción de la órtesis a la pierna. Esta supone un elemento de refuerzo sustancialmente inflexible en la parte de la pierna y un elemento flexible en la parte de la planta del pie.

El marco está hecho preferiblemente de material de resina plástica reforzada con fibra de vidrio flexible delgada. Dicho elemento flexible resistente está hecho preferiblemente de resina plástica reforzada con fibra de aramida.



### #3 ES2257541 (T3) — 2006-08-01

Inventor: SMITS JAN F A

Nº de solicitud:ES20020724847T

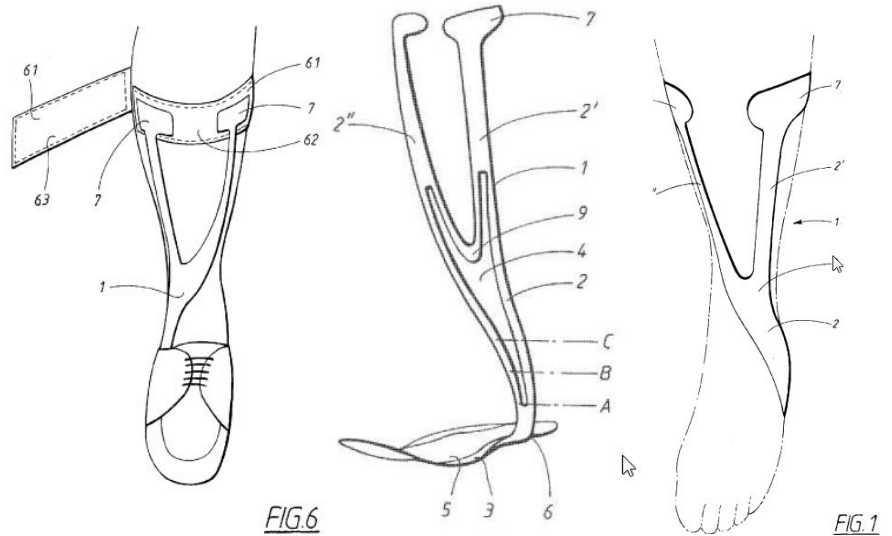
20020418

Nº de prioridad:SE20010001341

20010418

Una ortesis de tobillo-pie que comprende: una placa (3) de pie diseñada para colocarse debajo del pie de un paciente, un tirante (2) unido a dicha placa (3) de pie que se extiende por el costado lateral de la placa y unos medios de sujeción (61, 62, 63) para sujetar la ortesis (1) a la pierna del paciente, caracterizada porque el tirante (2) comprende una zona de bifurcación (9) que da lugar a dos derivaciones (2'', 2')

del tirante (2) dispuestas para extenderse sobre cada lado de la tibia.



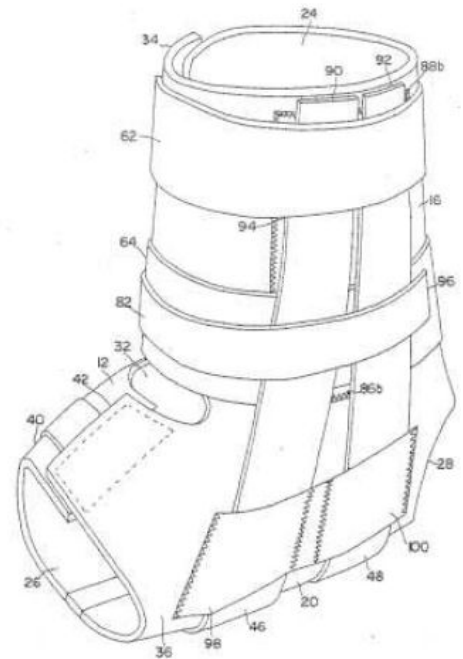
### #4 ES2257541 (T3) — 2006-08-01

Inventor: SMITS JAN F A

Nº de solicitud:ES20020724847T 20020418

Nº de prioridad:SE20010001341 20010418

Tobillera ortopédica que tiene una bota plegable que rodea la articulación del tobillo y la parte inferior del pie. Esta bota aplica compresión a la bota ya que posee unas bandas de tensión ajustables. Posee también unos elementos tensores para restringir la movilidad, que apoyan a las bandas, y por último otras bandas que mantienen la estabilidad



**#5 ES2630428 (T3) — 2017-08-21**

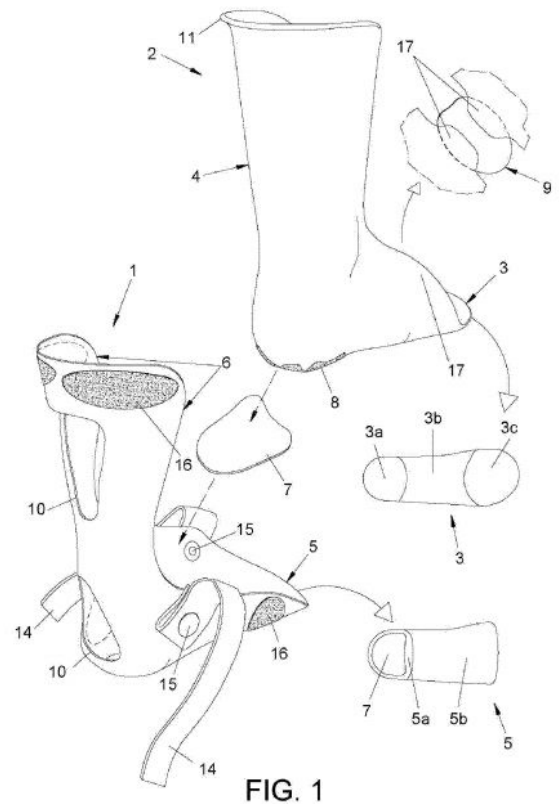
Inventor: MATEO BALLESTEROS SERGIO [ES];

MORTERA DOMENECH DAVID [ES]

Nº de solicitud: ES20160030466U 20160414

Nº de prioridad:ES20160030466U 20160414

Órtesis para pie y tobillo, formada por una pieza externa (1) y una pieza interna (2) que está en contacto con el pie y tobillo del usuario; donde la pieza externa (1) presenta una estructura envolvente que abraza una parte de la pieza interna (2) correspondiente con las zonas del tobillo, talón, dorso y parte de la planta del pie; y donde la pieza externa (1) tiene una segunda base (5) que está en contacto con una parte de una primera base. Caracterizada porque: la pieza exterior (1) tiene una mayor rigidez que la pieza interior (2); ya que (1) está fabricada con un material de polipropileno que confiere un comportamiento mecánico mejorado, tiene más resistencia a la fatiga y una mayor estabilidad. La pieza interior (2) de la órtesis está fabricada con un material blando seleccionando entre un material de polietileno de baja densidad y un material plástico siliconado; el cual proporciona una mejor adaptación a la estructura del pie y tobillo que repercute en un incremento de la comodidad para el usuario.



**#6 ES2558880 (A2) — 2016-02-09**

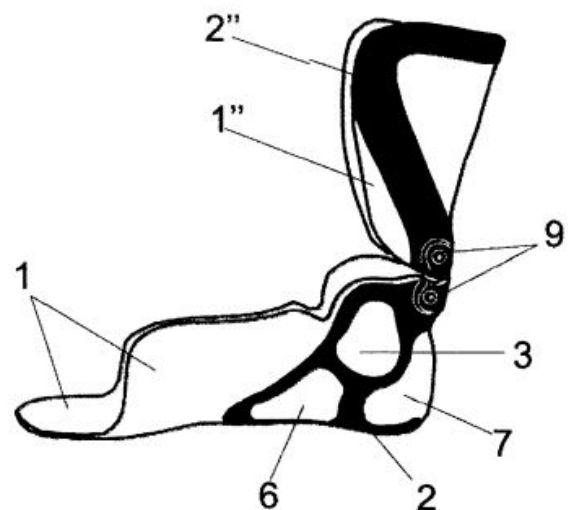
Inventor: : OCTAVIO MATA FRANCISCO [ES];

FERNÁNDEZ ESTUNIGA SARA

Nº de solicitud: ES20140000149 20140227

Nº de prioridad:ES20140000149 20140227

La órtesis, obtenida a partir de un molde de resina, plástico o material similar, incluye una pieza blanda (1) que se dispone cubriendo el pie y el tobillo, y una pieza rígida (2) que se dispone sobre la pieza blanda (1), para dar rigidez y control a ciertas zonas de movimiento del tobillo y pie. Tanto la pieza blanda como la pieza rígida poseen una serie de alerones que permiten el ajuste de la bota al pie y una correcta estabilización del tobillo.



**FIG. 4**

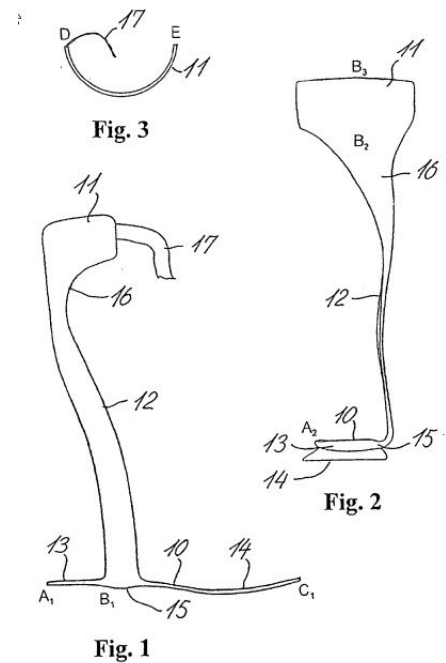
**#7 ES2558880 (A2) — 2016-02-09**

Inventor: : OCTAVIO MATA FRANCISCO [ES];  
 FERNÁNDEZ ESTUNIGA SARA

Nº de solicitud: ES20140000149 20140227

Nº de prioridad:ES20140000149 20140227

Ortesis de tobillo formada por una parte plana de soporte para el pie que se extiende por debajo del mismo, un soporte trasero para el talón, un soporte frontal y una parte arqueada para rodear el pie del usuario y facilitar la sujeción. La ortesis está hecha de un material plástico con fibras de refuerzo, de peso ligero y que se adapta a la forma, siendo la forma de la planta del pie mucho más flexible que la parte del soporte la cual es más rígida.



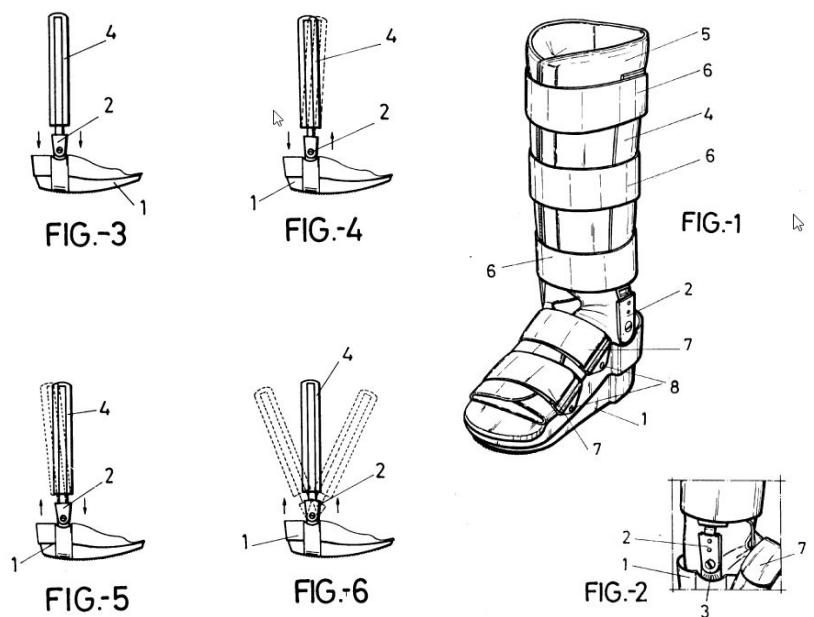
**#8 ES2558880 (A2) — 2016-02-09**

Inventor: : OCTAVIO MATA  
 FRANCISCO [ES]; FERNÁNDEZ  
 ESTUNIGA SARA

Nº de solicitud: ES20140000149 20140227

Nº de prioridad:ES20140000149  
 20140227

Prótesis externa y ajustable para el tratamiento traumatológico de extremidades inferiores y articulación del tobillo. Esencialmente caracterizada por estar dotada de un ajuste mediante cinchas de cierre de velcro y unos tutores laterales de adaptación individual.



### 3.2.1 Conclusiones de patentes analizadas

Después de la búsqueda de diferentes patentes podemos sacar en claro algunas cuestiones importantes para el proyecto. Sin embargo no todas las patentes encontradas son específicamente para la rama a la que nos vamos a centrar: bota Walker con ángulo ajustable, aun así nos servirá para tomar referencias ergonómicas.

La cuestión más importante a destacar es que la bota tiene que ser alta, y no corta. Ello implica más volumen de producto y más material, pero la razón es porque aunque creamos que solo está implicado la articulación del tobillo, también lo está el tendón de aquiles. Este tendón llega hasta la mitad del gemelo, y si queremos inmovilizarlo, ya sea por problemas con el propio tendón o por la articulación, debemos hacer la bota con una altura hasta la rodilla. A través del estudio ergonómico se establecerá qué medida estándar de la bota hay que utilizar.



Otra cuestión a destacar es el tema de la ergonomía del pie. Casi todas las patentes analizadas presentan una estructura para la pierna totalmente dinámica, es decir, se complementan con las curvas y la forma de la pierna. La estructura no contiene ningún tipo de forma geométrica para que mejore la ergonomía. Cabe destacar que la única parte del producto menos ergonómica es la base del pie, la cual tiene un aspecto rígido. Esta base es siempre un poco curvada para facilitar el movimiento, y sobre todo tiene que poseer una base antideslizante para no causar accidentes.

En cuanto a los materiales, está muy relacionado con el apartado anterior, la ergonomía, ya que se debe utilizar un material que se adapte al pie de forma eficaz. Además cabe destacar que la mayoría está formado siempre por dos partes, la estructura de un material rígido, y una parte interior que recubre la estructura y que es de un material más flexible y blando.

1. Para la estructura se suele utilizar un plástico resistente, el cual suele estar reforzado con fibras. Algunos de los ejemplos utilizados en las patentes son:
  - a. Material de resina plástica reforzada con fibra de vidrio flexible delgada (aramida)

- b. Material de polipropileno que confiere un comportamiento mecánico mejorado, tiene más resistencia a la fatiga y una mayor estabilidad
  - c. Material plástico con fibras de refuerzo, de peso ligero y que se adapta a la forma
2. Y por otro lado, para la parte interna
- a. Material de polietileno de baja densidad y un material plástico siliconado
  - b. Materia de baja densidad con recubrimiento textil

Otro tema fundamental de análisis es la sujeción a la pierna. En las patentes anteriores hemos podido observar que la mayoría poseen unas bandas que se ajustan con velcro para que pueda ser personalizable y apta para un gran rango de usuarios. También cabe destacar que estas bandas no son solo de sujeción sino también sirven para crear tensión y mejorar la circulación en la pierna. Por lo tanto debe ser considerado como un elemento clave en el rediseño del producto.



### 3.3. Entrevistas

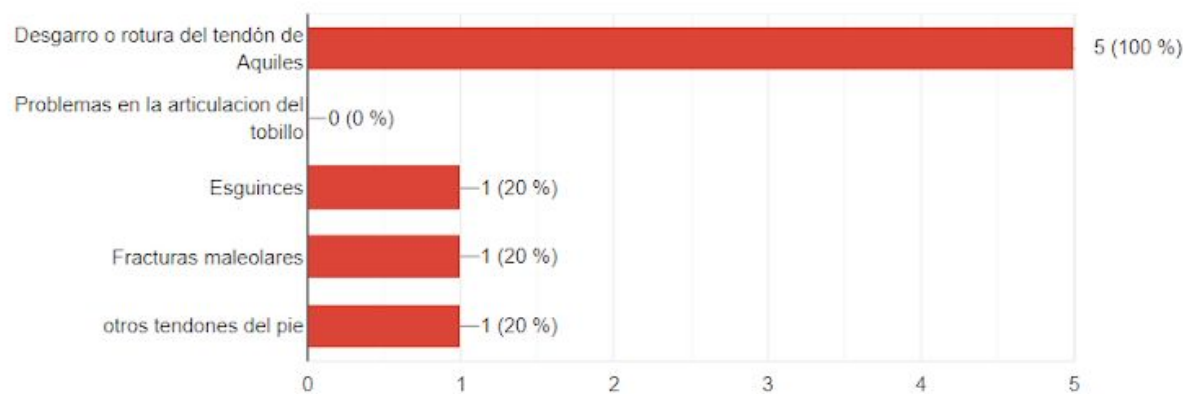
A continuación se mostrará el resumen de los datos obtenidos de las encuestas realizadas a profesionales y usuarios de la ortesis que se encuentra actualmente en el mercado.

Se han realizado preguntas sobre las cuestiones más importantes del diseño de la ortesis con el fin de hallar los puntos débiles y tomarlos a favor a la hora del nuevo diseño.

#### Entrevista a profesionales. Fisioterapeutas.

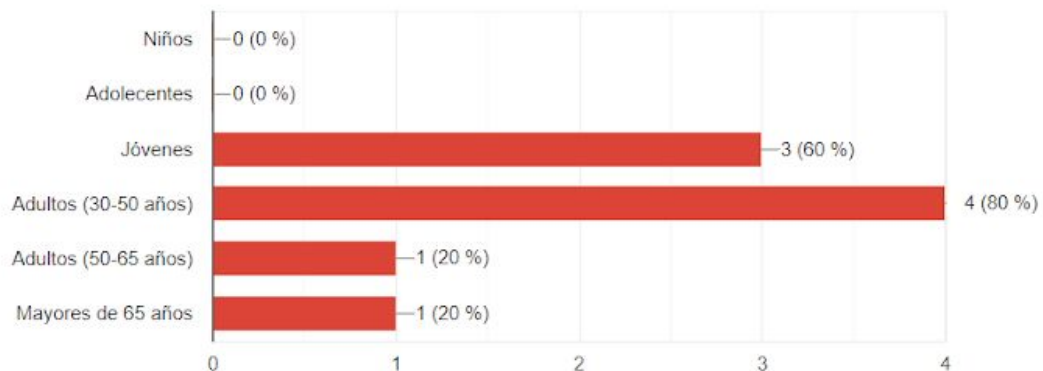
¿En qué casos has apreciado la utilización de la bota?

5 respuestas



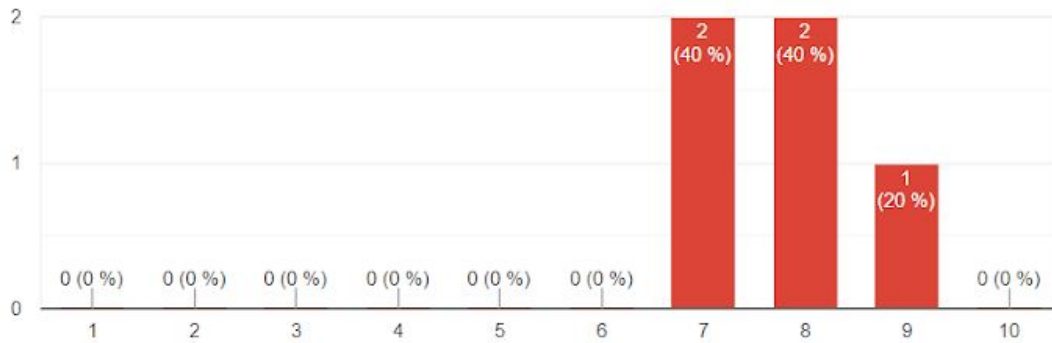
¿En qué edad suelen estar los pacientes que la utilizan?

5 respuestas



### ¿Cuál crees que es el grado de satisfacción de la gente que la ha utilizado?

5 respuestas



### ¿Cuales crees que son las ventajas de su utilización?

5 respuestas

Las ventajas es que inmoviliza bien el pie y permite caminar. Además de que es mas cómoda e higiénica que el yeso.

Alternativa al yeso, comodidad

No necesita de yeso

La comodidad

Ayuda a la rehabilitación y a llevar una vida normal

### ¿Cuales crees que son las desventajas de su utilización?

4 respuestas

Depende de que el paciente sepa y pueda ponérsela

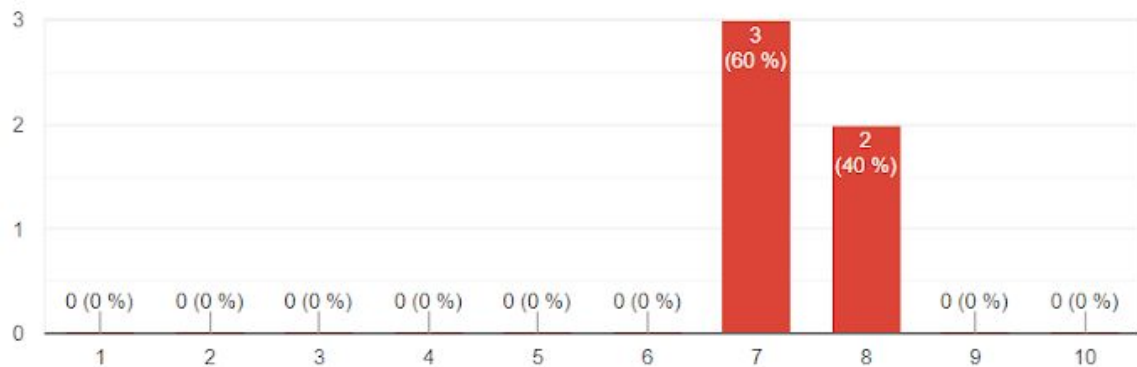
Muy grande aunque funcional

La atrofia de la articulación

Demasiado aparatoso

En cuanto a la funcionalidad del producto, ¿a qué nivel crees que cumple su función de rehabilitación?

5 respuestas



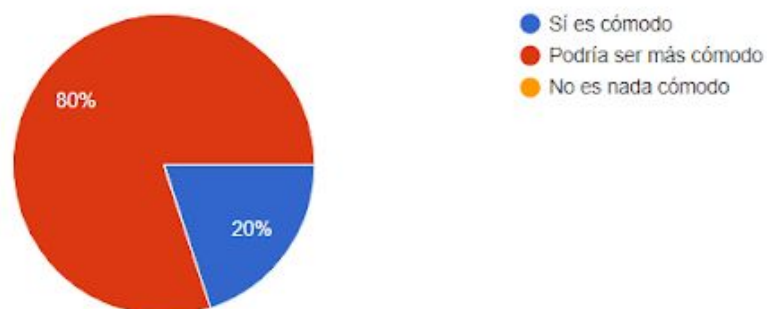
¿Cuáles serían las causas de una mala rehabilitación?

4 respuestas

- Mala angulación de la ortesis, depende de que el paciente sepa ponérsela.
- Su no utilización
- La mala colocación de la misma
- Mal uso de la bota

¿Es cómodo regular el mecanismo de ajuste del ángulo?

5 respuestas



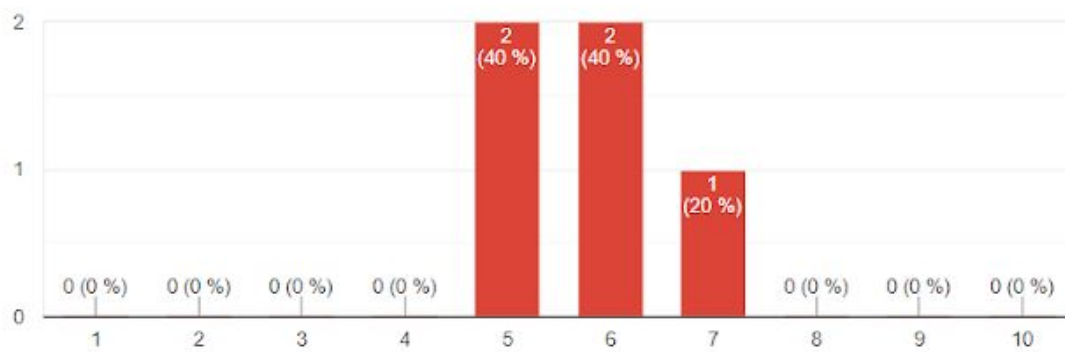
## ¿Crees que podría mejorar? ¿Cómo?

5 respuestas

Siendo más suave el mecanismo
Mejorando la calidad de los materiales
Menos volumen y mas forma de pie
Siendo más elástico
Podría ser mas comodo haciendolo mas simple

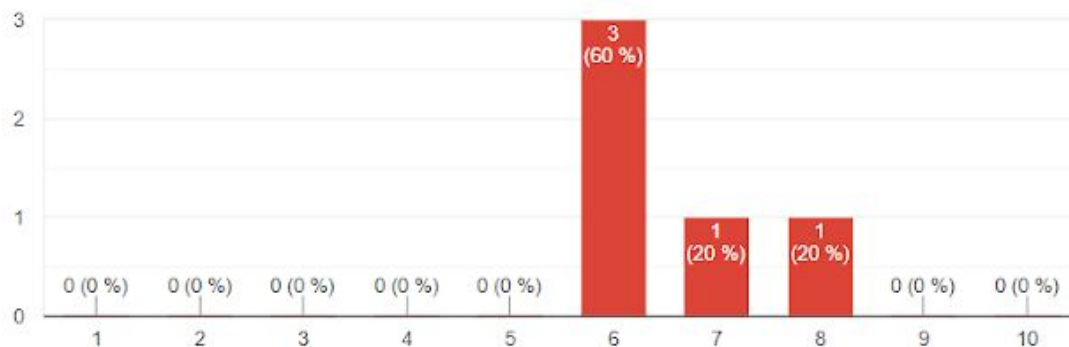
## Puntúa la estética del producto

5 respuestas



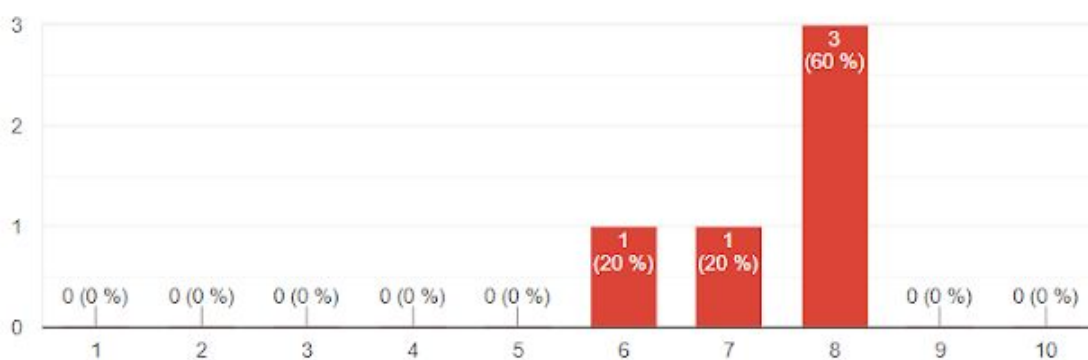
### Puntúa la ergonomía del producto

5 respuestas



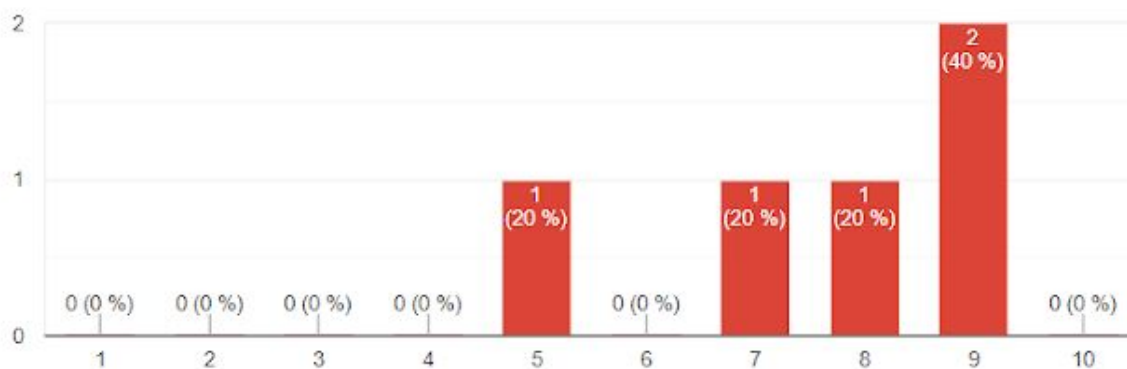
### Puntúa el peso del producto

5 respuestas



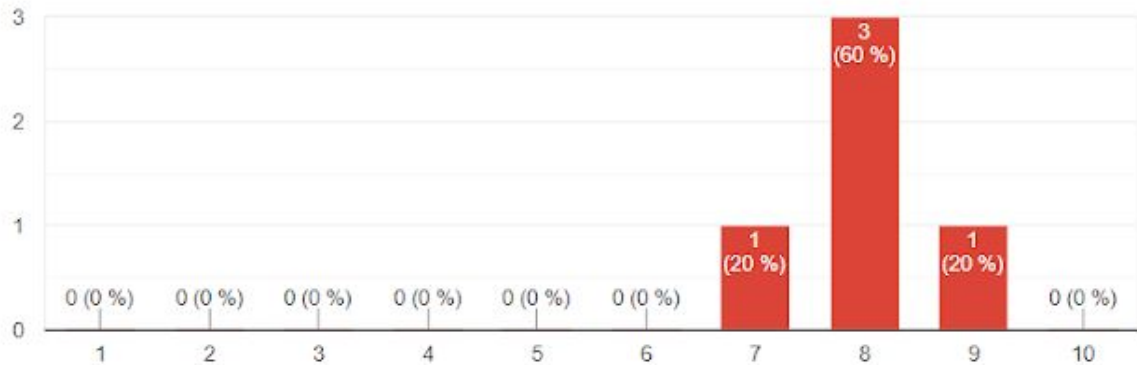
### Puntúa la sujeción del pie (velcro)

5 respuestas



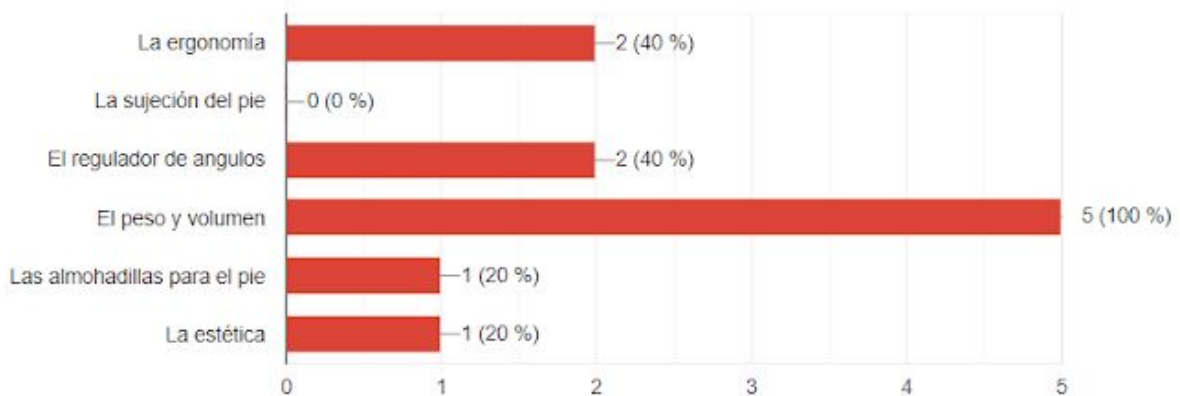
## ¿Crees que la bota es demasiado grande, que tiene mucho volumen?

5 respuestas



## ¿Qué cuestiones, de las que se nombran a continuación, mejorarías del diseño?

5 respuestas



## Desde el punto de vista profesional, ¿qué tres cuestiones se deberían tener en cuenta a la hora de realizar un rediseño?

5 respuestas

Peso y volumen inferiores, es muy grande.  
Las almohadillas que fueran más blandas.

Comodidad, ergonomía y peso.

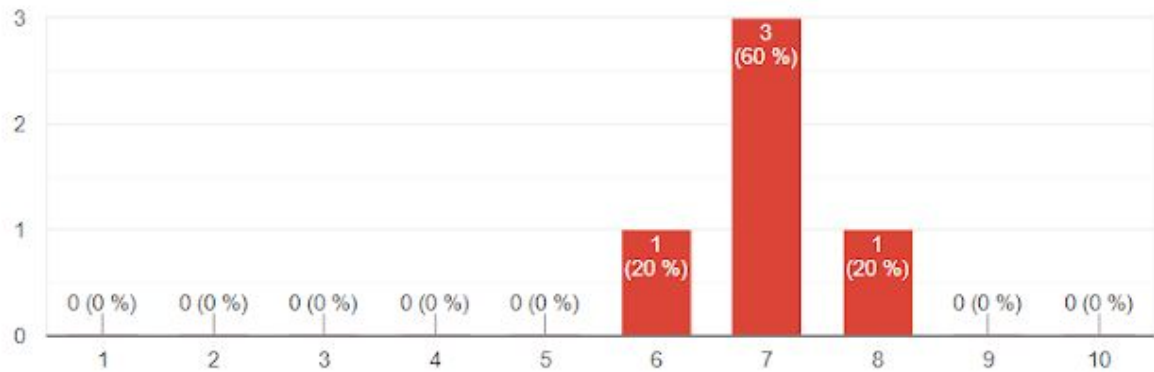
El tamaño del producto

La estética, la comodidad y la funcionalidad

La simplicidad

## Valora de forma general la órtesis

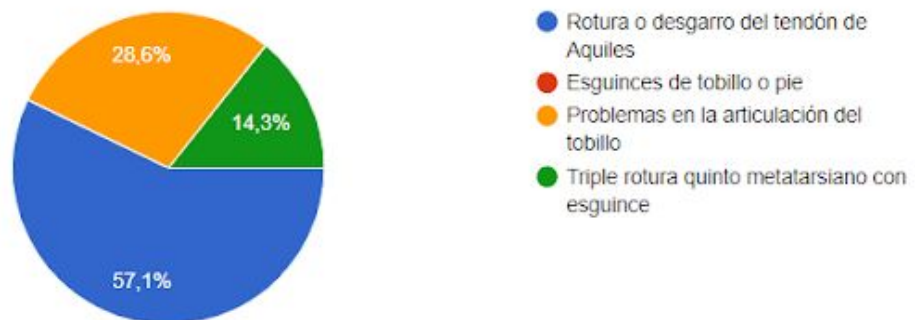
5 respuestas



## Entrevista a usuarios.

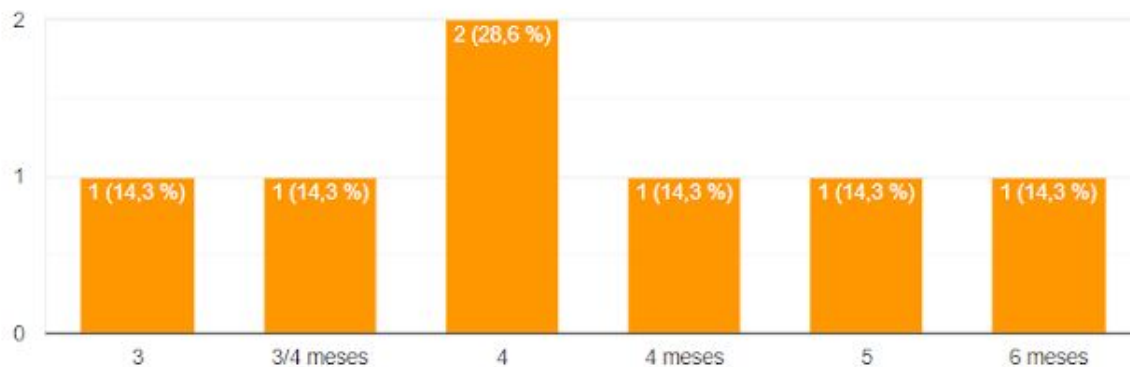
### ¿Cuál fue el motivo de su uso?

7 respuestas



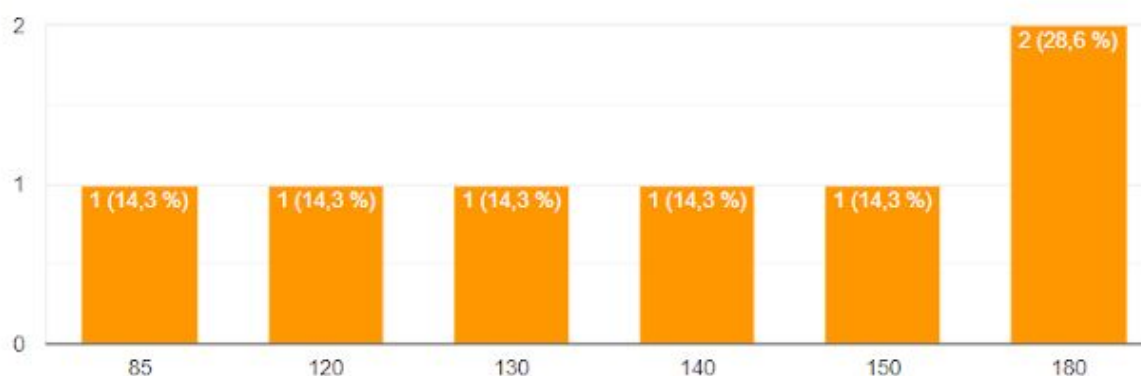
### ¿Cuántos meses tuviste que utilizarla?

7 respuestas



### ¿Cuál fue el precio?

7 respuestas



### ¿Cuales fueron las ventajas de su utilización?

7 respuestas

- Supuesta rehabilitación por deambulaci3n
- Me permitía andar y tener el pie inmovilizado
- Inmovilizaci3n y rehabilitaci3n
- Rehabilitaci3n y ayuda para andar y moverme
- Inmovilizaci3n
- Me ayud3 a caminar
- Me ayud3 en la rehabilitaci3n



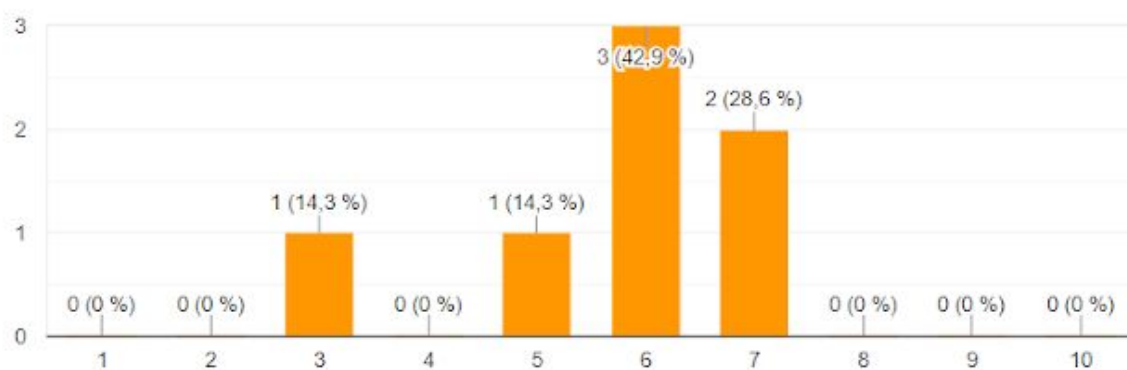
## ¿Y las desventajas?

7 respuestas

No fue útil
era muy grande, pesaba mucho y muy fea
Gran volumen y cambio de almohadillas
Peso y estética
Gran volumen, a veces te hacía daño
El volumen y la estética
Incómoda y volumen excesivo

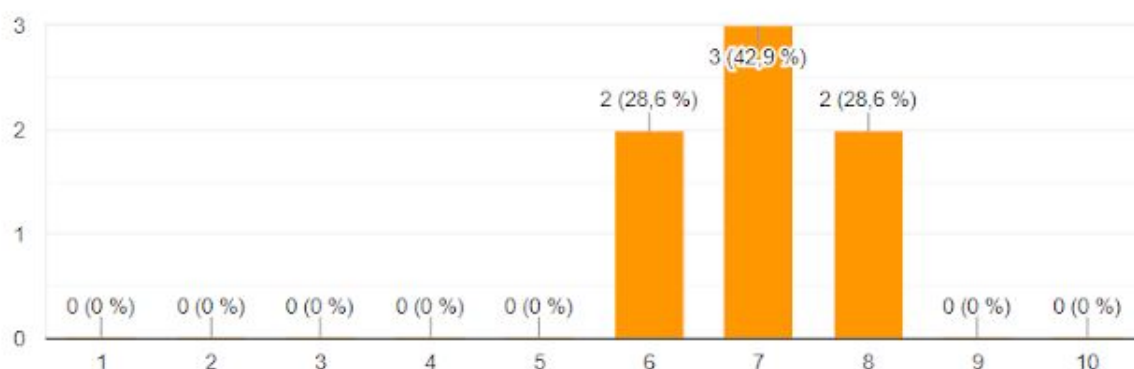
## Puntúa la estética del producto

7 respuestas



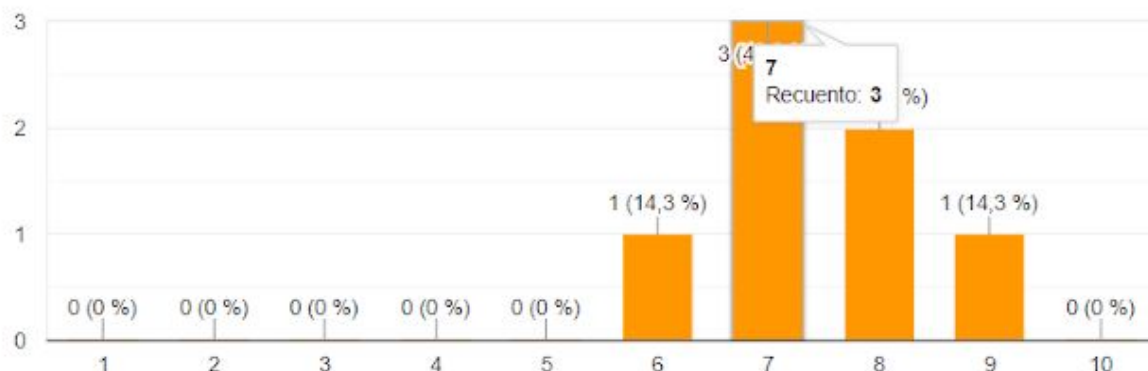
## Puntúa la ergonomía del producto

7 respuestas



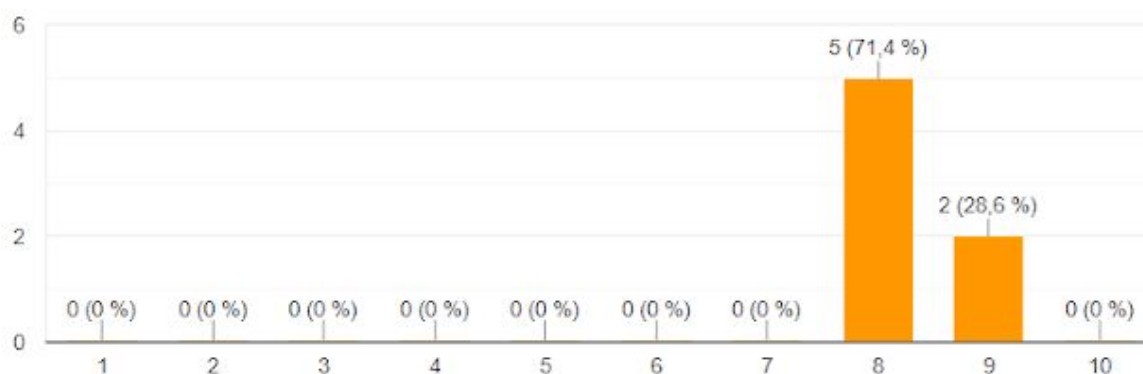
### Puntúa el peso del producto

7 respuestas



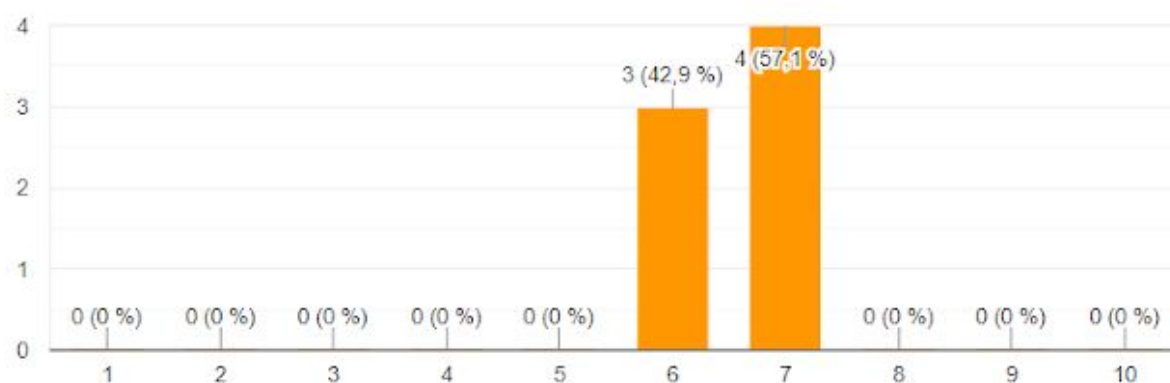
### Puntúa la sujeción del pie (velcro)

7 respuestas



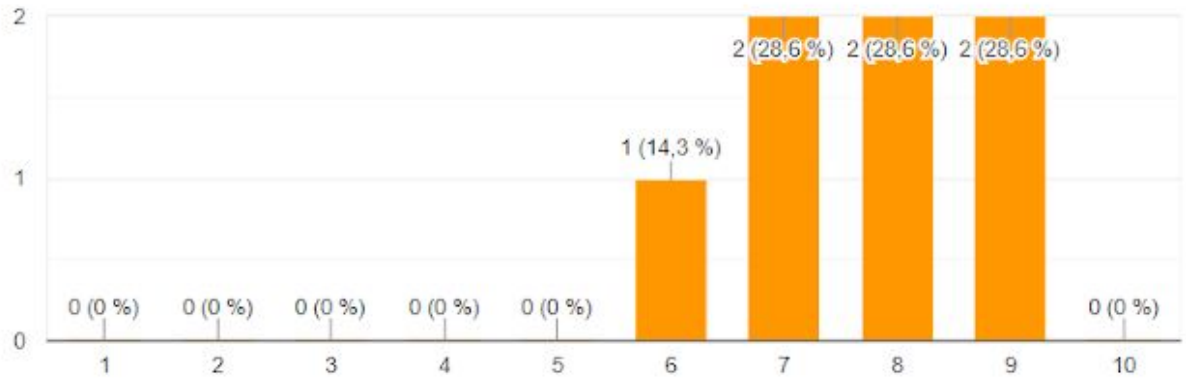
### ¿Es fácil regular el ángulo de la bota para la articulación del pie?

7 respuestas



¿Crees que la bota es demasiado grande, que tiene mucho volumen?

7 respuestas



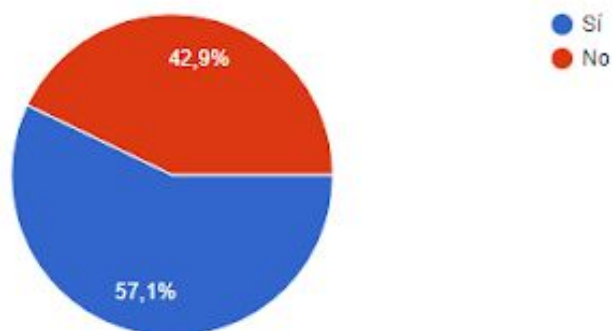
¿Cambiate las almодillas del pie en algùn momento?

7 respuestas



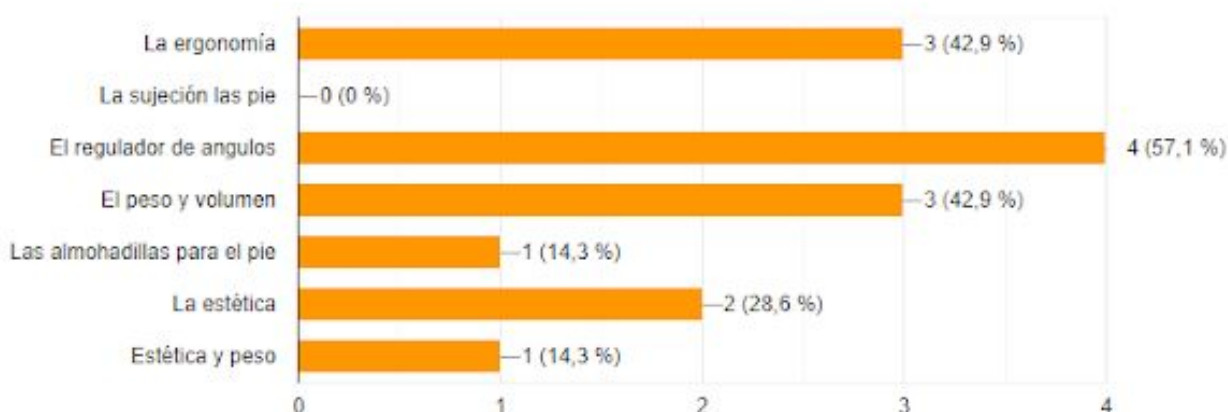
¿Es cómodo extraerlas para su posterior lavado?

7 respuestas



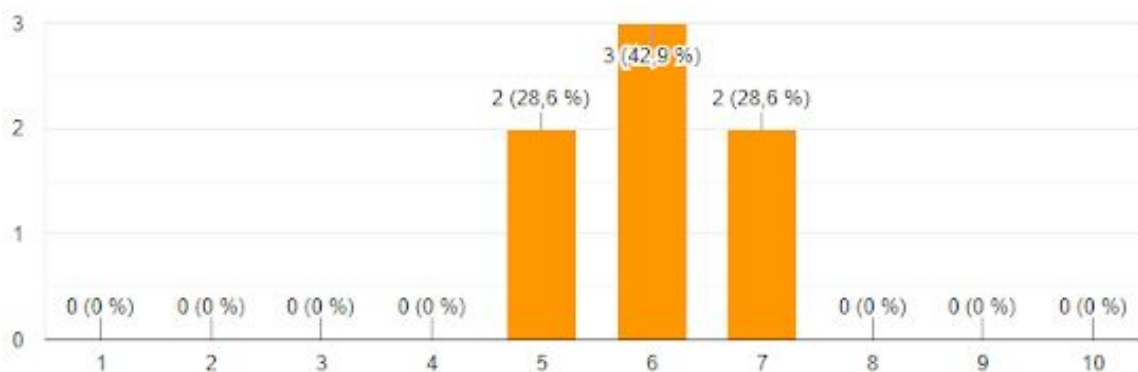
## ¿Qué cuestiones, de las que se nombran a continuación, mejorarías del diseño?

7 respuestas



## Valora la órtesis de forma general.

7 respuestas



## Conclusiones

En cuanto a fisioterapeutas.

En los tratamientos que se ha utilizado la bota tipo walker es con gran diferencia en la rotura del tendón de aquiles, de ahí la necesidad de ajustar el ángulo del tobillo. En cuanto a las desventajas que se obtienen son en relación al peso/volumen y la parte de articulación. El 80% se queja de que el mecanismo no es cómodo de utilizar. En cuanto a las puntuaciones

dadas se sigue sacando con ventaja que el problema de la bota es el peso/volumen y su ergonomía.

En cuanto a usuarios.

También predomina el uso de la bota por la rotura o desgarró del tendón de aquiles. El tiempo que se utiliza de media la bota es entre 3 y 5 meses. El rango de precios también ronda entre los 85 hasta los 185 euros, también depende del año en el que fueron compradas ya que a medida que ha ido pasando el tiempo se han ido abaratando. En cuanto a las desventajas, al igual que los profesionales, se quejan de el gran volumen que tienen estas ortesis. A la hora de puntuar, también sale como problema, con una puntuación muy alta, el tema del peso, estética y regulación de ángulos.

Conclusión final y comparación.

Como se ha podido observar en el resumen y sobre todo en las estadísticas, en ambos casos el problema predominante es la regulación de ángulos y la relación peso volumen, por lo tanto son dos cuestiones fundamentales a rediseñar. También destacar el tema de que la mayoría de casos de tratamiento necesitan una bota articulada, de ahí también que nos vayamos a centrar en ese producto ya que puede funcionar como ortesis fija y ortesis regulable. Otros factores a rediseñar son la ergonomía y estética del producto. Y por último destacar que queremos quedarnos en el rango de precios que hemos obtenido en las encuestas, ya que queremos presentar un producto de unas características mejoradas pero al mismo precio que la competencia.

## 4. Briefing. Factores a considerar.

### **Limitaciones.**

1. Inicialmente es un producto que ya está en el mercado por lo que ya tiene un precio medio establecido. Esto conlleva a que nuestro producto debe encontrarse en un rango de precio determinado, o incluso inferior, ofreciendo una funcionalidad mayor pero a un coste más bajo.
2. Hay que tener en cuenta las medidas ergonómicas estándar establecidas, a partir de ellas podremos redimensionar nuestro producto.
3. También hay que tener en cuenta los datos médicos, ya que al tratarse de un producto para curar una lesión tiene que tener en cuenta algunos requisitos importantes y fisiológicos.

### **Necesidades del producto del mercado.**

1. La necesidad principal que cubre es la de rehabilitar y mejorar la recuperación de intervenciones quirúrgicas del tendón de aquiles, esguinces y otros problemas relacionados con el tobillo y pie.
2. Es la mejor alternativa a la utilización del yeso.
3. Mejora de la calidad de vida en el proceso de rehabilitación, facilitando el movimiento y el andar del paciente que lo lleva.
4. En cuanto a desarrollo del producto, cubre la necesidad de una mejora en un producto que ha quedado obsoleto en el mercado.

### **Necesidades extra del rediseño del producto.**

1. Mejorar el mecanismo para ajustar el ángulo de la base del pie, creando un mecanismo más funcional y simple, sin necesidad de la utilización de piezas externas para su ajuste.

2. Reducción del peso de la ortesis para facilitar al paciente la movilidad. Esto implica la reducción del volumen considerablemente, sobre todo para mejorar el día a día del paciente, sin perder la funcionalidad de la suela balancín antideslizante, que ayuda en la marcha de paciente.
3. Mejora de la ergonomía de la ortesis para hacerla más cómoda al paciente, y que se ajuste a la forma del pie lo máximo posible.
4. Facilitar la extracción de las almohadillas del pie, para su lavado e intercambio.
5. Mejorar sostenibilidad y reciclaje. Se considera un punto a favor dentro del mercado que hay actualmente.
6. Por último, como un factor no tan importante en el rediseño, pero si para tener en cuenta, es la estética del producto. La cual mejorará la imagen del producto y del usuario durante su experiencia.

### **Condicionantes.**

1. Los materiales a utilizar tienen que ser aptos para impresoras 3D y que a la vez poseen las características necesarias para el producto. Actualmente solo hay 15 materiales de buenas condiciones aptos para impresoras 3D.
2. Se necesitan equipos adecuados para la fabricación de las piezas, y ello conlleva otra serie de maquinaria de extracción de humos ventilación y un espacio de almacenaje.

## 5. Planteamiento de alternativas.

### 5.1. Breve descripción de propuestas.

#### **Primera propuesta. Invisalign**

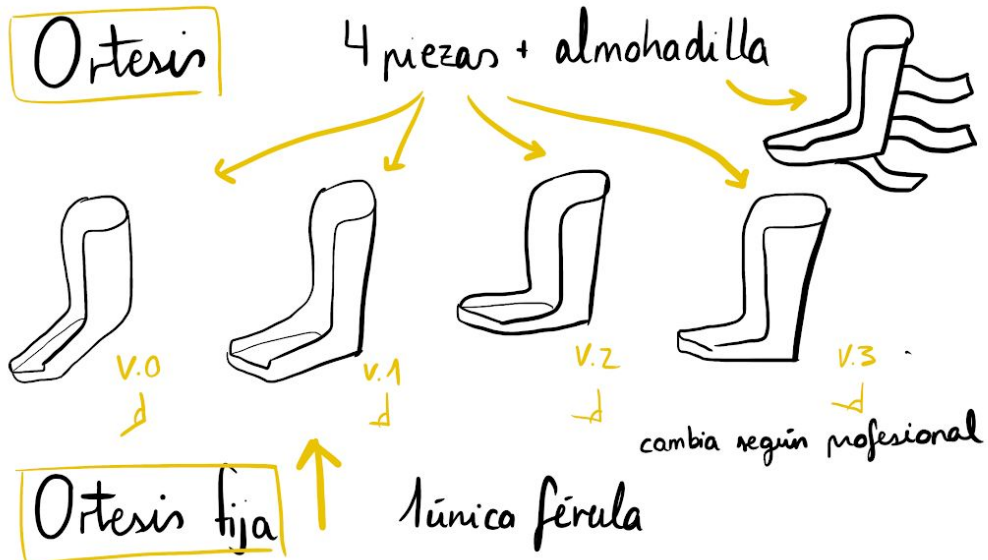
La primera idea se basa en el concepto de Invisalign. El Invisalign son unas fundas creadas por un material resistente patentado, que se utilizan en sustitución a los brakers. Estas fundas cambian cada mes para facilitar el correcto movimiento de los dientes, y así cumplir con el objetivo principal. Con este concepto la idea es diseñar dos productos en uno, tanto la ortesis fija, como articulada. La idea principal es crear fundas rígidas para el pie, según la fisionomía de cada paciente, y si se trata de la bota articulada, crear cada semana una funda diferente que vaya variando el ángulo del pie según necesite el paciente.

Constaría de la parte rígida, que se fabricaría a través de impresora 3D y también de unas almohadillas que cubrieran esa estructura y se adaptaría al pie. Si es la ortesis fija solo se necesitaría una única funda, si es articulada, se fabricaría las que el paciente necesitase.



# #1. Invisaling

Concepto ortodoncia



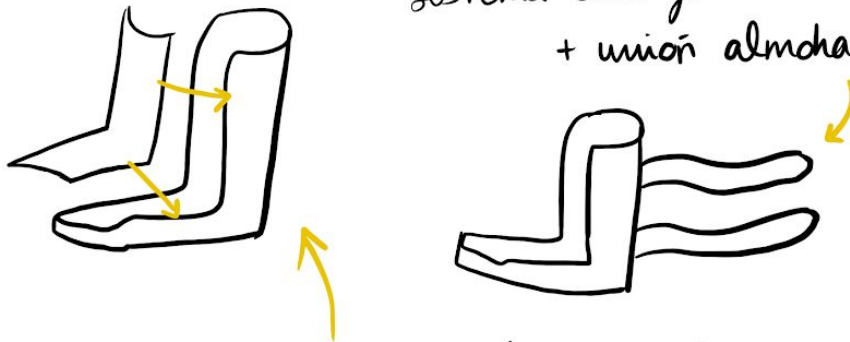
## Segunda propuesta. 2-3d

Esta idea está más ligada a los componentes, consta de dos parte impresas en 3D, no posee un regulador de ángulo en sí pero ambas partes tienen un mecanismo de anclaje para fijar una a otra y dependiendo de donde se enganche el tobillo tendrá un ángulo u otro (todo por impresora 3D). Por otro lado tendrá unas almohadillas con el velcro incorporado que cubrirá estructura rígida.

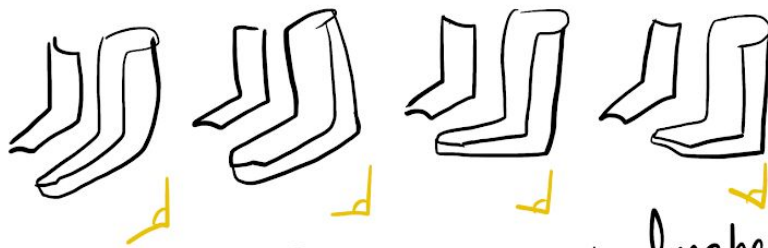
### # 2. 2-3D

2 partes impresas x 1 producto

sistema anclaje 3D  
+ unión almohadilla



Ortesis fija / regulable

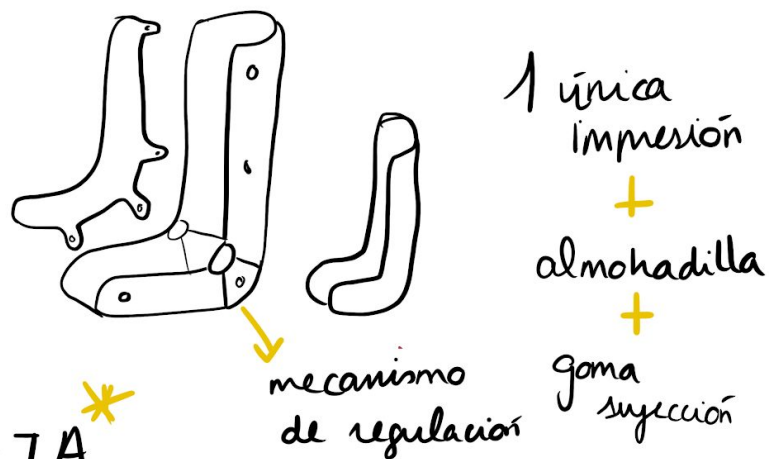
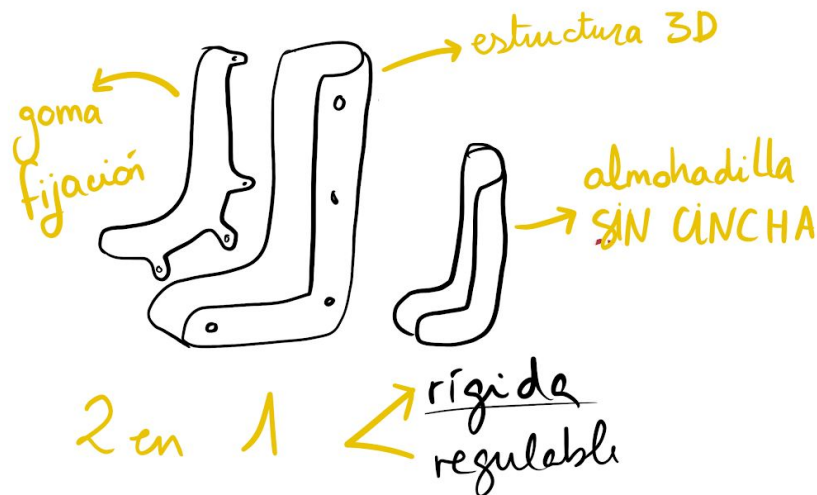


4 etapas → 8 impresiones + almohadilla

### Tercera propuesta. Clap-tap.

Esta propuesta también parte de un producto fabricado en 3D. Se basa en dos partes, una de ellas, la estructura rígida, se adapta a la parte del tobillo, mientras que la segunda parte se trata de una goma elástica que fija esa primera parte. Esa primera parte podría llevar un mecanismo de regulación de ángulos, o se podría fabricar 4 diferentes para el periodo de rehabilitación. En cuanto a las almohadillas se colocaría previamente para la comodidad del pie.

### # 3. Clap-tap

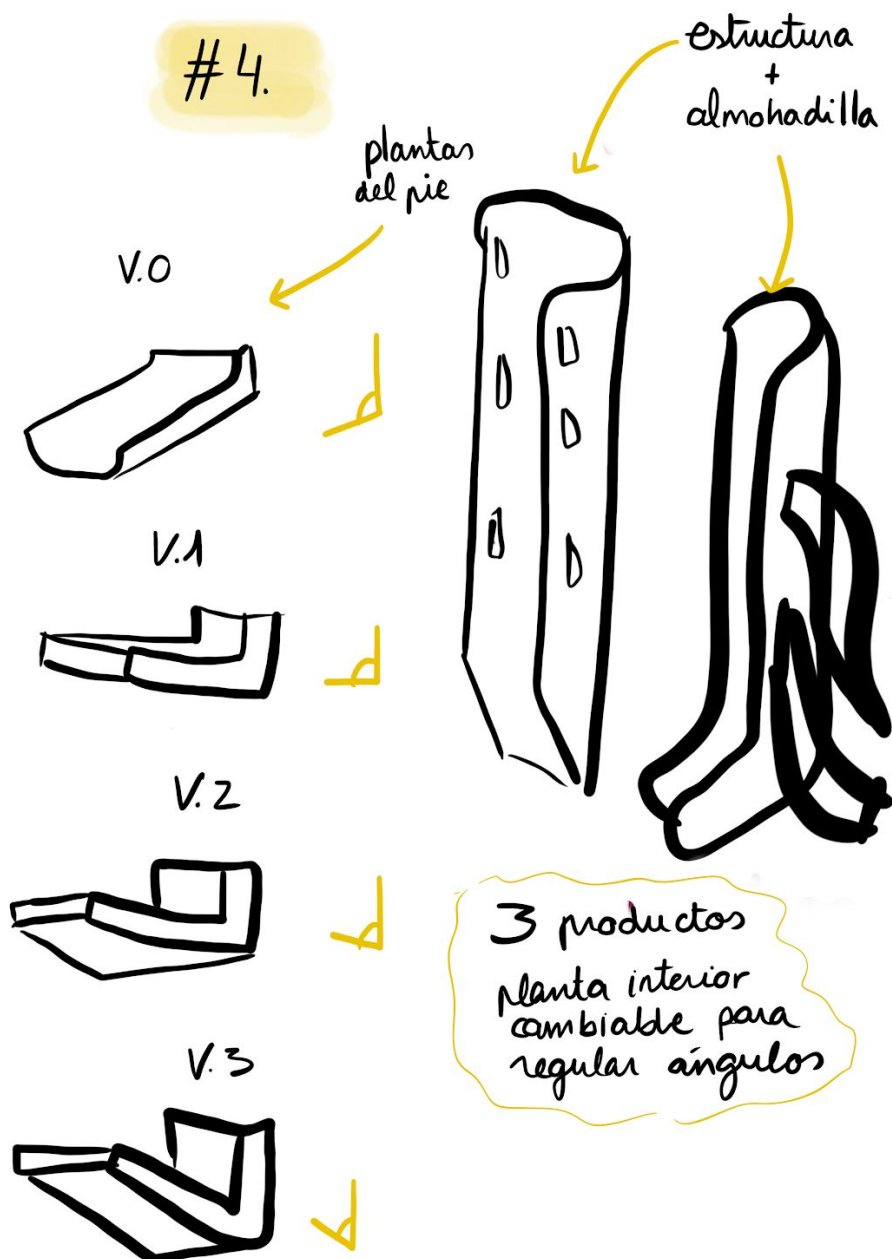


NOTA\*

Posibilidad de 4 imp / etapa no mecanismo

#### Cuarta propuesta.

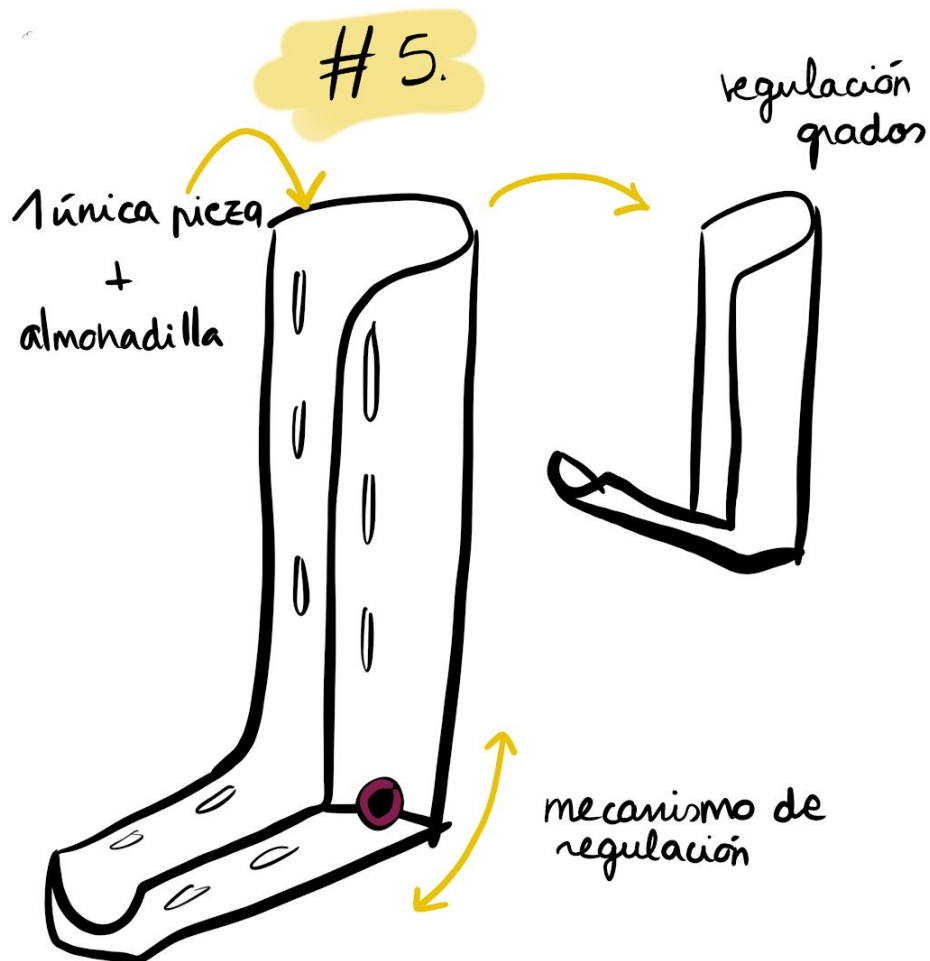
Esta idea se basa en crear una forma o estructura básica de la pierna a la cual se le pueda unir diferentes tipos de suelas, tendrán diferentes ángulos cumpliendo así el requisito para la rehabilitación. La idea sigue en la misma línea que el resto en cuanto a la impresión 3D y piezas, sin embargo en esta propuesta se busca imprimir el menos material posible. Esto puede ser una ventaja o una desventaja ya que puede hacerla más inestable y necesitamos un mecanismo de unión bastante fuerte.



### Quinta propuesta.

La cuarta propuesta es más compleja ya que implica un mecanismo de regulación, la idea se basa en la unión de la bota tipo walker con regulador, con la idea de sencillez e impresora 3D que se busca en el producto.

Constaría de dos partes estructurales y el mecanismo regulador. Ambas partes estructurales son impresas por 3D y una de conforma según la forma del pie y la otra según la forma de la pierna. Estas piezas están unidas a través del mecanismo que será mayormente impreso también. Esta idea en cuanto a componentes solo está formada por una férula, sin embargo el producto se complica en cuanto a montaje e impresión por el mecanismo que la regula.



## 5.2. Criterios de selección.

Para establecer qué propuesta es la óptima a desarrollar tendremos en cuenta las cuestiones establecidas por el briefing.

Los puntos que se valorarán son los siguientes:

- **Volumen y peso.** Siendo una puntuación mayor un volumen y peso del producto muy bajo, es decir, mientras menos peso posee el producto más ventajas tiene y se valorará de forma positiva.
- **Ergonomía.** Siendo la puntuación más alta una mayor ergonomía en el producto, haciéndolo cómodo para el usuario en cuanto a la forma.
- **Sujección:** Siendo la puntuación más alta una mayor sujección en el producto, ya que necesitamos que la bota se fije eficazmente a la pierna del paciente.
- **Mecanismo.** Siendo la puntuación más alta aquel mecanismo más fácil de manipular y que no cueste esfuerzo por parte del usuario.
- **Almohadillas:** Siendo la puntuación más alta la forma más funcional de colocar las almohadillas y que cumplan su función al 100%
- **Estética.** Siendo la puntuación más alta la estética más aceptable para el producto, la más atractiva para el usuario.
- **Sostenibilidad.** Siendo la puntuación más alta la propuesta con menos impacto al medio ambiente.

		Ergonomía	Sujección	Volumen/ Peso	Almohadillas	Mecanismo	Sostenibilidad	Estética	Puntuación
Propuestas		20%	15%	30%	10%	10%	10%	5%	
1		9	8	9	7	9	8	7	8.45
2		8	9	8	7	7	6	7	7.7
3		9	8	9	7	7	7	8	8.2
4		8	8	9	6	6	8	7	7.1
5		9	8	8	7	6	9	8	8
6									
7									
8									

### 5.3. Justificación de la solución adoptada.

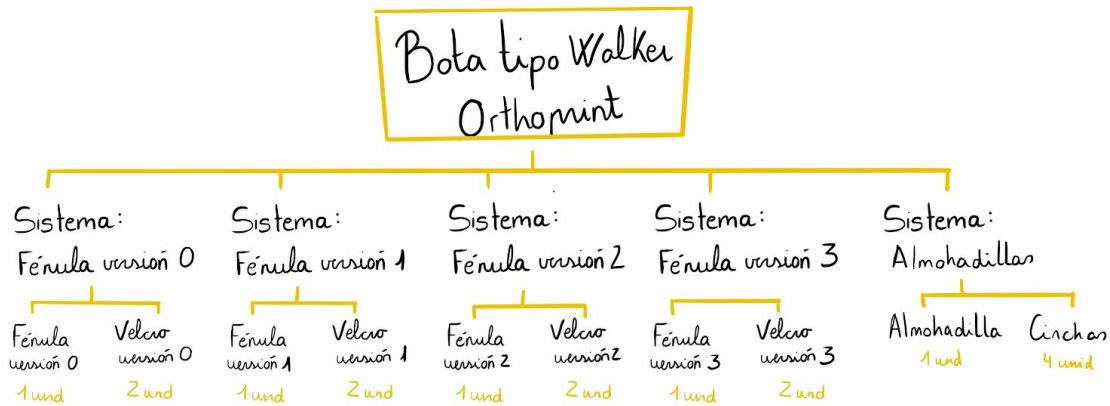
La solución elegida es la opción número 1. Tras estudiar las diferentes cuestiones a las que se tiene que adaptar nuestro producto la opción que más puntos ha recibido ha sido la primera, la cual surgió de la idea de la ortodoncia transparente "Invisalign".

Como se puede ver en el panel todas las propuestas han recibido una puntuación bastante alta y todas han rondado el 8/9. También hay que destacar que todas las propuestas rondan la misma idea de impresión 3D por lo tanto todas son bastante parecidas en sus características. Sin embargo la Propuesta 1 destaca por poseer únicamente dos partes, la carcasa y las almohadillas y eso hace que sea un producto muy destacable.

A través de esta idea se quiere crear un producto lo más ligero posible, para que el paciente tenga una mayor comodidad a la hora de su utilización y pueda hacer su día a día más ameno. Las botas que hay en el mercado tienen un peso que rondan 1,6 kilogramos aproximadamente, mientras que con esta alternativa se quiere repartir ese peso en 4 férulas distintas, por lo tanto el objetivo es reducir el peso entre un 50% o 70% de lo que pesa actualmente.

La necesidad de crear un producto simplificado también nos ha llevado a esta alternativa, 4 únicas férulas sin ningún tipo de mecanismo ni pieza extra. Impresas por 3D haciendo el proceso lo más automatizado posible, para que se puedan producir sin la necesidad de un gran número de técnicos. Este es un principio primordial que cumple esta alternativa, queremos que el producto se pueda fabricar de una única pieza.

## 6. Descripción detallada de los elementos y componentes de la solución adoptada.



La idea principal del rediseño es la reducción de material, volumen y piezas que componen hoy en día el producto, aparte de mejorar su ergonomía.

Por ello el nuevo producto debe ser lo más simple y funcional posible. La idea es crear la ortesis con dos componentes, una parte rígida, y una parte acolchada. Sin embargo nuestro producto no está únicamente formado por una férula y una almohadilla, sino que el proceso de rehabilitación consta de 4 férulas y una almohadilla que se irán intercambiando según el proceso del paciente y según las indicaciones del médico que lleve el tratamiento.

A continuación se explicarán una a una las piezas del producto.



## 6.1. Férula versión 0/1/2/3.

La **parte rígida**, es decir, las férulas, serán la base fundamental del proyecto, ya que son diseñada e impresa por impresora 3D. Como se ha dicho anteriormente existen 4 férulas diferentes. La diferencia entre ellas es el ángulo al que se acomoda el tobillo. La finalidad de esta idea es ir cada dos semanas cambiando de férula, esto hará que poco a poco el tobillo y los tendones del pie se vayan acostumbrando a la tensión y vaya aumentando semana tras semana gradualmente. Por lo tanto en este apartado se describirán las 4 férulas, siendo cada una independiente de la otra.

Se comienza con la férula versión 0 la cual tiene una flexión planar de  $7,5^\circ$ . Está férula es a primera y la que se utiliza después de cualquier tipo de operación de tendón o problema de tobillo, en la cual aún no se puede realizar una tensión excesiva.

La siguiente es la férula versión 1 la cual tiene un ángulo de  $90^\circ$ . Con esta férula ya comenzamos con la propia rehabilitación de pie y comenzamos a aplicar tensión sobre el tendón. Esta férula también puede considerarse como la férula neutra, ya que también puede utilizarse de forma individual, solo con el uso de esta única férula, para la rehabilitación de otros problemas menos graves como esguinces y otros problemas que necesiten una inmovilización del tobillo.

La siguiente es la férula versión 2 la cual tiene una flexión dorsal de  $7,5^\circ$ . Esta férula ya ejerce una tensión importante en el tendón y tobillo y es la penúltima en el proceso de rehabilitación.

Y por último la férula versión 3 es con la que se terminaría el tratamiento. Tiene una flexión dorsal de  $15^\circ$  la cual, según los médicos, es la indicada a la que hay que llegar para una correcta rehabilitación de cualquier tendón del pie.

Se intentará utilizar el mínimo de material para que la estructura sea ligera, pero a la vez ergonómica, por ello se optimizará con ambos objetivos.

La sujeción al pie se realizará con las almohadillas, que poseen unas cinchas las cuales se introducen por unas ranuras de la propia bota, esto hará que tanto la bota como las almohadillas y como el pie, queden fijadas unas a otras y podrá regularse según el paciente.

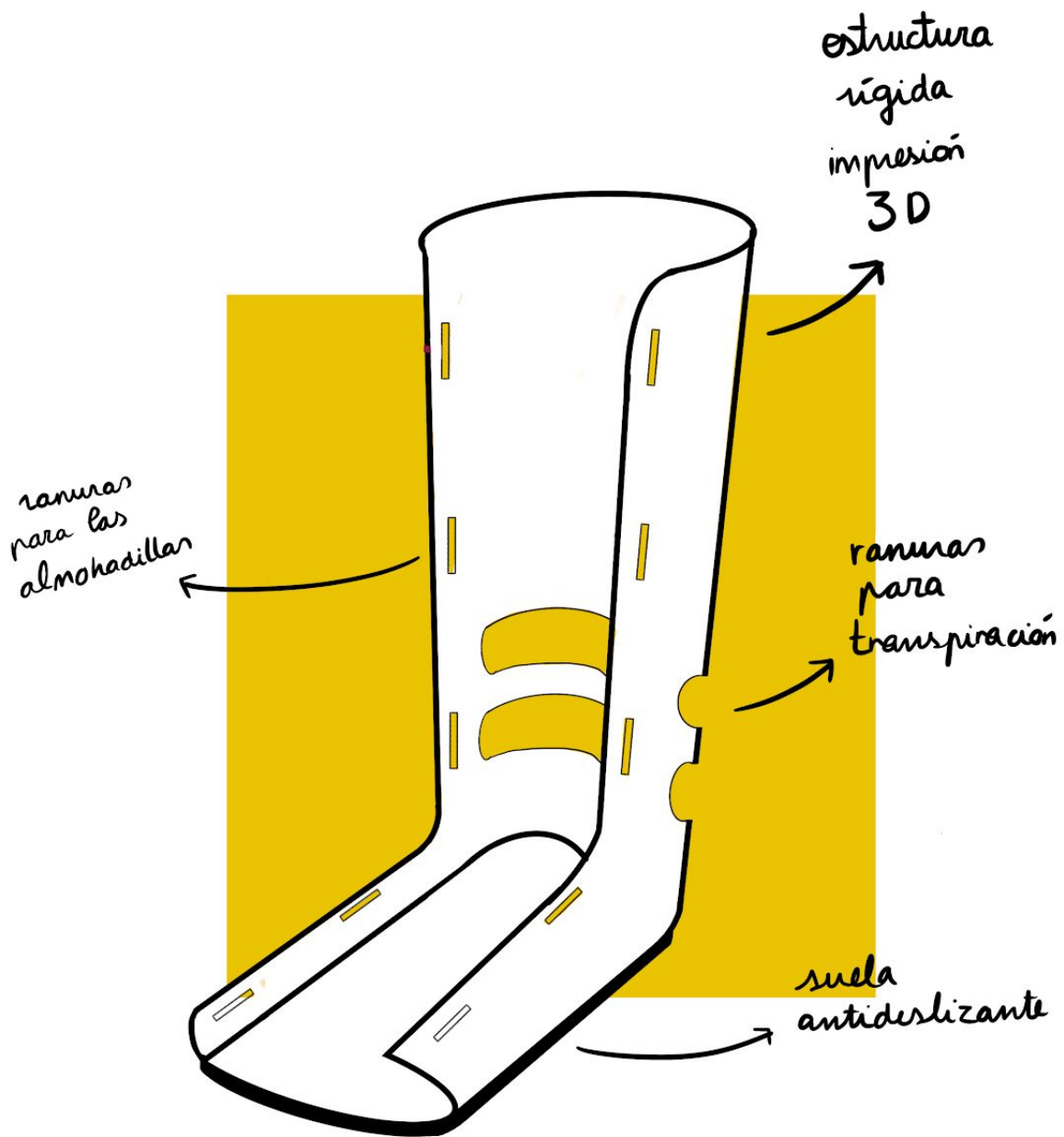
Por lo tanto, las características que posee cada una de las férulas son:

- Una base antideslizante para facilitar la marcha
- Una forma ergonómica que cubra y proteja el pie
- Unas ranuras por donde pasarán las cinchas de las almohadillas
- Aperturas laterales para favorecer la transpiración
- Mínimo material empleado

### 6.1.1 Evolución.

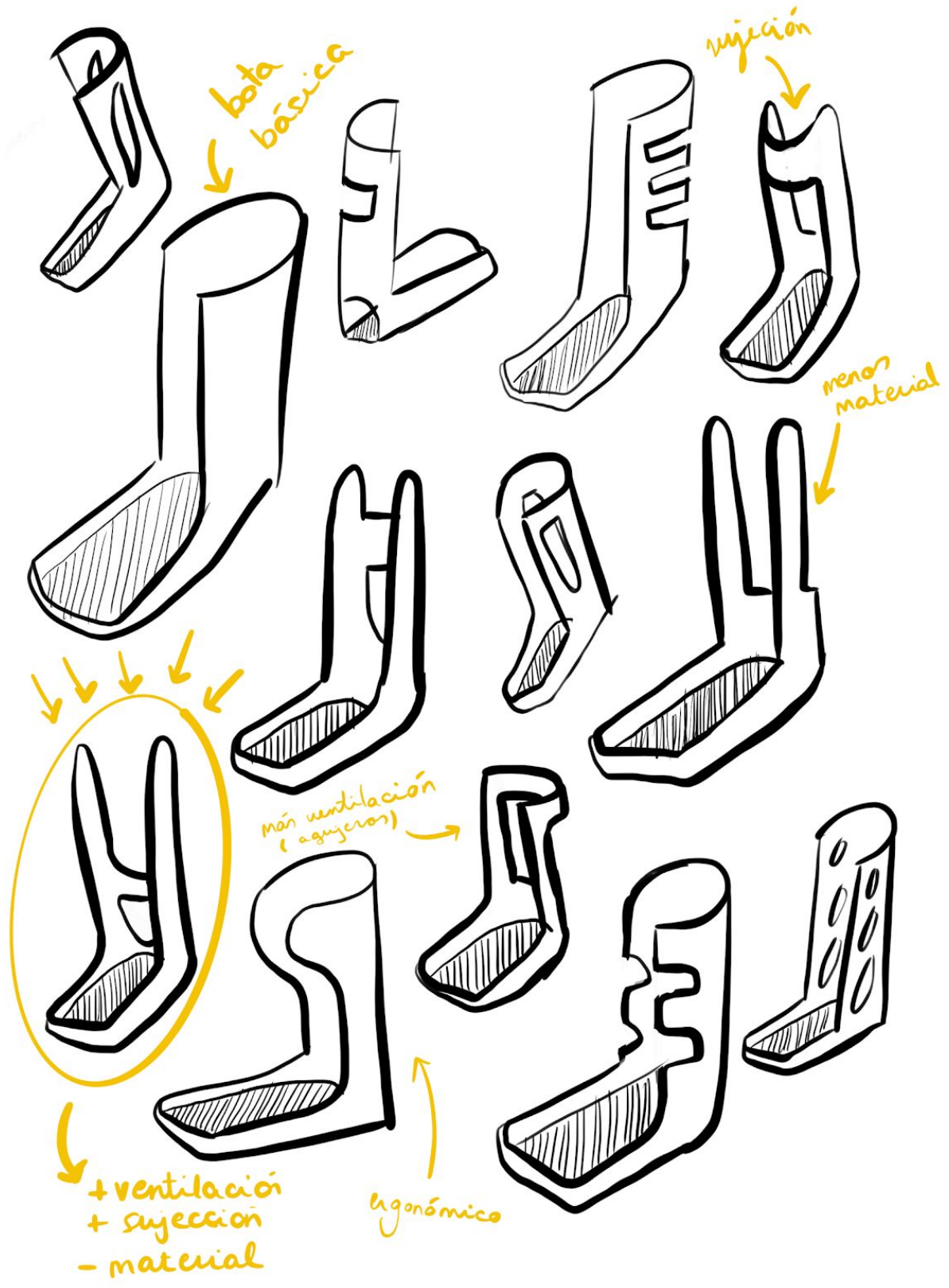
Partimos del concepto de la opción número 1. A través de esta idea surgen diferentes diseños respecto a la forma del producto. Lo que buscamos con los siguientes bocetos es llegar a una alternativa óptima, intentando utilizar la menor cantidad de material posible y que sea funcional.

Inicialmente la idea de diseño era muy distinta a la que será la definitiva. Esta primera ideación se basaba en la estética de la bota clásica que encontramos en el mercado. Cumple con los requisitos que se requieren en el briefing y no se sale de la línea que se vende actualmente, por ello podría ser una buena opción.



Sin embargo una vez que se analiza el producto aparecen carencias en el diseño y formas de ideación mucho más óptimas que las que se han desarrollado. Algunas características a optimizar fueron el tema del peso y volumen, ya que con otra estructura diferente se podría realizar la misma función reduciendo incluso más la cantidad de material.

A continuación se muestran bocetos rápidos para buscar una alternativa factible.



Tras muchas ideas de mejoras del producto, se ha seleccionado el que mejores características tiene. El boceto elegido cumple 3 funciones principales que son :

- menos material
- buena sujeción
- mayor ventilación

Esta idea presenta una evolución de mejora respecto a la primera propuesta por la que se optó. Cuenta con las especificaciones y además propone otra forma de producto bastante distinta a las que se pueden encontrar en el mercado. Siendo así un producto original, distintivo y funcional.

Una vez ideada la forma, esta seguirá con el concepto de producto inicial, el cual trata de crear 4 férulas con distintos ángulos en la zona del tobillo para su función de rehabilitación, y la almohadilla que cubre estas estructuras.

## 6.1.2 Material.

Para nuestro producto necesitamos que cumpla una serie de características.

1. Gran dureza, que sea un producto duro y por lo tanto resistente a golpes.
2. Flexibilidad media, ya que el producto no tiene que ser totalmente rígido, sino que tiene que adaptarse también a la forma de la pierna.
3. Durabilidad media o alta, para que el producto esté al 100% de sus características durante el periodo de utilización, y en su posterior caso, que pueda reutilizarse para otro paciente.
4. Debe ser fácil de extruir ya que casi el 100% de la producción es a través de la impresión 3D.

Para ello se ha comparado y analizado todos los materiales posibles dentro de las limitaciones que teníamos, ya que los materiales a utilizar debían ser aptos para la impresión 3D, que cumpliesen los requisitos y que fuesen fáciles de extruir. A continuación se muestra una tabla con el resumen de todos los materiales analizados.

	Material	Dureza	Flexibilidad	Durabilidad	Dificultad uso	Contracción	Tª impresión
1	Pla	Alta	Baja	Media	Baja	Mínima	180-230
2	Abs	Alta	Media	Alta	Media	Considerable	210-250
3	Pett	Media	Media	Alta	Baja	Mínima	220-250
4	Nailon	Alta	Alta	Alta	Media	Considerable	240-260
5	TPU	Media	Muy alta	Muy alta	Baja	Mínima	210-23'
6	PC	Muy alta	Media	Muy alta	media	Considerable	270-310
7	Fibra de carbono	Alta	Media	Alta	Alta	Mínima	
8	PC/ABS	Alta	Media		Alta	Considerable	
9	Asa	Alta	Media	Alta	Baja	Mínima	
10	PP	Alta	Alta	Alta	Media	Mínima	

Los 3 mejores filamentos según la tabla comparativa para el desarrollo de nuestro producto son los siguientes: ABS, ASA, PC. Por lo tanto se realizará un estudio más específico y detallado de cada uno de los materiales destacados.

## **Propuesta #1 ABS**

El acrilonitrilo butadieno estireno o ABS es el segundo filamento 3D más popular después del PLA. En lo que respecta a sus propiedades, el filamento ABS es en realidad ligeramente superior al filamento PLA, aunque es un poco más difícil de extruir. Es por esta razón que ABS se utiliza para productos domésticos y bienes de consumo, desde ladrillos LEGO hasta cascos de bicicleta.

Los productos fabricados con ABS tienen una larga vida útil y pueden soportar altas temperaturas. Sin embargo, se debe tener en cuenta que los filamentos se deben imprimir a altas temperaturas, tienden a deformarse cuando se enfrían y emiten humos fuertes. Asegúrate de imprimir en un área bien ventilada y usa una cama caliente de impresión.

### Propiedades

Dureza: Alta | Flexibilidad: media | Durabilidad: Alta

Dificultad de uso: Media

Temperatura de impresión 210 °C – 250 °C

Temperatura de la cama de impresión 80 °C – 110 °C

Contracción/deformación: Considerable

Soluble: En ésteres, cetonas y acetona

Seguridad alimentaria: No seguro

## **Propuesta #2 PC**

El policarbonato (PC), además de ser el filamento 3D de mayor dureza de esta lista, es extremadamente duradero y resistente a los golpes y el calor

Aunque se use para fines similares, el PC no debe confundirse con el acrílico o el plexiglás, que se rompen o agrietan cuando la presión sea demasiado alta. A diferencia de estos materiales, el policarbonato es relativamente flexible (pero menos que el nailon, por ejemplo), lo que le permite doblarse.

El aspecto negativo del es que es higroscópico, lo que significa que absorbe la humedad del aire circundante. Por lo tanto hay que guardar el filamento 3D en un lugar fresco y seco para que la calidad de las impresiones no se vea afectada.

### Propiedades

Dureza: Muy alta | Flexibilidad: Media | Durabilidad: Muy alta

Dificultad de uso: Media

Temperatura de impresión 270 °C – 310 °C

Temperatura de la cama de impresión 90 °C – 110 °C

Contracción/deformación: Considerable

Soluble: No

Seguridad alimentaria: No seguro

Precio: 50 euros aprox

### **Propuesta #3 ASA**


El acrilonitrilo estireno acrilato o ASA no solo es duro, rígido y relativamente fácil de extruir. También no se deforma y sus colores no cambian con el tiempo.

Además, el filamento 3D ASA se deforma menos que el ABS durante la impresión 3D. Sin embargo, ten cuidado al ajustar tu ventilador, ya que el ASA se puede agrietar fácilmente si está expuesto a demasiado aire (al imprimir).

precio: 25-30 euros



## Comparación de los tres mejores materiales seleccionados

	 ABS <a href="#">Learn More</a>	 ASA <a href="#">Learn More</a>	 Polycarbonate <a href="#">Learn More</a>
<a href="#">Compare Selected</a> <a href="#">Show All</a>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ultimate Strength <span>?</span>	 40 MPa	 55 MPa	 72 MPa
Stiffness <span>?</span>	 5 / 10	 5 / 10	 6 / 10
Durability <span>?</span>	 8 / 10	 10 / 10	 10 / 10
Maximum Service Temperature <span>?</span>	98 °C	95 °C	121 °C
Coefficient of Thermal Expansion <span>?</span>	90 $\mu\text{m}/\text{m}\cdot\text{°C}$	98 $\mu\text{m}/\text{m}\cdot\text{°C}$	69 $\mu\text{m}/\text{m}\cdot\text{°C}$
Density <span>?</span>	1.04 $\text{g}/\text{cm}^3$	1.07 $\text{g}/\text{cm}^3$	1.2 $\text{g}/\text{cm}^3$
Price (per kg) <span>?</span>	\$10 - \$40	\$38 - \$40	\$40 - \$75
Printability <span>?</span>	 8 / 10	 7 / 10	 6 / 10
Extruder Temperature <span>?</span>	220 - 250 °C	235 - 255 °C	260 - 310 °C
Bed temperature <span>?</span>	95 - 110 °C	90 - 110 °C	80 - 120 °C
Heated Bed <span>?</span>	Required	Required	Required
Recommended Build Surfaces <span>?</span>	Kapton Tape, ABS Slurry	Glue Stick, PEI	PEI, Commercial Adhesive, Glue Stick
Other Hardware Requirements <span>?</span>	Heated Bed, Enclosure Recommended	Heated Bed	Heated Bed, Enclosure Recommended, All Metal Hotend

Flexible	-	-	-
Elastic	-	-	-
Impact Resistant	✓	✓	✓
Soft	-	-	-
Composite	-	-	-
UV Resistant	-	✓	-
Water Resistant	-	-	-
Dissolvable	-	-	-
Heat Resistant	✓	✓	✓
Chemically Resistant	-	-	-
Fatigue Resistant	-	-	✓
Heated Bed Not Required	-	-	-
	ABS	ASA	Polycarbonate

Tras estudiar esta tabla y las características que ofrece cada material, se descartó la opción de policarbonato como opción, ya que su alto precio se salía fuera de las especificaciones, además cumple de forma muy parecida las características de ABS y ASA. En cuanto a estos dos últimos materiales, hay que destacar que ambos se parecen mucho, sin embargo el filamento ASA posee una características más favorables, el único contra que se le puede añadir a este material es que tiene un precio por encima de ABS y la dificultad de impresión, aún así, compensa la gran resistencia que posee y sus puntos fuertes.

### 6.1.3 Otras especificaciones.

#### **Peso.**

El peso es una de las cuestiones más importantes en el diseño y el cual tiene un análisis muy exhaustivo. En todo momento ha sido un factor a considerar, tanto en el material como a la hora de hacer el diseño estructural, de tal forma que se han cumplido las especificaciones.

La comparación se realizará con la bota walker estándar. Como se puede ver en el análisis del mercado y de la competencia, es el modelo de bota que más se comercializa y la más básica en todos los aspectos.



Esta bota está formada por una estructura regulable la cual posee un mecanismo para cumplir dicha función. Además posee unas almohadillas las cuales ayudan a la fijación de la ortesis con pierna del paciente y evitan rozaduras y otros problemas al estar el contacto.

A continuación se muestra el peso total de las piezas del producto, por un lado la estructura, y por otro lado las almohadillas.



Una de las cuestiones muy criticadas en las encuestas realizadas a usuarios y a fisioterapeutas es el peso y volumen del producto, y en las imágenes anteriores se confirma este hecho. Solamente la base y estructura de la pieza llega a pesar 1,642 kilogramos, siendo esta bota la talla S, y las almohadillas únicamente 0,176 kilogramos.

La conclusión que llegamos con este análisis es que una bota de tamaño S en su totalidad de piezas puede llegar a pesar 1,818 gramos. Esto quiere decir que el peso medio de las tallas rondarán +/- 2 kilogramos, un peso muy alto teniendo en cuenta que el paciente tiene que convivir con la bota para caminar, para levantarse o para hacer su día a día durante varios meses. El pie tras la operación y rehabilitaciones con el fisioterapeuta estará débil y habrá perdido bastante masa muscular por lo que lidiar con este peso constante puede llegar a ser un problema. De ahí los comentarios negativos en las encuestas y entrevistas con usuarios y profesionales.

Este problema se ha planteado desde el principio como primordial y por ello el diseño gira entorno a este concepto. La idea de rediseño es distribuir el peso en distintas férulas simplificadas al máximo para facilitar el uso del producto.

El peso de las férulas actuales ha disminuido casi un 60% respecto a las antiguas, ya que el diseño y el material utilizado ha sido optimizado al máximo para ello, obteniendo unos resultados muy favorables respecto a las especificaciones.

A continuación podemos comprobar el peso de cada férula:

### **Propiedades de masa de Férula nº0**

Volumen = 584.97 centímetros cúbicos

Densidad = masa/volumen    Masa = Densidad\*Volumen = 625 gr aprox.

### **Propiedades de masa de Férula n°1**

Volumen = 575.98 centímetros cúbicos

Densidad = masa/volumen    Masa = Densidad\*Volumen = 616 gr aprox

### **Propiedades de masa de Férula n°2**

Volumen = 577.28 centímetros cúbicos

Densidad = masa/volumen    Masa = Densidad\*Volumen = 617 gr aprox

### **Propiedades de masa de Férula n°3**

Volumen = 580.48 centímetros cúbicos

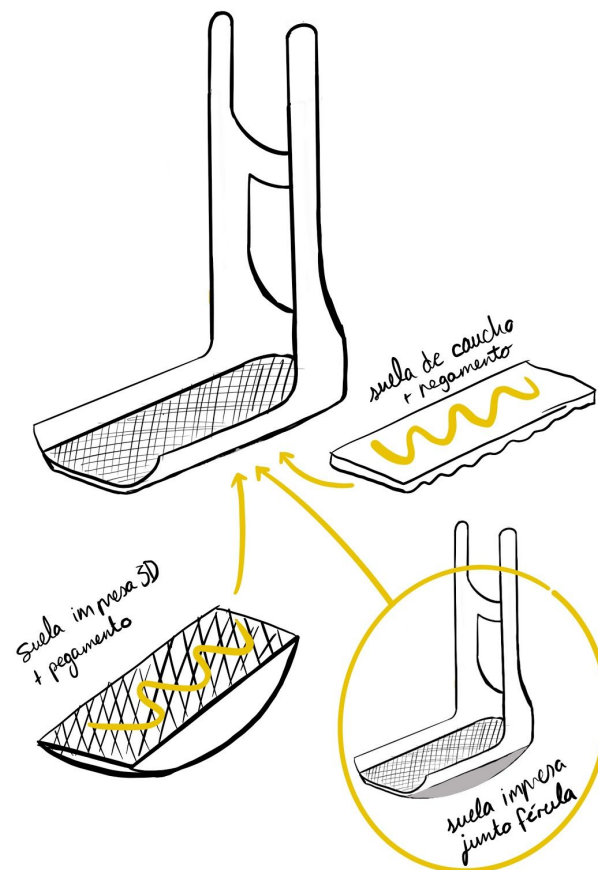
Densidad = masa/volumen    Masa = Densidad\*Volumen = 625 gr aprox

### **Suela.**

Para la suela hemos tenido en cuenta las que ya existen en el mercado. Todas las botas de otros fabricantes poseen una suela antideslizante que ayudan a la marcha del paciente. Es decir, mejoran su día a día en la rehabilitación. También hay que añadir que los profesionales que llevan a cabo estos tratamientos creen que es una parte fundamental que debe poseer. Además destacan por ambas partes que debe ser deslizante y además debe poseer una forma ergonómica que facilita aún más la marcha. De esta manera se determina que la suela debe ser antideslizante y además tiene que poseer la forma de balancín para su comodidad y funcionalidad.

En cuanto a nuestro diseño se barajó la idea de hacer una pieza externa, es decir, que una vez impresa la estructura rígida de cada una de las férulas, se les añadiría con un pegamento o adhesivo industrial otra estructura como suela.

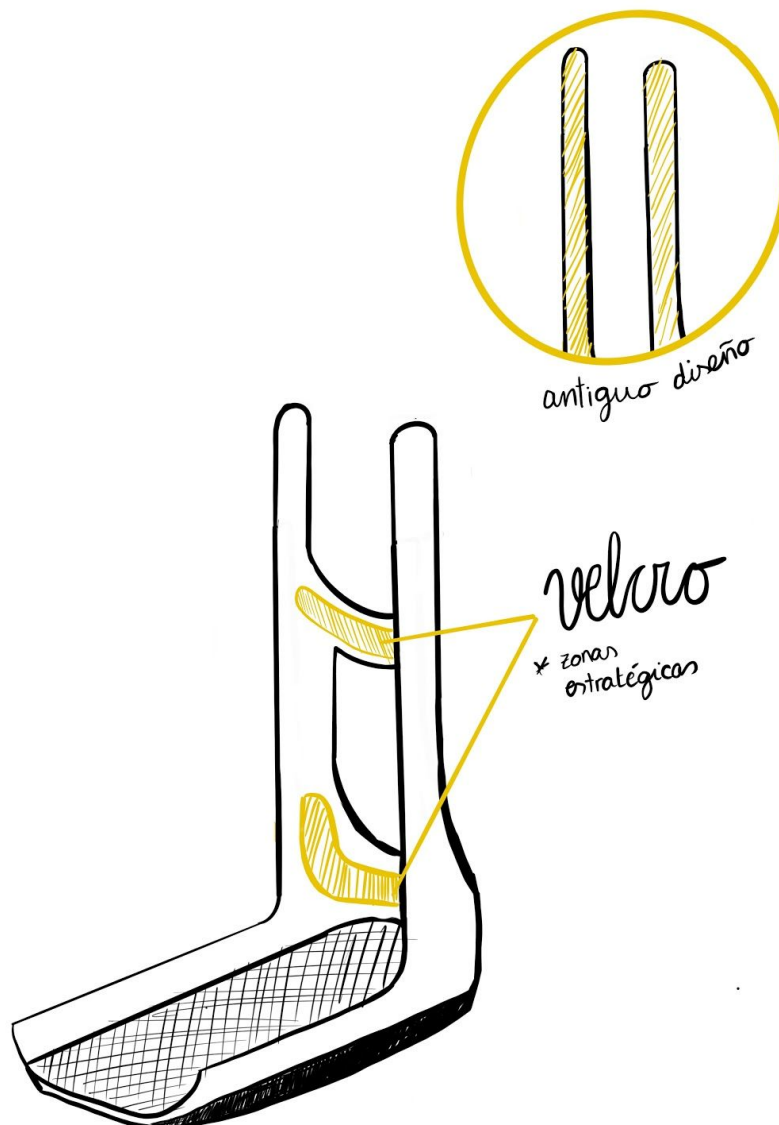
A continuación, se adjuntan algunas ideas para resolver esta cuestión:



Tras analizar cada propuesta y teniendo en cuenta nuestras prioridades se optó por la opción de incluir la propia suela en la estructura rígida. De esta forma se cumplirían los objetivos propuestos. Primero habría un ahorro de material, ya que no se necesitaría ningún adhesivo ni fijación. Por otro lado, nos ahorramos la necesidad de que un técnico tenga que estar manipulando el producto para su colocación, y eso conlleva a un ahorro de dinero y tiempo. También destacar que estamos intentando simplificar al máximo el producto y evitar el uso de más piezas por ello, esta opción era la más favorable. A través de todas estas cuestiones se ha considerado que esta opción es la más optimizada y funcional, y por lo tanto se llevará a cabo para el diseño final.

## 6.2. Velcro

Para aumentar la fijación de las férulas con las almohadillas se les incorporará a puntos estratégicos de la parte rígida unas tiras de velcro, las cuales irán fijadas con el adhesivo que poseen extra fuerte. A diferencia de las suelas, el velcro tiene que ir aparte, aunque formará parte de la férula una vez montada en el “sistema: férula”. Esta idea es un reacondicionamiento de los velcros que se utilizan en las botas Walker que existen actualmente, ya que en esos modelos las tablillas están totalmente recubiertas de velcro. Sin embargo tras el uso de la órtesis pudimos fijarnos en que al ser todo de velcro dificulta la colocación, ya que se pegaba continuamente y no permitía su correcta fijación. A través de estos datos se decidió reducir el material, y colocarlo en puntos estratégicos donde no dificulte tanto su colocación. Además, con esta idea ahorramos material empleado.



### 6.3. Sistema: Férula versión 0/1/2/3

El sistema férula en cualquier versión estará formada por la férula correspondiente y el velcro autoadhesivo. En este caso, las férulas están diseñadas y fabricadas por Orthoprint. Sin embargo los velcros son un producto ya comprado, ya que vienen de fábrica. Aun así para que sea el componente que queremos, tenemos que ajustarlo a la forma de la bota, a través de un recorte, y se deberá colocar en las zonas estratégicas como se muestra en el apartado anterior. La fijación de estos será a través del autoadhesivo que poseen y así evitaremos utilizar una fijación externa.

En conclusión, este sistema está formado por la unión de la férula y los velcros.

### 6.4. Sistema: Almohadilla.

El sistema almohadilla estará compuesto por la unión de la almohadilla y las cinchas de fijación. Ambas partes serán diseñadas por Orthoprint, pero producidas por empresas externas.

El segundo componente del producto se trata de unas **almohadillas** que cubrirán el pie del paciente para que se adapte también a la bota. Estas almohadillas poseen unas cinchas de sujeción que se pueden ajustar según el tamaño de la pierna, y que se agarra a la bota a través de las ranuras para hacer de la fijación su punto fuerte. Están creadas por espuma de látex y un recubrimiento de un tejido de poliuretano, los cuales puede ser posteriormente lavado para la higiene del producto. Habrá diferentes tamaños según a quién va dirigido el producto, como la parte rígida que también constará de tallas.

Las características que posee esta parte del producto son las siguientes:

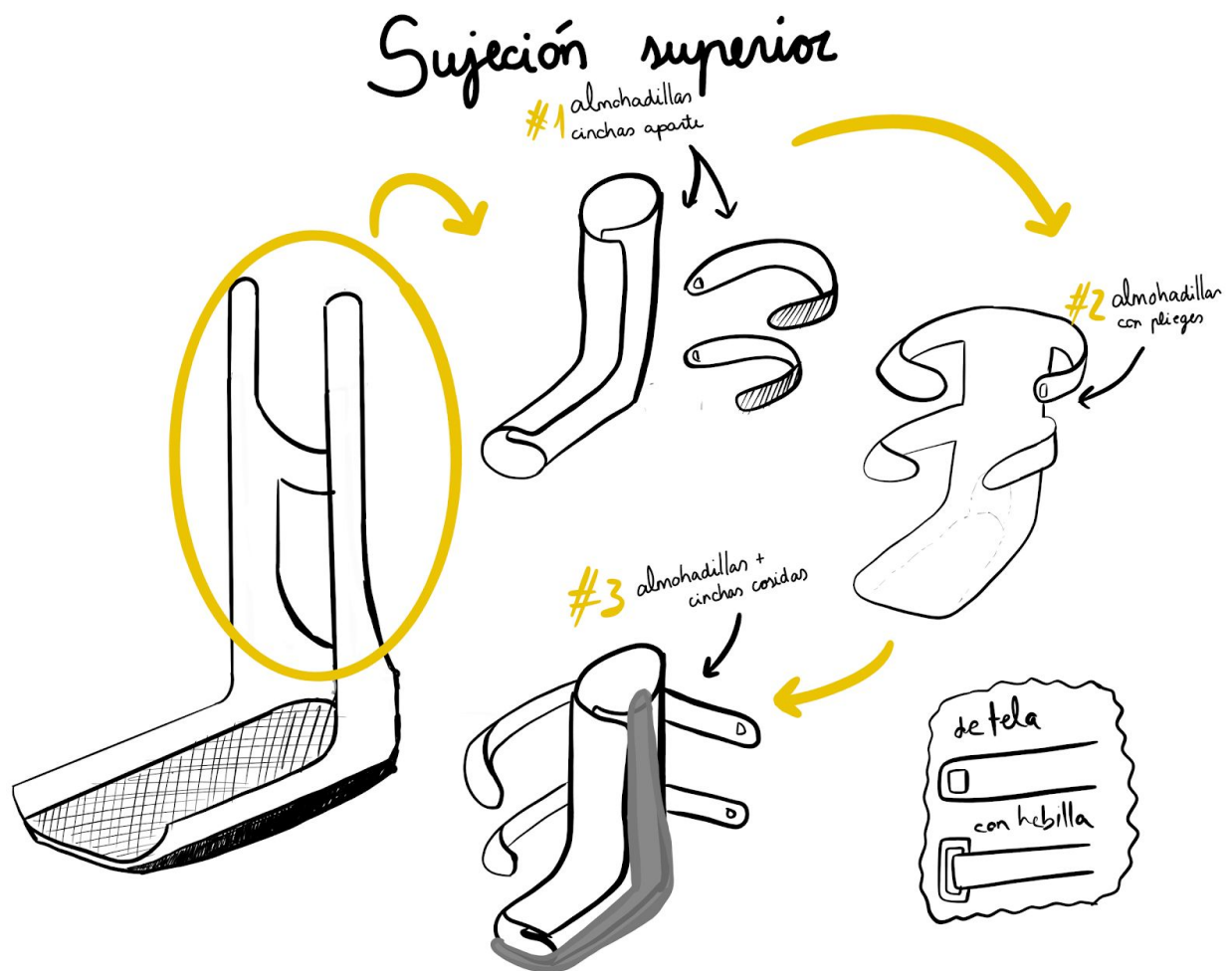
- Debe ser un material que pueda estar en contacto con la piel.
- Tiene que evitar provocar rozaduras, urticarias y otros problemas de piel.
- Debe ser lo suficientemente blanda para que el pie consiga el confort deseado.
- Debe poder fijarse a través de velcros.
- Tiene que ser lavable, para así evitar malos olores y suciedad.
- Debe tener una forma ergonómica para la pierna.



### 6.2.1 Evolución.

Como en la evaluación de la pieza estructural compararemos y hablaremos del modelo estándar de bota Walker. Este modelo posee unas almohadillas independientes a las cinchas, es decir, el mecanismo de fijación de las almohadillas a la bota va por separado. En este caso funciona así, las tablillas de la bota están recubiertas de velcro de tal forma que se fija en un primer movimiento a la almohadilla. Después posee unas cinchas aparte con las cuales se fija la parte superior de las almohadillas, y en la parte inferior las posee directamente en la propia bota fijada unos remaches metálicos.

Como en todos los aspectos del producto, buscamos la simplificación de la bota y de todos sus componentes. En este aspecto de las almohadillas el objetivo es utilizar el mínimo de piezas necesarias y el mínimo de procesos de fabricación para producirlas de la forma más óptima posible. A partir de esta concepción se han creado algunos bocetos buscando una solución teniendo en cuenta las especificaciones.



Para la parte superior surgieron distintas ideas relacionadas con la que existe ya existe en el mercado. A continuación se explicarán más detalladamente estas propuestas.

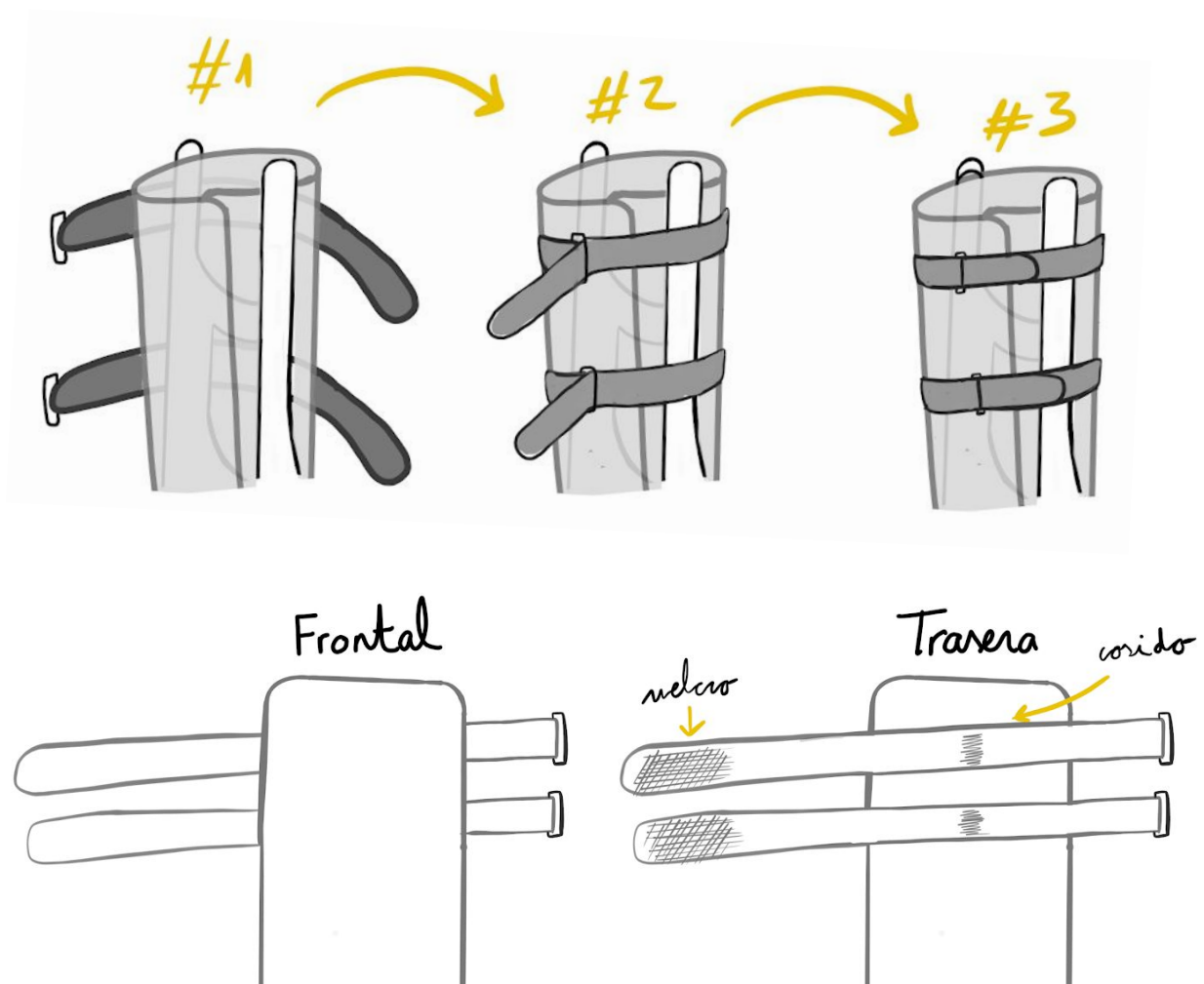
La opción de las almohadillas y las cinchas aparte es la que existe actualmente, muchos usuarios explicaron que la funcionalidad de las cinchas es buena, ya que además puedes ajustarla al tamaño de la pierna de cada paciente. Sin embargo, desde el punto de vista de este proyecto se utilizan demasiadas piezas independientes y esto se podría optimizar, por lo tanto, partimos de esta opción para la búsqueda de una mejora.

La siguiente opción se trata de la propia almohadilla con extensiones o pliegues del mismo tejido con velcros en las extremidades. Esta propuesta reduce el proceso de producción, materiales y montaje, sin embargo no cumple del todo la funcionalidad deseada. El problema de esta propuesta se basa en que la función principal es cubrir el pie, y con esta

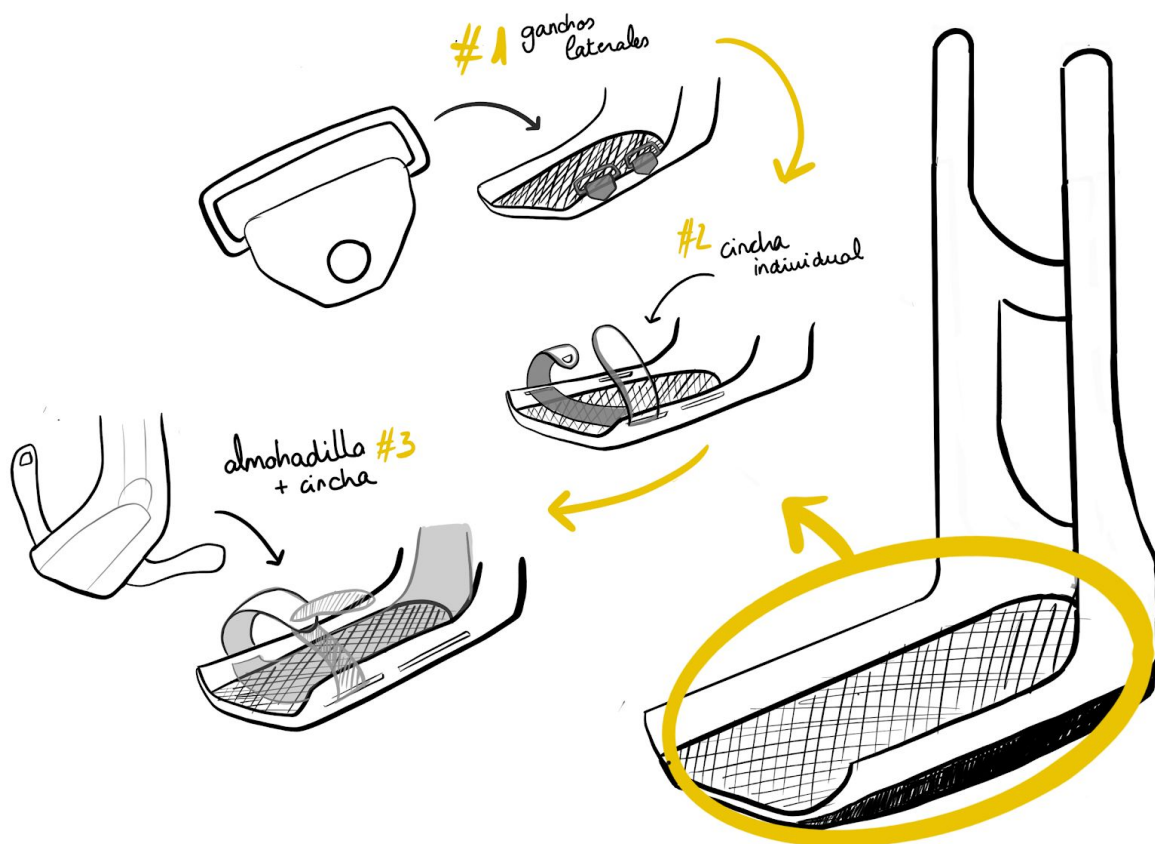
idea no queda cubierto de una forma segura ya que depende de que las cinchas están bien colocadas y fijadas.

La última opción y la que formará parte del producto final, resuelve la problemática anterior. Para que las sujeciones se fijen de forma independiente, pero sea una única pieza se deberá diseñar una almohadilla que cubra el pie en su totalidad y de forma eficiente con velcros, y, por otra parte, se coserán las cinchas a la parte trasera de dichas almohadillas. De este modo, se simplifica el proceso y se crea una única pieza.

A continuación, se muestra cómo sería la colocación de la sujeción superior:



# Sujeción inferior



La sujeción inferior es la más compleja de optimizar, ya que actualmente se utilizan unos remaches que unen la cincha con la bota. Por lo tanto, se han propuesto las siguientes opciones de mejora.

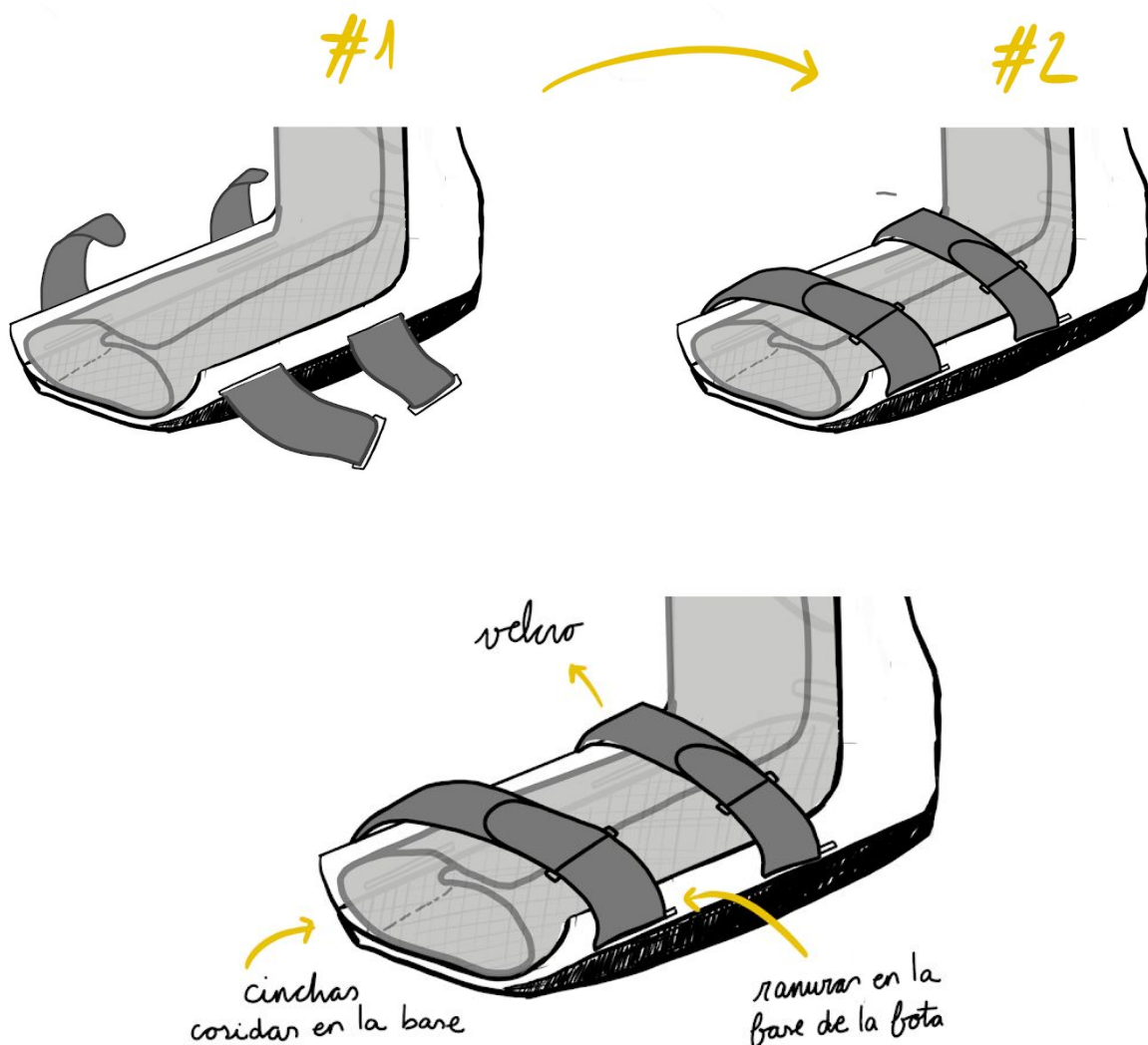
La primera propuesta es la actual, sin embargo, como pasaba en la sujeción superior es de la que partiremos a la hora de realizar la mejora. El problema es la complejidad del mecanismo, ya que se necesitan remaches, una pieza plástica extra y las cinchas. Este proceso se puede simplificar y crear así una pieza en la misma línea que las demás.

La segunda opción fue crear unas cinchas independientes. Pero se volvía a la problemática que también surgía en la sujeción superior. Esta fijación estaría formada por varias piezas y

además necesitamos algún tipo de sujeción a la bota. Se podría resolver con unas ranuras, pero esto causaría mucha tensión en el borde del producto y podría romperse al hacer un esfuerzo. Por lo tanto, esta opción resolvía algunas cuestiones, pero también creaba otras haciéndolo complejo y poco óptimo.

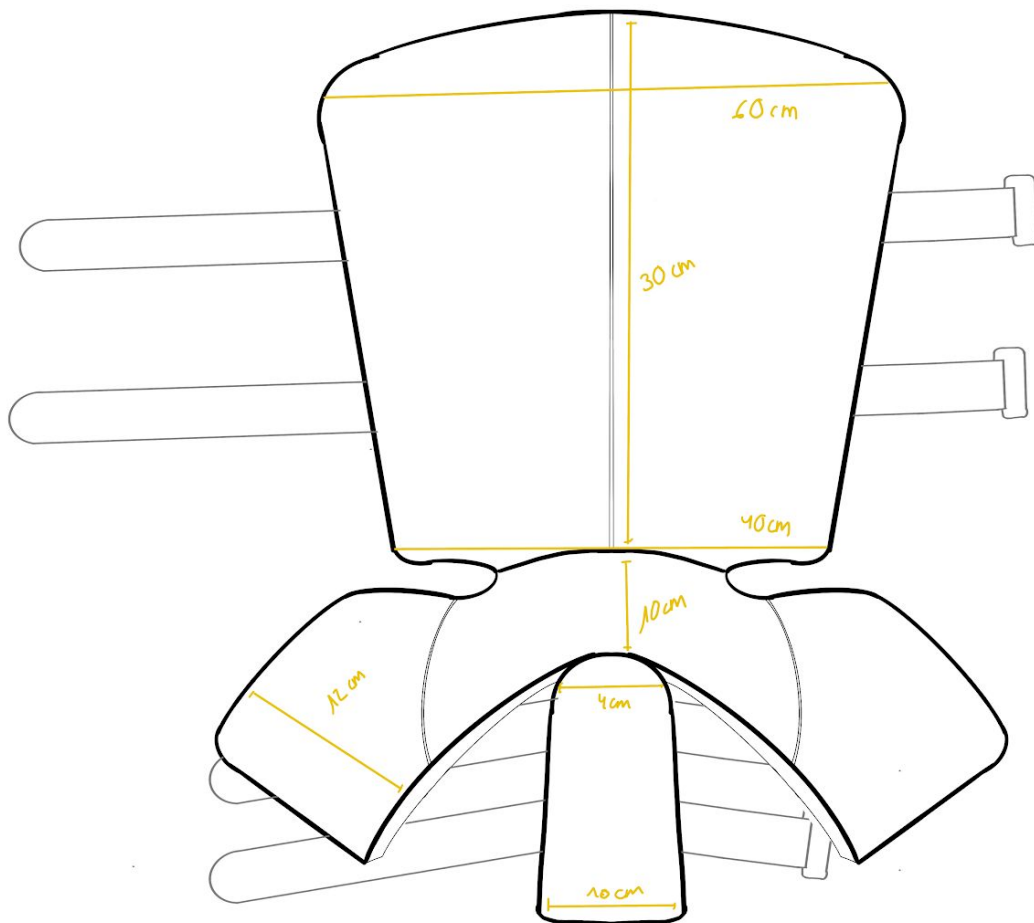
La tercera propuesta y la elegida para el producto resuelve la problemática anterior. En la misma línea que la propuesta elegida para la sujeción superior, se quiere crear una única pieza. El detalle de esta propuesta es que la cincha se fija a la bota por unas ranuras en la parte inferior, para que no haya tanta tensión, y también irían cosidas a la almohadilla. De esta forma conseguimos el objetivo, fijaciones independientes y mínimo de piezas empleadas.

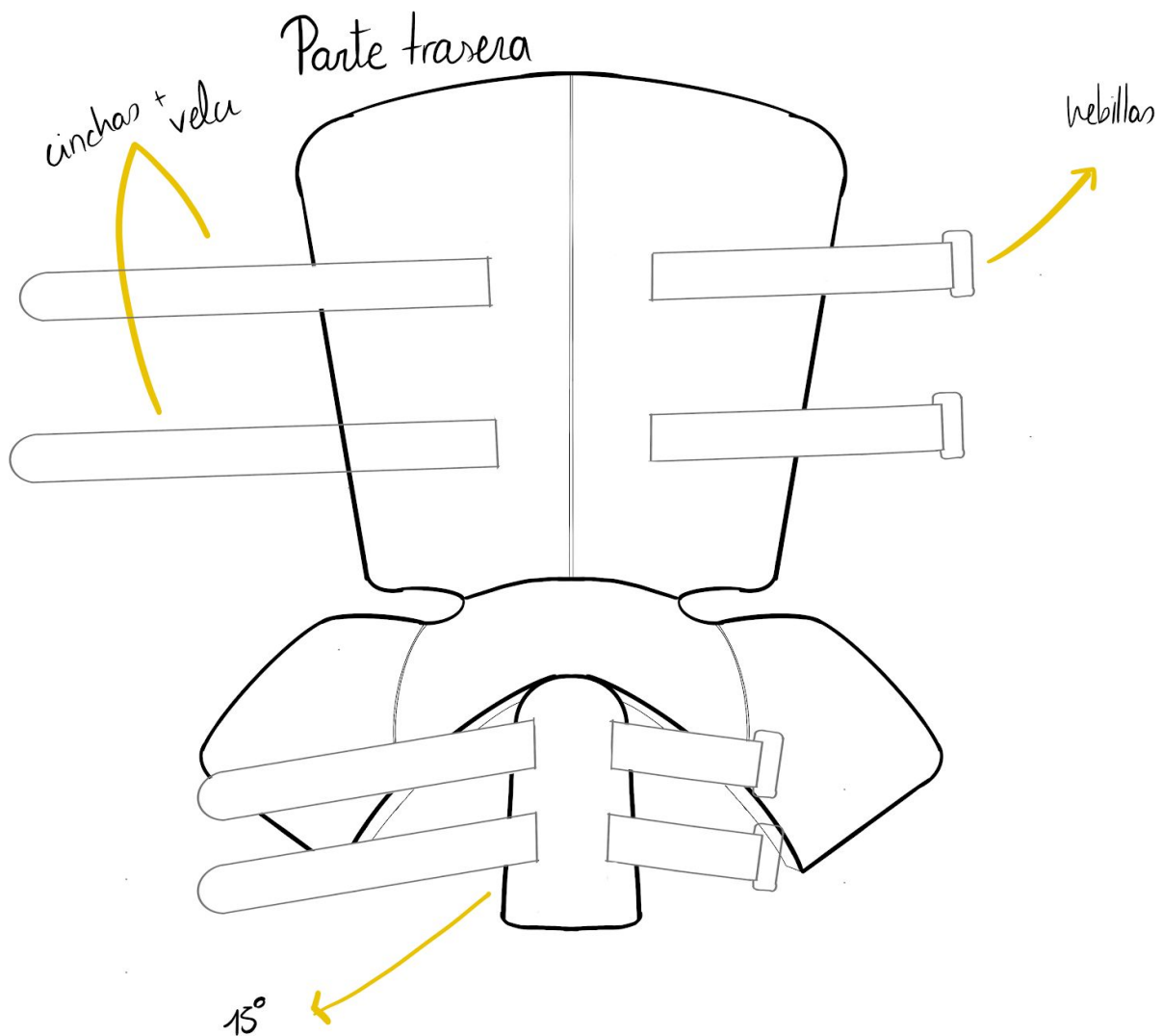
A continuación, se muestra cómo sería la colocación de la sujeción superior:



## FINAL

Tras el análisis de cada parte de fijación y de las propuestas ideadas, se ha llegado a este producto final. Una única pieza la cual consta de una base principal con la cual se envuelve el pie y se fija con velcros, y unas cinchas cosidas en la parte trasera de la base para fijarla a la bota. Esta pieza está diseñada acorde con la forma de la estructura rígida impresa, a la cual se adaptará de la forma más óptima.





En estos dibujos se muestra la parte trasera y la parte delantera de la almohadilla. Como puede observarse las cinchas están cosidas a la parte trasera haciendo así que sea todo una única pieza. La forma de unión de la propia almohadilla para crear la forma del pie y las cinchas será a través de una costura. Las medidas de cada elemento se verán reflejadas en los planos.

### 6.2.2 Material.

Para las almohadillas se han analizado distintos tipos de tejidos que pueden favorecer la comodidad y la fijación de las mismas. A continuación se mostrarán algunas de las opciones que se han propuesto:

- **Algodón:** Fibras de material orgánico, 100% natural.

- Ventajas: Muy firmes y tacto agradable.
- Desventajas: Retienen mucho el calor y se deforma en exceso. Precio bastante elevado.
  
- **Latex:** Espuma formada por millones de células abiertas de origen natural.
  - Ventajas: Favorece la circulación del aire y no retiene humedad. Más firmes. Elástico, transpirable, antibacteriano, indeformable y biodegradable.
  - Desventajas: Necesita gran ventilación. Material caro.
  
- **Viscoelástica:** Material sintético que fue creado para aliviar la presión que ejercen los tejidos sobre el cuerpo de los astronautas.
  - Ventajas: Recupera la forma, transpirable, mantiene la temperatura, elimina la presión.
  - Desventajas: Precio elevado, bastante pesados, sensación de calor.
  
- **Poliuretano:** Espuma de poliuretano termoestable.
  - Ventajas: Gran elasticidad, tenacidad, capacidad de amortiguación, resistencia al desgaste, no absorbe agua y es difícil que se creen mohos.
  - Desventajas: No es natural, su durabilidad es corta, ya que absorbe agua y se va desintegrando. Le afecta la exposición directa de luz.

Tras una investigación acerca de estos materiales hemos podido hallar los pros y los contras. Actualmente podemos encontrar las almohadillas de poliuretano en el mercado, ya que es el más barato, pero según los datos obtenidos, tiene características poco favorables.

El material viscoelástico es el primero que se ha descartado, tiene muy buenas características pero que su peso y su precio sea elevado hace que no se cumple los primeros requisitos del briefing, que es evitar el peso excesivo.

Por otro lado, el problema más grave del algodón es que se deforma muy fácilmente, y necesitamos un material que se ajuste y amolde al pie del paciente. Si las almohadillas no quedan fijas correctamente puede provocar el mal funcionamiento del producto y por lo tanto no cumplir su función principal de rehabilitación.



Por lo tanto la opción más favorable independientemente de lo que exista ya en el mercado es la espuma de látex compuesta por células abiertas. También es un material de precio medio alto, pero es más favorable que el precio sea un poco más elevado, en comparación con la espuma de poliuretano, y que tenga esas características tan ventajosas para nuestro producto.

### **Características de la espuma de latex.**

#### Generales:

- Compuesta por millones de células abiertas, la espuma de Látex permite la circulación del aire y no retiene la humedad, estas son dos premisas indispensables para una perfecta higiene.
- Material transpirable.
- Alta capacidad de amortiguamiento y memoria de forma ante la presión.
- Sensación de confort y suavidad.
- No contiene metales pesados nocivos para el ser humano.
- Desde 1,0 mm hasta 10mm de espesor.
- Desde 150 kg/m<sup>3</sup> hasta 350 kg/m<sup>3</sup>.

#### Especiales:

- Antibacterias "Sanitized®"
- Antihongos
- Antiestáticos
- Hidrófugos
- Ignífugos
- Foamizados a otros materiales
- Gama de Colores
- Antideslizante
- Gofrados, multi-capas y combinaciones.

### 6.2.3 Especificaciones.

#### **Número de cinchas**

Un detalle a destacar es el número de cinchas, que como observamos en el mercado se utilizan 3/4 en la parte superior y 2 en la parte inferior. En nuestro diseño se mantendrán el número de cinchas para la parte inferior y para la parte superior únicamente se utilizarán 2, ya que a través de nuestro nuevo sistema quedan suficientemente sujetas sin necesidad de más.

#### **Producción**

La primera idea en cuanto a la cinchas era fabricarlas y producirlas por Orthoprint, sin embargo tras la búsqueda de proveedores de material se encontraron empresas que se dedican a la venta de cinchas ya confeccionadas. Tras barajar el precio, se descartó producirlas por nuestra cuenta y se decidió comprar las cinchas de forma externa. Teniendo en cuenta que se tendrían que modificar y unir a las almohadillas.

## 7. Justificación técnica detallada del diseño, dimensionamiento y selección de los componentes de la solución adoptada.

En el apartado anterior se ha estudiado cada opción de mejora y se ha podido observar cómo ha evolucionado el producto, según hemos ido desarrollado la idea.

Tras realizar un análisis de cada componente del nuestro producto, y haber ideado distintas opciones y propuestas para buscar la mejor solución, se han elegido por su funcionalidad y optimización las siguientes ideas.

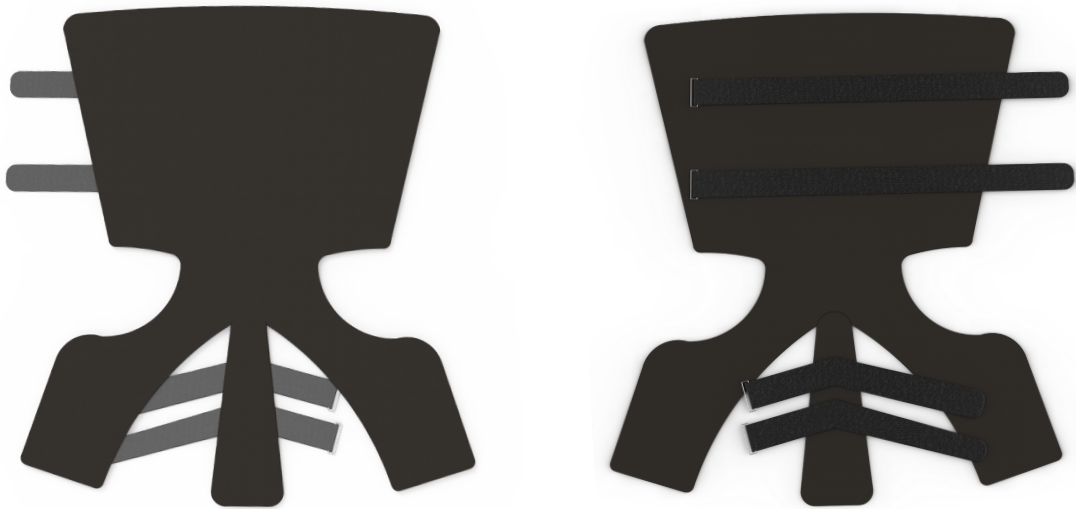
En primer lugar la idea principal del producto son 4 férulas (o las que se necesiten según el tratamiento) y una almohadilla. Sistema: Férula 0/1/2/3:

- Las 4 férulas son semejantes a excepción del ángulo que forman las tablillas y la base del pie.
- Estas férulas serán impresas por 3D con el material ASA, el cual es suficientemente resistente para el propósito del mismo. Utilizando el mínimo de material empleado.
- Estas férulas ayudan en la rehabilitación y marcha, y además poseen una forma ergonómica que se adapta al pie, lo estabiliza y lo protege.
- Posee una suela balancín impresa con la propia estructura
- Unos velcros, fijados a la férula con un adhesivo extra fuerte para favorecer la fijación de la almohadilla a la estructura.
- Unas ranuras en la base para ajustar las cinchas.



La almohadilla y las cinchas son una única pieza. Las características que tiene este nuevo componente:

- Las cinchas están compradas al por mayor.
- Las almohadillas son fabricadas por otra empresa pero diseñadas por Orthoprint.
- Las almohadillas están hechas de espuma de látex y un tejido de poliuretano que ayuda en la comodidad de este componente. Poseen velcros para la fijación.
- Las cinchas irán cosidas a las almohadillas, se creará una plantilla para saber la colocación de cada una.
- Las cinchas inferiores tienen un ángulo distinto ya que así se favorece la fijación de la bota y además permite la reducción de una pieza.
- Se ha redimensionado el producto en base a una existente en el mercado talla M.





## 8. Descripción del plan de ejecución o montaje.

### Manual de usuario.

#### **Indicaciones**

Las órtesis tipo Walker formada por las férulas 3D están prescritas para diferentes lesiones y operaciones del pie, dedos y tobillo, en particular los esguinces de tobillo leves, moderados o graves, fracturas del pie o del tobillo y desgarro o corte de tensiones del pie. Dependiendo del tipo de lesión se utilizará un número determinado de férulas.

#### **Contraindicaciones**

- No se recomienda utilizar las ortesis en fracturas inestables y en fracturas de la parte superior de la tibia o peroné.
- No poner en contacto directo la ortesis con la parte afectada.
- No utilizar la órtesis sin las almohadillas que protegen al pie.
- Seguir los consejos del profesional que ha entregado el producto, no utilizar por voluntad propia.

#### **Precauciones**

- En caso de incomodidad o rozaduras, consultar con dicho profesional.
- Por higiene no reutilizar este producto con otro paciente.
- Consultar con un profesional la talla adecuada en cada caso.

#### **Mantenimiento**

- No utilizar detergentes, suavizantes n producto agresivos (productos clorados).
- Escurrir presionando.
- Secar lejos de una fuente de calor, no utilizar secadoras.
- Para la férula, lavar con agua y jabón.
- No exponer en condiciones ambientales adversas.
- Evitar cargar peso durante la utilización de la órtesis.

#### **Composición**

Las almohadillas están compuestas de una espuma de látex de densidad baja recubierta de un tejido de polietileno. La bota tipo Walker Orthoprint está impresa por 3D con el material ASA (Acrilonitrilo Estireno Acrilato).

### **Instrucciones de colocación**

1. Sacar de la caja el envoltorio con las almohadillas y extraer una de ellas del interior. Estirla y airearla por unos minutos para que recupere la forma. Despegar las cinchas de las almohadillas para su colocación.
2. Sacar también la primera/única férula que se necesite, retirar el envoltorio de papel, y dejarla a mano para su colocación.
3. Limpiar el pie del paciente y cubrir la parte a tratar para evitar que esta parte esté en contacto directo con la almohadilla.
4. Introducir el pie dentro de las almohadillas, siguiendo la forma adaptada para el pie. Ajustar la propia almohadilla con el velcro que posee al pie, teniendo en cuenta que las cinchas quedan en la parte exterior para su sujeción posterior.
5. Colocar el pie con la almohadilla dentro de la férula rígida, tener en cuenta las cinchas inferiores y colocarlas en este momento por las ranuras de la base de la férula. Ajustar a máximo el tobillo y presionar para fijarlo con los velcros de la propia férula.
6. Una vez colocada, procedemos a la colocación de las cinchas. Primero ajustaremos las cinchas inferiores introduciendo la parte lisa por la hebilla y ajustando según el pie, ajustándose a través de los velcros que posee. Se debe realizar el mismo procedimiento con las cinchas superiores. Hay que tener en cuenta que las cinchas superiores rodean las almohadillas y la estructura rígida quedándose totalmente ajustada.
7. Hacer andar al paciente para comprobar que la férula está correctamente colocada y que no le causa ningún daño, en caso contrario, retirar y volver a colocar de nuevo.
8. Repetir estas instrucciones cada vez que tenga que colocar una férula nueva, siguiendo las indicaciones del profesional que lleve el tratamiento.

### **Retiro de la bota**

Para retirar la bota, aflojar las cinchas y retirar los velcros de las mismas, de tal forma que estén quedando sueltas y pueda separarse la almohadilla de la parte rígida. Una vez separada, para retirar la almohadilla, despegar el velcro de la propia almohadilla que la fija a la pierna y retirar con cuidado. Se recomienda que lavar las almohadillas cada cierto tiempo por higiene.



## **Garantía**

Este producto está destinado a un uso de corta duración (menos de 180 días) y para un único usuario por reacondicionamiento. Orthoprint otorga una garantía de completa durante todo el proceso del tratamiento del paciente. Esta garantía incluye la reparación o el reemplazo de la ortesis o de sus componentes, es decir, las almohadillas, velcro o cinchas. En condiciones normales de uso es muy poco probable que estos componentes se desgasten. Los usos incorrectos y las negligencias anulan la garantía. Este aparato no tiene ninguna capacidad garantizada para evitar lesiones ni para eliminar los riesgos de aparición de las lesiones.

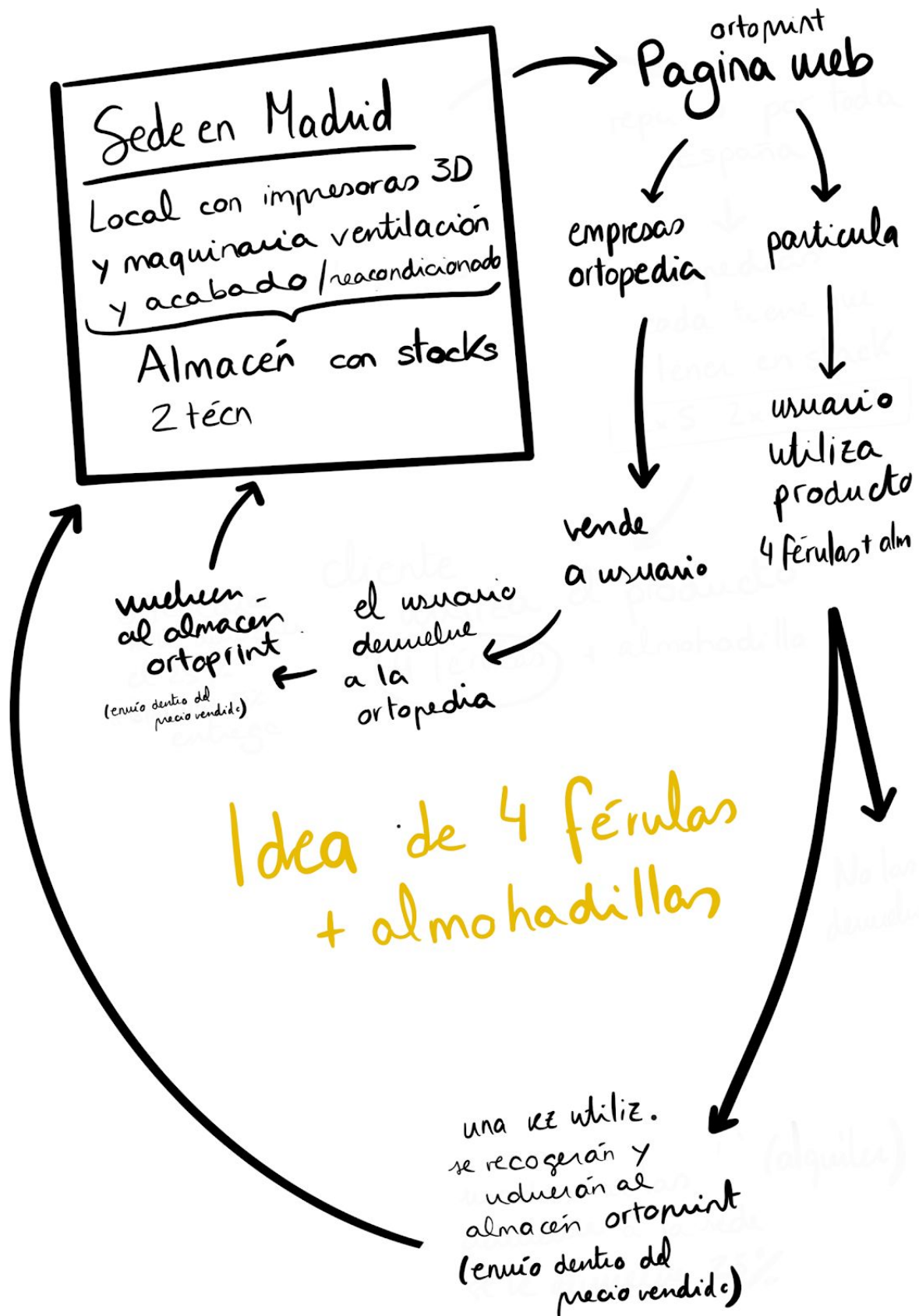
## 9. Descripción del programa de explotación o utilización.

Uno de los objetivos también fundamentales a la hora del desarrollo del producto es la sostenibilidad del mismo. En nuestro producto es difícil determinar un material sostenible y ecológico ya que se necesitan unas características determinadas que no todos los materiales tienen, sin embargo, sí que se puede crear un plan de ejecución de negocio, que de alguna manera haga más sostenible el producto.

La forma más fácil de reutilizar el material es volver a utilizar las férulas impresas, es decir, que una vez que el proceso de rehabilitación de un paciente haya terminado, estas sean devueltas a la sede en Madrid y reacondicionadas para su utilización de nuevo.

Con esta idea se pretende reducir la cantidad de material impreso y sobretodo la vida útil del producto. Como hemos concretado antes, se hará de un material muy resistente, ASA, el cual ha sido elegido también con la idea de la reutilización de las férulas.

A continuación, se explica en un mapa conceptual la idea del proyecto.



## 10. Imagen gráfica.

La idea principal que destacar en el logotipo de la empresa del diseño la parte más destacable, la impresión 3D, de este concepto también se ha decidido el nombre de Orthoprint para la empresa.

Queríamos seguir la gama de colores que hemos utilizado durante el desarrollo: Amarillo. También como objetivos, queríamos un logo en el que pudiese apreciarse la bota tipo Walker ya que es el elemento significativo de Orthoprint. Algunas de las ideas fueron las siguientes.



A partir de estos bocetos, se llevarán cabo bocetos más definidos en photoshop e illustrator. Definiendo así el boceto final el cual es el siguiente:



Como se ha destacado antes:

- Sigue las gamas establecidas de blanco, amarillo, gris y gri oscuro.
- Destaca la bota tipo Walker
- Destaca la impresión 3D
- Es llamativo y distinguible entre el resto de empresas.
- Sencillo e innovador.

# 11. Bibliografía

## Certificaciones

<https://jordiferente.wordpress.com/eco-etiquetado/oeko-tex-la-etiqueta-ecologica-para-textiles/>

## Materiales e impresión 3D

<https://all3dp.com/es/1/filamento-3d-filamento-impresora-3d/>

<https://www.simplify3d.com/support/materials-guide/properties-table/?highlight=abs>

[https://www.amazon.de/Minadax-Qualit%C3%A4t-ASA-X-Filament-stahlgrau-3D-Drucker/dp/B01IKW4EBU/ref=sr\\_1\\_1\\_sspa?keywords=ASA+filament&qid=1564392429&s=gateway&sr=8-1-spons&psc=1](https://www.amazon.de/Minadax-Qualit%C3%A4t-ASA-X-Filament-stahlgrau-3D-Drucker/dp/B01IKW4EBU/ref=sr_1_1_sspa?keywords=ASA+filament&qid=1564392429&s=gateway&sr=8-1-spons&psc=1)

[https://fillamentum.com/products/asa-extrafill-anthracite-grey?\\_pos=2&\\_sid=0c7690252&\\_ss=r&variant=12233849634914](https://fillamentum.com/products/asa-extrafill-anthracite-grey?_pos=2&_sid=0c7690252&_ss=r&variant=12233849634914)

<https://www.3dxtech.com/3dxmax-hips-3d-filament-1-kg/>

<https://www.matterhackers.com/store//fillamentum-black-asa-filament-300mm/sk/MWWW1ND3>

<https://rigid.ink/products/asa-1-75-mm-0-03-mm-tolerance-filament?variant=7015548929>

<https://programarfacil.com/blog/introduccion-la-impresion-3d/>

## Estudio de mercado

<http://www.primortopedia.es/index.php/es/miembro-inferior/tobillo-pie/walkers>

<http://www.primortopedia.es/index.php/es/miembro-inferior/tobillo-pie/walkers>

<https://www.djoglobal.com/products>

<https://www.djoglobal.com/products>

<https://es.thuasne.com/es/td-rom-walker>

<http://oppomedical.es/productos/walker-articulado-rom-camara-de-aire>

<http://www.emo.es/es/catalog/detail/2561/w210-ortec-walker-alto-con-articulacion>

<http://www.emo.es/es/catalog/detail/2562/w215-ortec-walker-alto-con-articulacion-y-neumatico>

<http://www.orliman.com/producto/walker-articulado/>

## Competencia

<http://oppomedical.es/>

<http://www.primortopedia.es/index.php/es/>

<https://www.djoglobal.com/>

<https://www.mediespana.com/>

<http://www.orliman.com/>

## Textil

<http://todosobrelasfibrassinteticas.blogspot.com/2013/05/poliuretano-pu.html>

<https://khama.es/blog/viscoelastica-o-latex-diferencias-entre-almohadas/>

<http://www.rontex.es/catalogo-textil-y-acabados-impresos---articulos-para-calzado-y-marroqu>

[ineria---espuma-de-latex.html](#)

<https://www.haiku-futon.com/2010/06/latex-natural-latex-sintetico/>

<https://www.colchonexpres.com/blog/colchones-viscoelasticos-beneficios-inconvenientes>

<https://blog.mueblesdecasa.net/descanso/que-es-viscoelastico/>

<https://www.geniolandia.com/13102005/las-desventajas-del-poliuretano>

<https://latexldm.com/es/>

<http://ingenierostextilesfibras.blogspot.com/2013/05/el-poliuretano.html>

Velcro

[https://www.amazon.es/ilauke-Adhesivo-Cinta-Gancho-Blanco/dp/B076LRTN53/ref=sr\\_1\\_7?keywords=velcro&qid=1568046898&s=gateway&sr=8-7](https://www.amazon.es/ilauke-Adhesivo-Cinta-Gancho-Blanco/dp/B076LRTN53/ref=sr_1_7?keywords=velcro&qid=1568046898&s=gateway&sr=8-7)

<https://merceriasarabia.com/cinta-de-cierre-adhesiva/7877-velcro-2cm-adhesivo.html>

<https://merceriasarabia.com/cinta-de-cierre-adhesiva/7877-velcro-2cm-adhesivo.html>

Anilla ovalada

<https://www.pethardware.com/es/anillas/anilla-ovalada-2850/?v=OVAL%20SS/5.0x40>

<https://www.pethardware.com/es/anillas/anilla-de-hierro-acero-inoxidable-2209/>

<https://www.areatecnologia.com/materiales/acero-inoxidable.html>

Presupuesto

<https://filament2print.com/es/asa/679-asa-natural.html>

[https://www.amazon.es/Aussel-T70-Coser-Nylon-black/dp/B01IVH2LLE/ref=sr\\_1\\_4?adgrpid=54631841885&gclid=CjwKCAjwk93rBRBLEiwAcMapUaEgiwlvO9kKcqi-tfU\\_Fuh5IF89yJ6NJgiOj805KMGK7IFdR3M2dRoCKIMQAvD\\_BwE&hvadid=275291410557&hvdev=c&hvlocphy=1005545&hvnetw=g&hvpos=1t1&hvqmt=e&hvrnd=9115157538142637583&hvtargid=aud-611013333086%3Akwd-430911027806&hydadcr=7326\\_1798969&keywords=hilo+de+coser+resistente&qid=1568126998&s=gateway&sr=8-4](https://www.amazon.es/Aussel-T70-Coser-Nylon-black/dp/B01IVH2LLE/ref=sr_1_4?adgrpid=54631841885&gclid=CjwKCAjwk93rBRBLEiwAcMapUaEgiwlvO9kKcqi-tfU_Fuh5IF89yJ6NJgiOj805KMGK7IFdR3M2dRoCKIMQAvD_BwE&hvadid=275291410557&hvdev=c&hvlocphy=1005545&hvnetw=g&hvpos=1t1&hvqmt=e&hvrnd=9115157538142637583&hvtargid=aud-611013333086%3Akwd-430911027806&hydadcr=7326_1798969&keywords=hilo+de+coser+resistente&qid=1568126998&s=gateway&sr=8-4)

[https://www.google.com/search?safe=active&sxsrf=ACYBGNQ7aBr8ZQSjIJ0hVi80Mg1UkAsQpw%3A1568130722849&ei=osZ3XePKM6mY1fAPweu-4AE&q=maquina+de+coser+industrial&oq=maquina+de+coser+&gs\\_l=psy-ab.1.1.0i67110.14102.14102..15179...0.1..0.89.89.1..1..0....1..gws-wiz.....0i71.hQw58l6oVmo](https://www.google.com/search?safe=active&sxsrf=ACYBGNQ7aBr8ZQSjIJ0hVi80Mg1UkAsQpw%3A1568130722849&ei=osZ3XePKM6mY1fAPweu-4AE&q=maquina+de+coser+industrial&oq=maquina+de+coser+&gs_l=psy-ab.1.1.0i67110.14102.14102..15179...0.1..0.89.89.1..1..0....1..gws-wiz.....0i71.hQw58l6oVmo)

[https://www.google.com/search?safe=active&sxsrf=ACYBGNRa4\\_EX8ALXTgmo4Wn6QA0i2u5ubQ%3A1568124117764&ei=1ax3XfynLpC5gwftxp-QBQ&q=tumaker+bigfoot+500+precio&oq=bigfoot+500+&gs\\_l=psy-ab.1.1.0i22i30i4.450.450..1550...0.2..0.88.88.1.....0....1..gws-wiz.....0i71.LFObmmmbJIRE](https://www.google.com/search?safe=active&sxsrf=ACYBGNRa4_EX8ALXTgmo4Wn6QA0i2u5ubQ%3A1568124117764&ei=1ax3XfynLpC5gwftxp-QBQ&q=tumaker+bigfoot+500+precio&oq=bigfoot+500+&gs_l=psy-ab.1.1.0i22i30i4.450.450..1550...0.2..0.88.88.1.....0....1..gws-wiz.....0i71.LFObmmmbJIRE)

[https://colido.es/impresora-3d-gran-formato?gclid=CjwKCAjwk93rBRBLEiwAcMapUcNcv-7nJLkUMGvE-AZT-MMUUK3hJyktmHmSd1pR1\\_hUCoEEY5hPxocfUQQAvD\\_BwE](https://colido.es/impresora-3d-gran-formato?gclid=CjwKCAjwk93rBRBLEiwAcMapUcNcv-7nJLkUMGvE-AZT-MMUUK3hJyktmHmSd1pR1_hUCoEEY5hPxocfUQQAvD_BwE)

<https://filament2print.com/es/asa/679-asa-natural.html>

[https://www.amazon.es/calidad-ajustable-correas-hebilla-equipaje/dp/B01K8OFZMU/ref=sr\\_1\\_3?keywords=velcro%2Bcinchas&qid=1568126250&s=gateway&sr=8-3&th=1](https://www.amazon.es/calidad-ajustable-correas-hebilla-equipaje/dp/B01K8OFZMU/ref=sr_1_3?keywords=velcro%2Bcinchas&qid=1568126250&s=gateway&sr=8-3&th=1)

# Diseño de una órtesis ergonómica tipo Walker mediante la reducción de piezas e impresión 3D.

## 2. Planos

---

Araceli Silva Hernández

Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

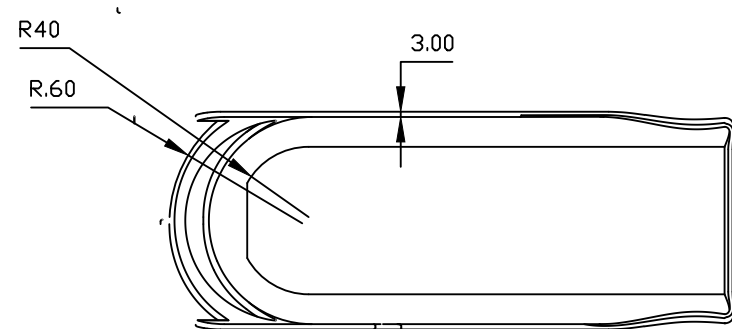
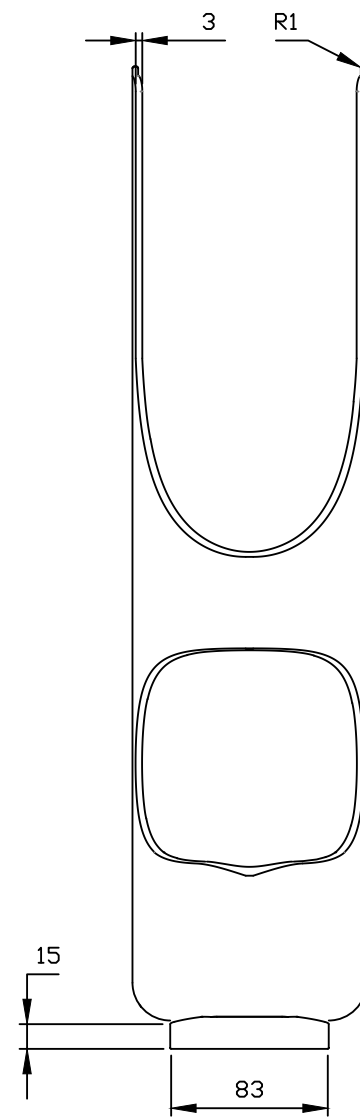
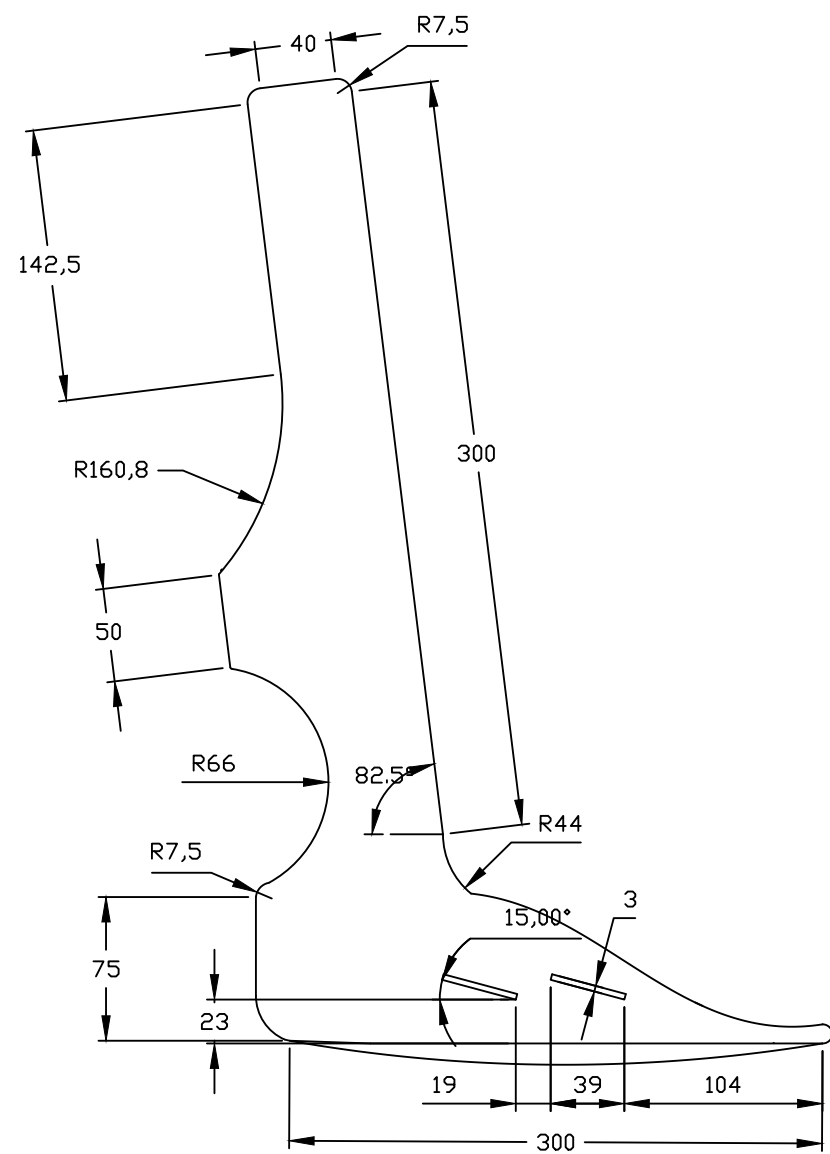
ETSID. Septiembre 2019

Tutor: Víctor Cloquell Ballester

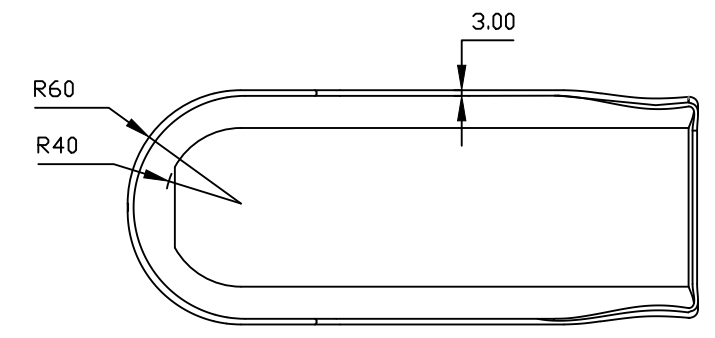
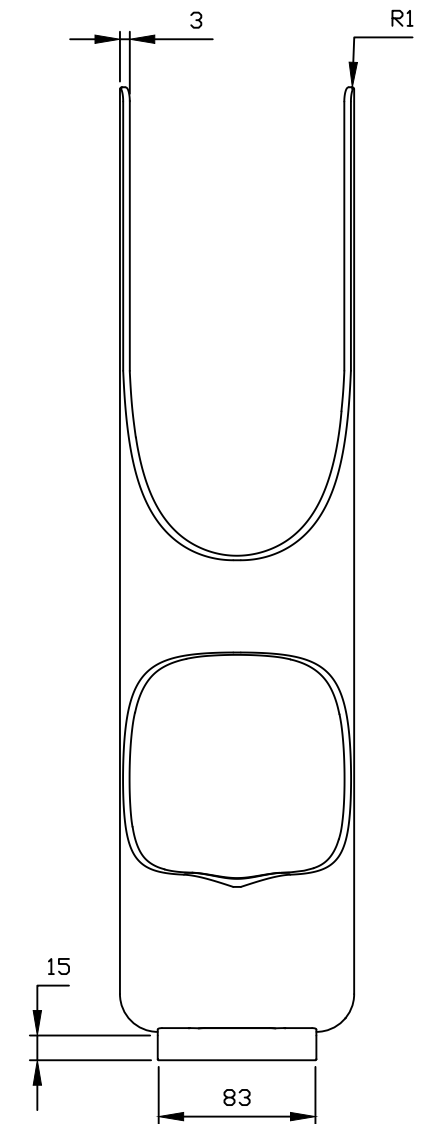
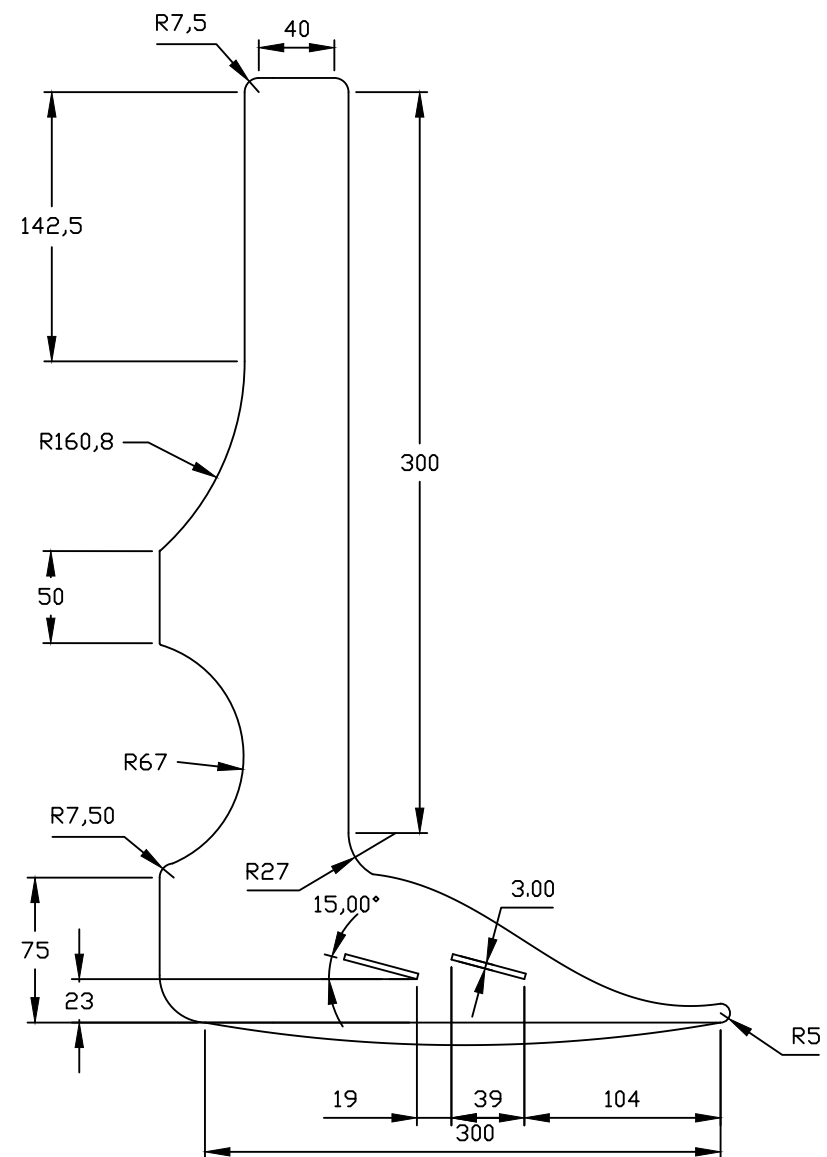


Bata tipo Walker  
Orthomint  
Planos

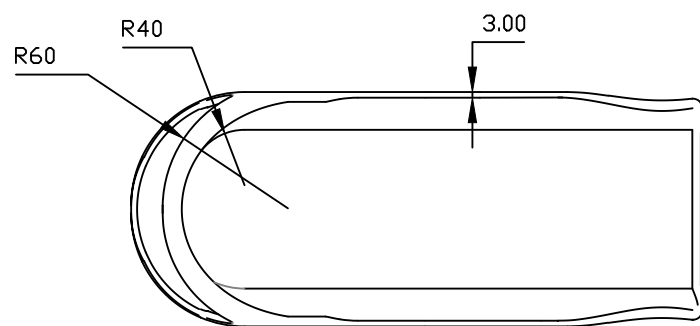
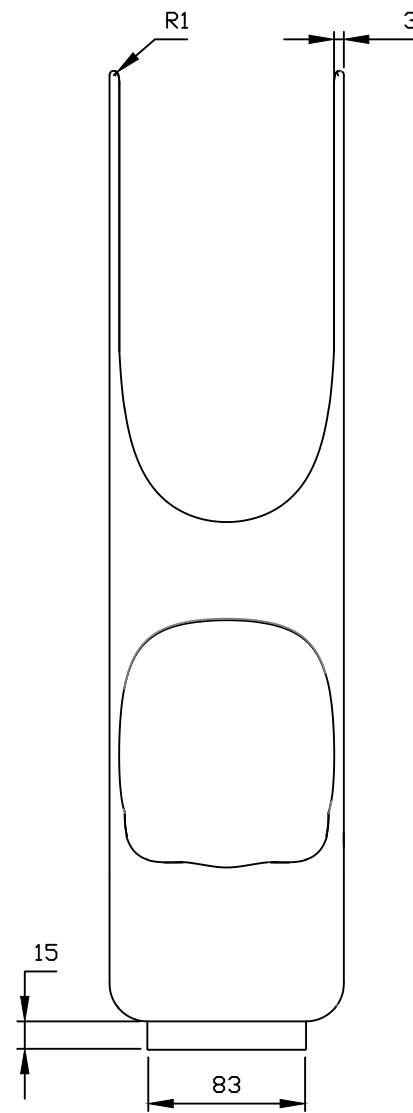
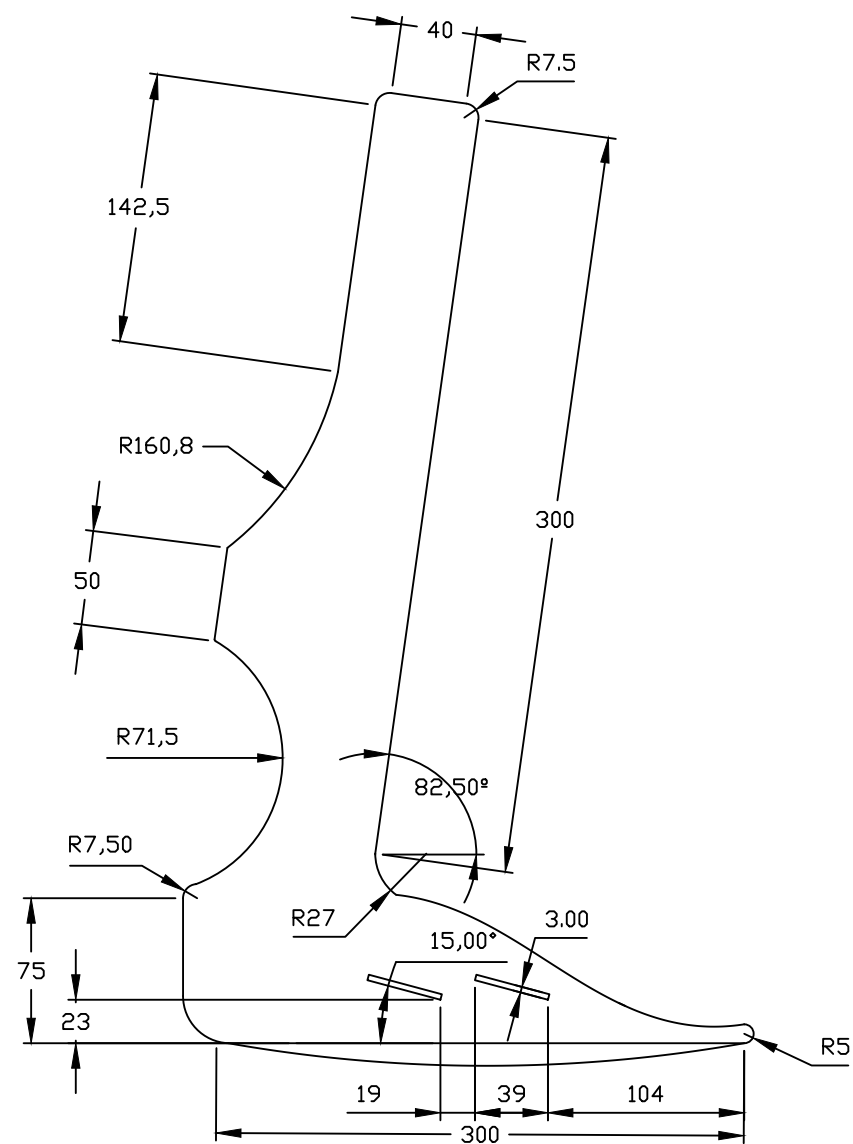




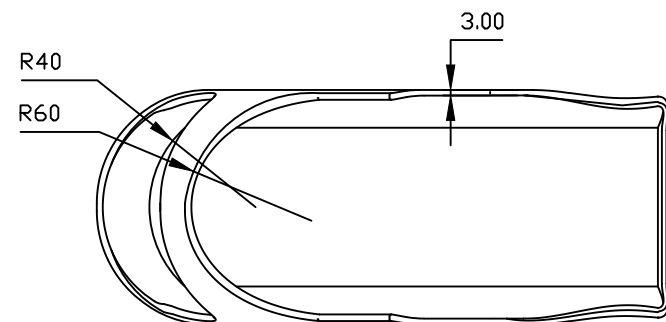
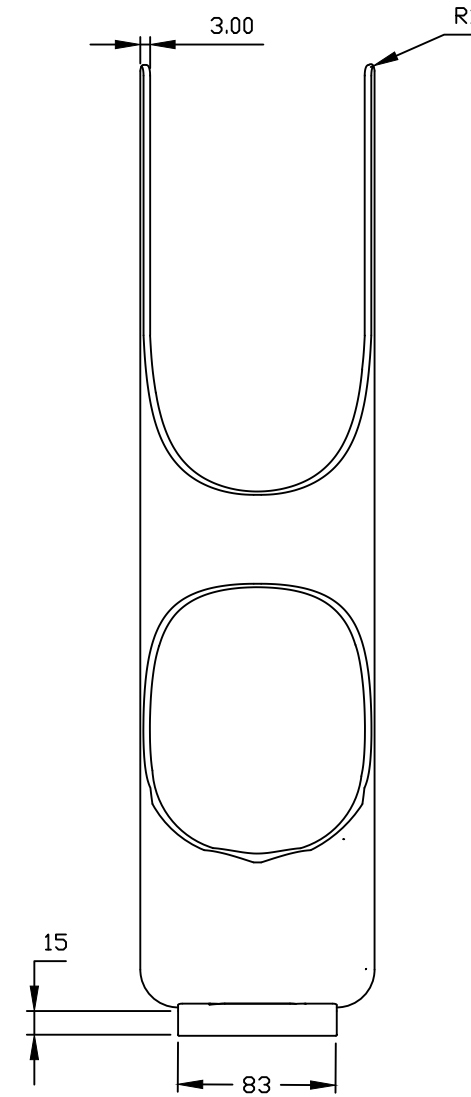
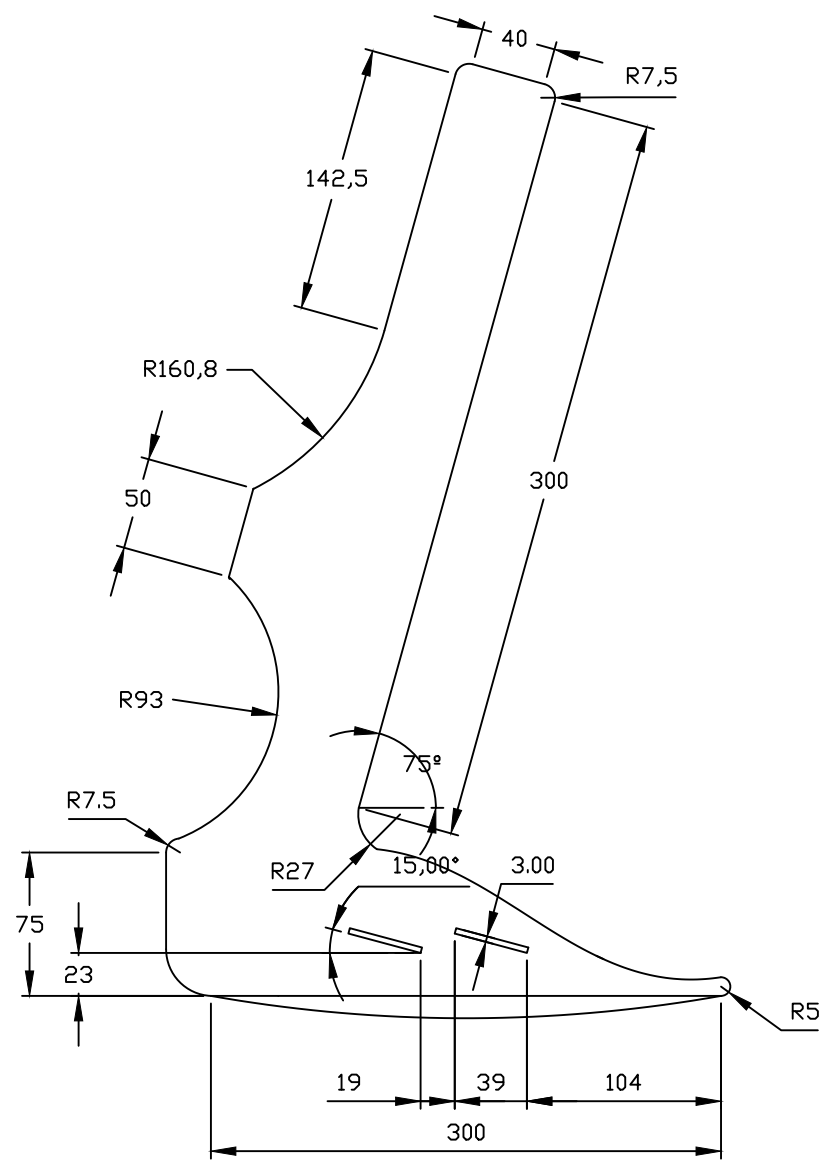
	Fecha	Nombre	Nº de plano	Proyecto:		
Dibujado	10-09-2019	Araceli Silva	1.1	Rediseño de una bota ortopédica tipo Walker por Orthoprint		
Comprobado	12-09-2019	Araceli Silva				
Ids normas						
Escala	1:4			Sistema:		
				Férula versión 0		
				Sustituye a		
				Sustituido por		



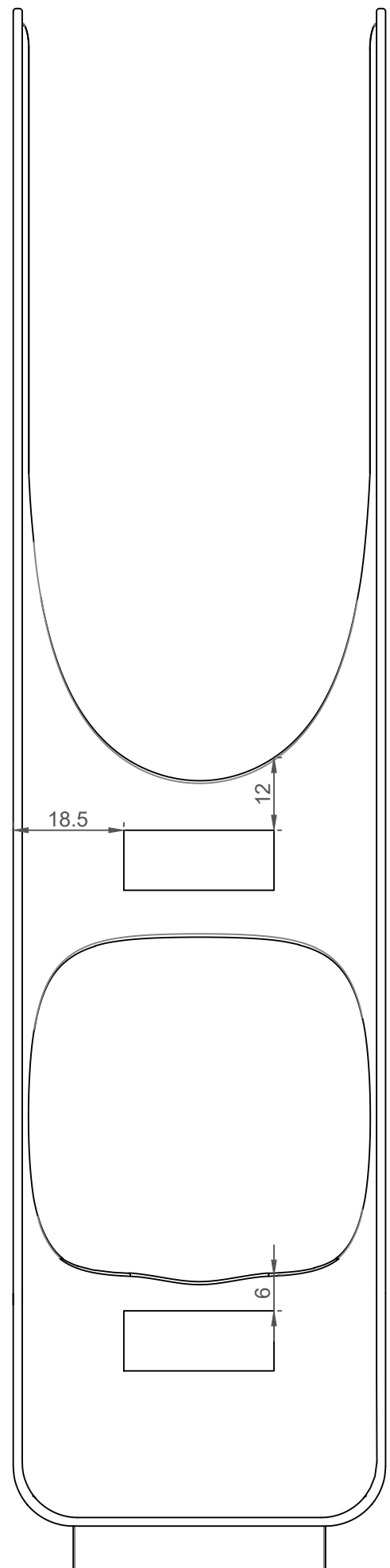
	Fecha	Nombre	Nº de plano	Proyecto:
Dibujado	10-09-2019	Araceli Silva	2.1	Rediseño de una bota ortopédica tipo Walker por Orthoprint
Comprobado	12-09-2019	Araceli Silva		
Ids normas				
Escala	Férula versión 1			Sistema:
1:4				Férula versión 1
				Sustituye a
				Sustituido por



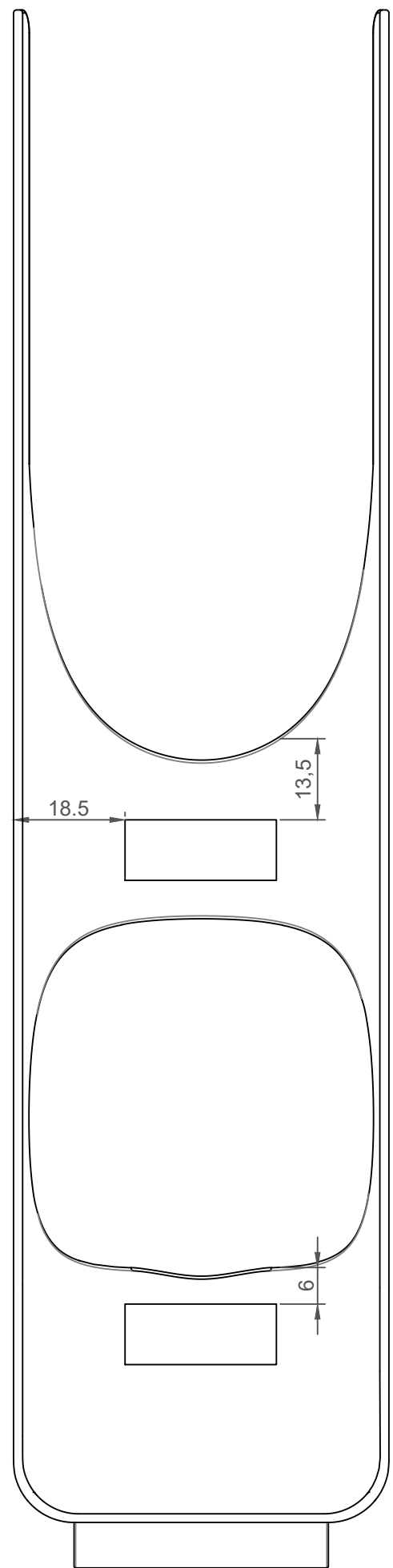
	Fecha	Nombre	Nº de plano	Proyecto:
Dibujado	10-09-2019	Araceli Silva	3.1	Rediseño de una bota ortopédica tipo Walker por Orthoprint
Comprobado	12-09-2019	Araceli Silva		
Ids normas				
Escala	<b>Férula versión 2</b>			Sistema:
1:4				Férula versión 2
				Sustituye a
				Sustituido por



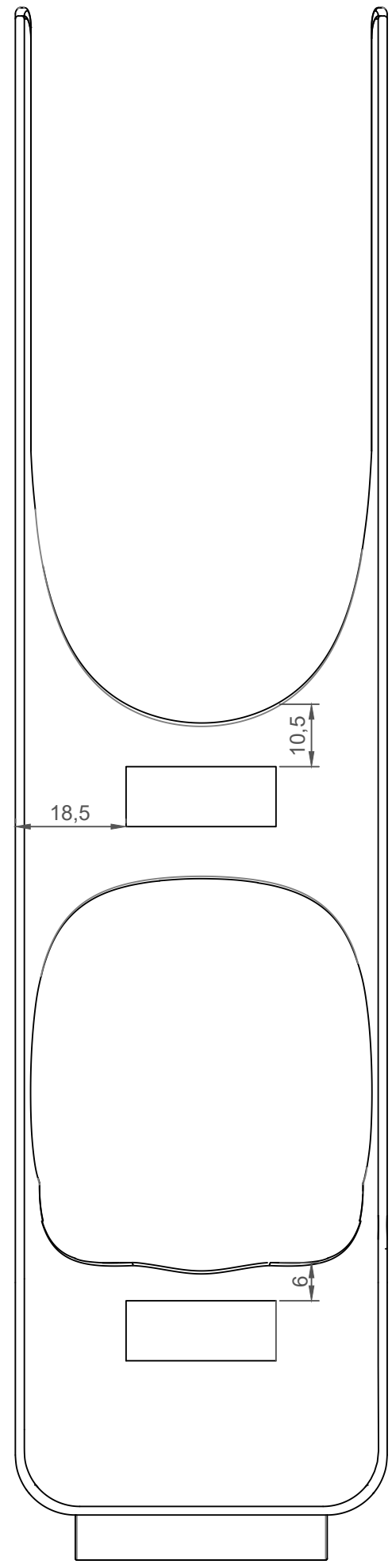
	Fecha	Nombre	Nº de plano	Proyecto:
Dibujado	10-09-2019	Araceli Silva	4.1	Rediseño de una bota ortopédica tipo Walker por Orthoprint
Comprobado	12-09-2019	Araceli Silva		
Ids normas				
Escala	Férula versión 3			Sistema:
1:4				Férula versión 3
				Sustituye a
			Sustituido por	



	Fecha	Nombre	Nº de plano	Proyecto:
Dibujado	10-09-2019	Araceli Silva	1.0	Rediseño de una bota ortopédica tipo Walker por Orthoprint
Comprobado	12-09-2019	Araceli Silva		
Ids normas				
Escala	1:2			Sistema: Férula versión 0
				Sustituye a
				Sustituido por

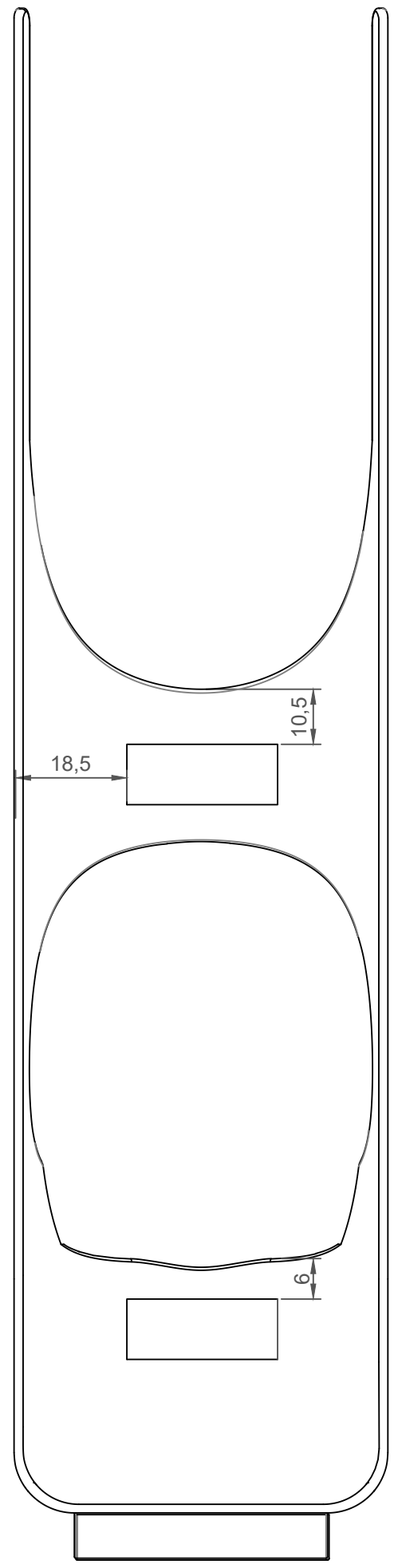


	Fecha	Nombre	Nº de plano	Proyecto:
Dibujado	10-09-2019	Araceli Silva	2.0	Rediseño de una bota ortopédica tipo Walker por Orthoprint
Comprobado	12-09-2019	Araceli Silva		
Ids normas				
Escala	<b>Sistema: Férula versión 1</b>			Sistema:
1:2				Sistema: Férula versión 1
				Sustituye a
				Sustituido por

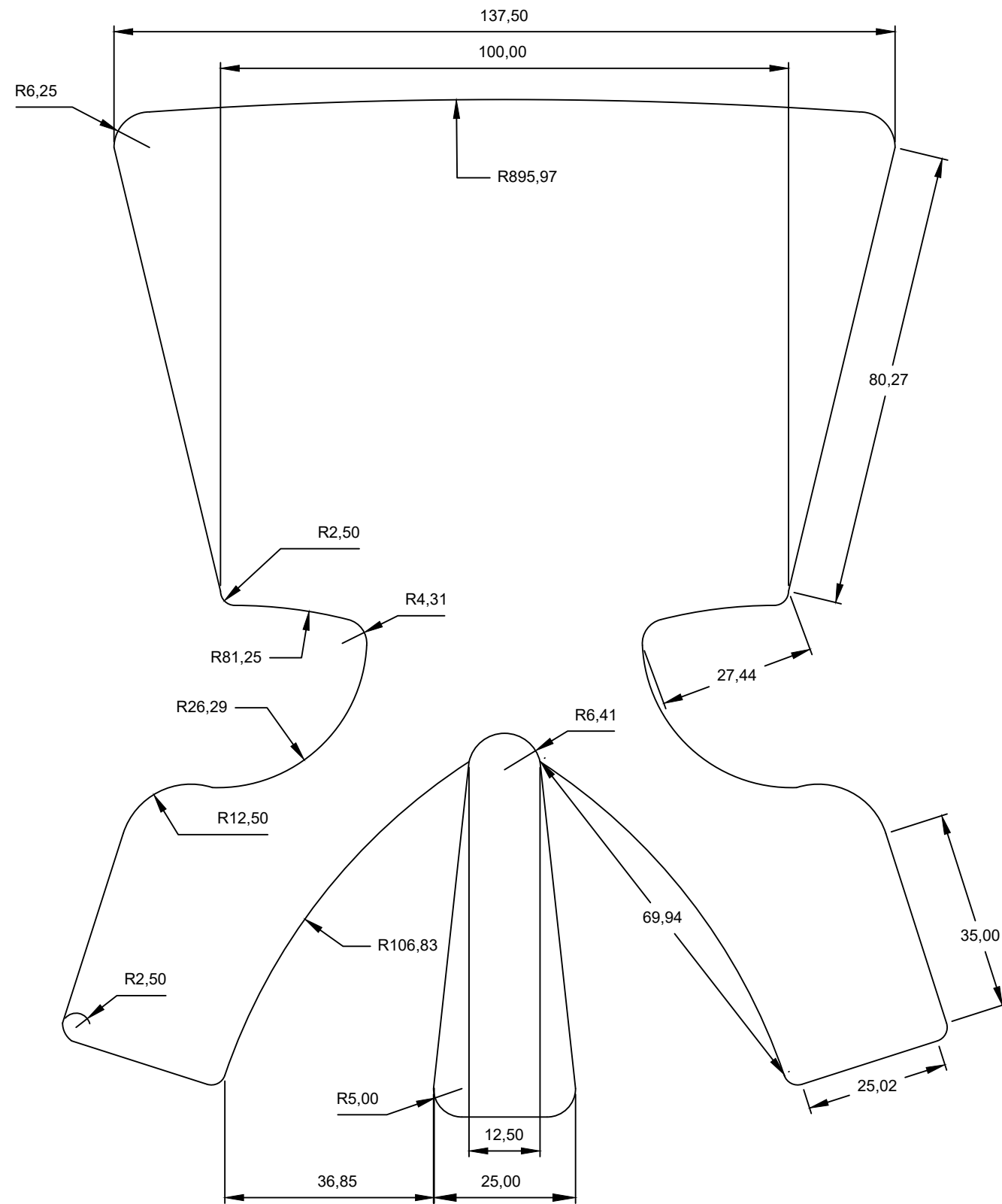


	Fecha	Nombre	Nº de plano	Proyecto:
Dibujado	10-09-2019	Araceli Silva	3.0	Rediseño de una bota ortopédica tipo Walker por Orthoprint
Comprobado	12-09-2019	Araceli Silva		
Ids normas				
Escala	<b>Sistema: Férula versión 2</b>			Sistema:
1:2				Sistema: Férula versión 2
				Sustituye a
				Sustituido por

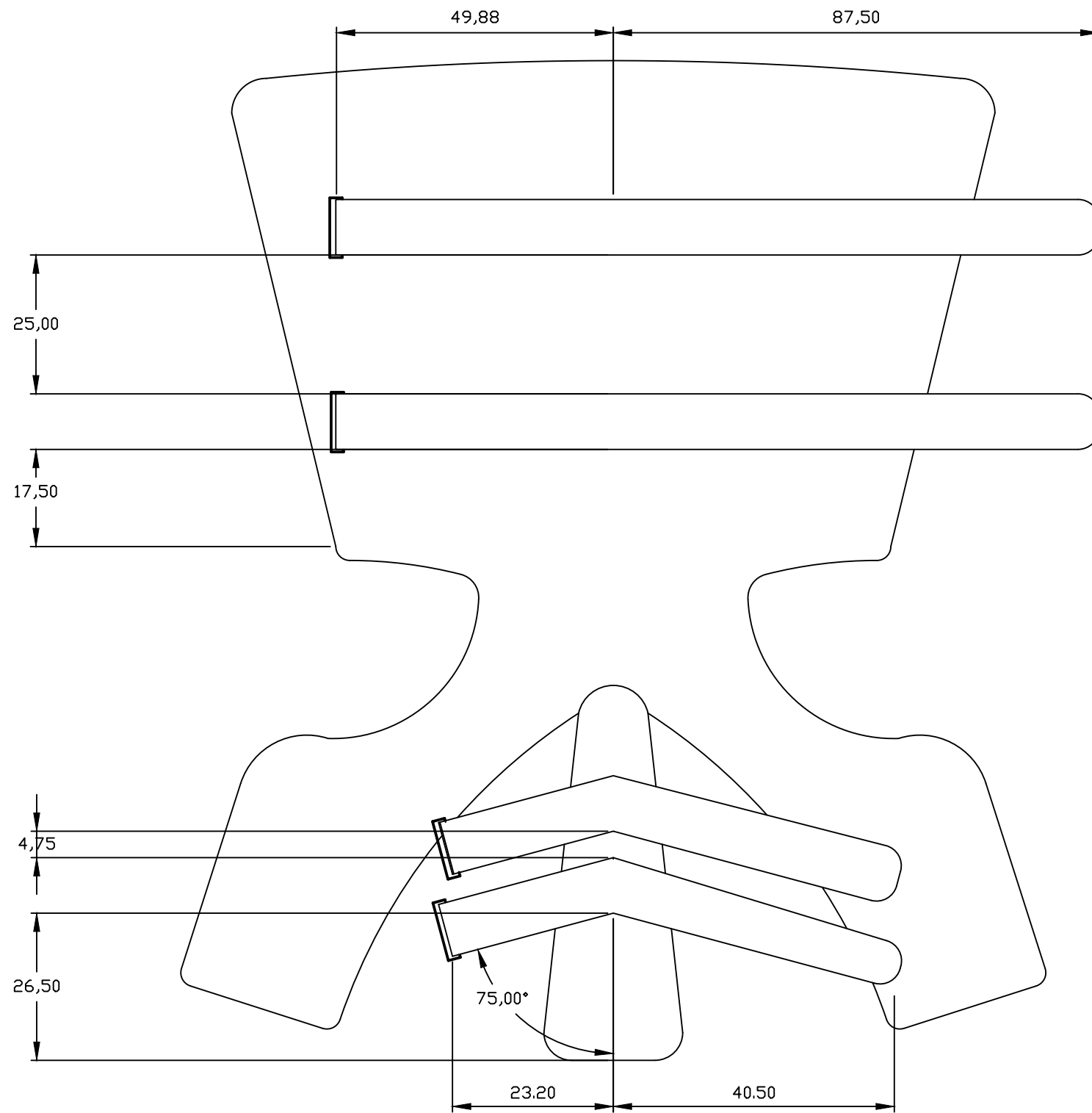




	Fecha	Nombre	Nº de plano	Proyecto:
Dibujado	10-09-2019	Araceli Silva	4.0	Rediseño de una bota ortopédica tipo Walker por Orthoprint
Comprobado	12-09-2019	Araceli Silva		
Ids normas				
Escala	<b>Sistema: Férula versión 3</b>			Sistema:
1:2				Sistema: Férula versión 3
				Sustituye a
				Sustituido por



	Fecha	Nombre	Nº de plano	Proyecto:
Dibujado	10-09-2019	Araceli Silva	5.1	Rediseño de una bota ortopédica tipo Walker por Orthoprint
Comprobado	12-09-2019	Araceli Silva		
Ids normas				
Escala	Almohadilla			Sistema:
1:4				Sistema almohadilla
				Sustituye a
		Sustituido por		



	Fecha	Nombre	Nº de plano	Proyecto:
Dibujado	10-09-2019	Araceli Silva	5.0	Rediseño de una bota ortopédica tipo Walker por Orthoprint
Comprobado	12-09-2019	Araceli Silva		
Ids normas				
Escala	1:4			Sistema: Sistema almohadilla
				Sustituye a
				Sustituido por

# **Diseño de una órtesis ergonómica tipo Walker mediante la reducción de piezas e impresión 3D.**

## 3. Pliego de condiciones

---

Araceli Silva Hernández

Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

ETSID. Septiembre 2019

Tutor: Víctor Cloquell Ballester



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

# Índice

1. Definición y alcance del pliego.
2. Normativa de carácter general.
3. Especificaciones técnicas.
  - 3.1. Férulas versión 0/1/2/3.
    - 3.1.1. Materiales.
    - 3.1.2. Ejecución/Proceso de fabricación y montaje.
    - 3.1.3. Condiciones de entrega (adquisición pagina web)
  - 3.2. Velcro.
    - 3.2.1. Materiales.
    - 3.2.2. Ejecución/Proceso de fabricación y montaje.
    - 3.2.3. Condiciones de entrega (adquisición pagina web)
  - 3.3. Almohadillas.
    - 3.3.1. Materiales.
    - 3.3.2. Ejecución/Proceso de fabricación y montaje.
    - 3.3.3. Condiciones de entrega (adquisición pagina web)
  - 3.4. Cinchas.
    - 3.4.1. Materiales.
    - 3.4.2. Ejecución/Proceso de fabricación y montaje.
    - 3.4.3. Condiciones de entrega (adquisición pagina web)

# 1. Definición y alcance del pliego.

El desarrollo de este pliego de condiciones tiene como propósito principal definir y explicar cuales son los aspectos técnicos, facultativos, legales y económicos para la fabricación de producto a desarrollar en este caso, una ortesis para tobillo impresa por 3D, a través de un estudio y análisis de las normas y técnicas a utilizar.

Este documento recoge detalles del producto bajo la normativa de la UNE (Asociación Española de Normalización) correspondientes a la utilización de impresoras 3D, utilización del material ASA y otras cuestiones importantes del producto.

También se incluirán algunas de las certificaciones de debe poseer, además de los beneficios de las mismas para ser un producto competente en el mercado frente a las empresas de la competencia.

## 2. Normativa de carácter general

### Respecto al material.

#### **UNE-EN ISO 2507-3:2018**

Tubos y accesorios en materiales termoplásticos. Temperatura de reblandecimiento Vicat. Parte 3: Condiciones de ensayo para tubos y accesorios de acrilonitrilo/butadieno/estireno (ABS) y acrilonitrilo/estireno/éster acrílico (ASA).

#### **UNE-EN ISO 19065-1:2015**

Plásticos. Materiales de acrilonitrilo-estireno-acrilato (ASA), acrilonitrilo-(etileno-propileno-dieno)-estireno (AEPDS) y acrilonitrilo-(polietileno clorado)-estireno (ACS) para moldeo y extrusión. Parte 1: Sistema de designación y bases para las especificaciones.

#### **UNE-EN ISO 15015:2011**

Plásticos. Placas extruidas de copolímeros de acrilonitrilo/estireno modificados para resistir al impacto (ABS, AES o ASA). Requisitos y métodos de ensayo.

#### **UNE-EN ISO 6402-2:2004**

Plásticos. Materiales de acrilonitrilo-estireno-acrilato (ASA), acrilonitrilo-(etileno-propileno-dieno)-estireno (AEPDS) y acrilonitrilo-(polietileno clorado)-estireno (ACS) para moldeo y extrusión. Parte 2: Preparación de probetas y determinación de propiedades

#### **UNE-EN ISO 22675:2017**

Prótesis. Ensayo de las articulaciones de tobillo-pie y de las unidades de pie. Requisitos y métodos de ensayo.

### Respecto al producto.

#### **UNE-EN ISO 10328**

Prótesis. Ensayo estructural de las prótesis de miembros inferiores. Requisitos y métodos de ensayo.

#### **UNE-EN ISO 22675**

Prótesis. Ensayo de las articulaciones de tobillo-pie y de las unidades de pie. Requisitos y métodos de ensayo.

**UNE-EN 12182:2012**

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

**UNE-EN ISO 24415-1:2009**

Conteras de las ayudas para caminar. Requisitos y métodos de ensayo. Parte 1: Fricción de las conteras.

**UNE-EN ISO 16201:2007**

Ayudas técnicas para personas con discapacidad. Sistemas de control del entorno para la vida diaria.

**UNE-EN ISO 22523:2007**

Prótesis de miembros externos y ortesis externas. Requisitos y métodos de ensayo.

**UNE-EN 1985:1999**

Ayudas para caminar. Requisitos generales y métodos de ensayo.

**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 prótesis.

**UNE 111909-3:1990**

Prótesis y órtesis. Vocabulario. Parte 3: términos relativos a las órtesis.



## 3. Especificaciones técnicas.

### 3.1. Férulas versión 0/1/2/3

#### 3.1.1. Materiales

Para la base de nuestro producto, la estructura, se utilizará un material con las características necesarias para su uso. En este caso se buscaba un material que fuera duro y resistente, a la vez que ligero, y que sobre todo pudiese ser impreso a través de una impresora 3D, la cual será la base del todo el proceso de producción. El material elegido tras un proceso de selección se llama ASA y sus características son las siguientes.



ASA, también conocido como acrílico estireno acrilnitrilo, es un plástico imprimible en 3D con propiedades similares al ABS. Originalmente, fue desarrollado como una alternativa al ABS que sería más resistente a los rayos UV al cambiar el tipo de caucho que se utiliza a la hora de fabricar dicho material. También es destacablemente superior al ABS en la resistencia de impactos y en la resistencia a la temperatura.

Se usa comúnmente en aplicaciones al aire libre en lugar de ABS debido a su resistencia superior a los rayos UV y las condiciones climáticas adversas.

El punto negativo de este material es la deformación, que sigue siendo un problema constante que se debe tener en cuenta, así como los humos potencialmente peligrosos que el plástico emite durante la impresión, debido a la presencia de estireno.

#### Los requerimientos necesarios son:



**Bed**  
Temperature: 90-110 °C  
Heated Bed Required  
No Enclosure Required



**Build Surface**  
Kapton tape  
PET Sheets  
ABS/ASA Slurry



**Extruder**  
Temperature: 220-245 °C  
No special hotend required



**Cooling**  
Part Cooling Fan Not Required

### 3.1.2. Ejecución/Proceso de fabricación y montaje

Para la producción de estas piezas se realizarán a través de una impresora 3D.

El proceso de producción no dependerá de proveedores externos si no de la propia marca Orthoprint. Por ello se comprará una maquina de impresión 3D para la propia producción.

Para su fabricación hay que tener en cuenta algunos aspectos importantes.

En cuanto al local:

- El material ASA produce unos gases nocivos que tendremos que tener en cuenta, por lo tanto se requiere un local con gran ventilación.
- Se dispondrán de varios equipos, por lo tanto se necesitan un mínimo de 4 impresoras y ordenador potente para su funcionamiento.
- Se dispondrá de un almacén para las reposiciones y almacenado del producto cuando esté pendiente de envío.

Las siguientes cuestiones se centran más en base a la fabricación del producto, ya que se refiere en cuanto a la impresora 3D y material:

- La cama es la base de la impresora donde el material comienza a depositarse para fabricar la pieza. Esta cama necesita una temperatura determinada para que el material quede fijo y no se deforme. La temperatura dependerá de cada material, en nuestro caso la temperatura de la cama para la fabricación con el material ASA debe ser entre 90 -110 °C
- También hay que determinar la temperatura de extrusión ya que es la temperatura a la que el material se funde y se deposita en la cama. En el caso del material ASA la temperatura de extrusión debe ser entre 235 - 255 °C, aunque dependerá de la impresora y del tipo de boquilla.
- Velocidad de impresión media.
- Hay que tener en cuenta que el ASA es un material que se deforma y es muy vulnerable a la hora de la impresión si hay corrientes de aire, por lo tanto hay que evitar una fuerte ventilación y que ésta sea moderada.

Pasos a la hora de imprimir el producto.

1. Calentar la cama.
2. Colocar suficiente material para que no se quede sin filamento antes de terminar la pieza.
3. Revisar la boquilla y aspectos generales de la impresora.
4. Colocar una base de laca para fijar la sujeción de la pieza en la base de la impresora, en la cama.
5. Adaptar todos los aspectos digitales, temperatura de extrusión, velocidad, tiempo de impresión etc...
6. Revisar el proceso de impresión
7. Retirar el producto de la impresora y verificar que no se ha pegado.

### 3.1.3. Condiciones de entrega (adquisición pagina web)

La adquisición del producto se realizará por la web de Orthoprint, donde se podrán elegir las características del producto. Algunas de esas características son la talla de la bota o cuantas férulas necesita el paciente. Como se explicó en el plan de negocio la idea es que el usuario/ortopedia compre el producto. Si lo compra por la web podrá recibir el producto directamente en su casa, y una vez finalizado el tratamiento, una empresa de mensajería se parará a recoger las férulas. También está la posibilidad de que se compre el producto en ortopedias con la que Orthoprint ha negociado vender los productos, de forma personal y al momento.

## 3.2. Velcro.

### 3.2.1. Materiales

Los velcros son un producto normalizado. Están compuesto de nylon y poliéster, con estos materiales se consigue la fuerte adhesión. Poseen en la parte trasera un autoadhesivo para fijarlo en paredes lisas y limpias.

### 3.2.2. Ejecución/Proceso de fabricación y montaje

Estos productos serán obtenidos de fábrica y por lo tanto no serán fabricados por parte de orthoprint.

El velcro que se utilizará para el producto será de 2 cm de ancho. El cual serán 2 piezas de 5 cm de largo por 2 cm de ancho. El velcro que se adquirida tiene un largo de 15 metros, por lo tanto tendrá que cortarse con unas tijeras industriales para que sea la medida adecuada. Aproximadamente por cada rollo de 15 metros se obtendrán 30 piezas, es decir 15 parejas de velcro para cada férula.

Este velcro posee un adhesivo en la parte trasera que será con la que se fijará a la férula impresa, sin necesidad de ningún otro tipo de fijación, ya que el adhesivo es de fijación extra fuerte.

### 3.2.3. Condiciones de entrega (adquisición pagina web)

Van inclusive en el pedido, se entregarán junto con el resto de piezas a domicilio.

## 3.3. Almohadilla.

### 3.3.1. Materiales

Este elemento será fabricado bajo pedido de Orthoprint a la empresa LDM la cual afirma:

“La suavidad, la capacidad de recuperación, la transpirabilidad entre otras características convierten a la espuma de látex en un producto perfecto para productos de ortopedia.”

Tras analizar distintos materiales para crear las almohadillas, nos hemos decantado por la espuma de látex ya que tiene las mejores propiedades para nuestro producto.

El látex natural es un jugo blanco que se obtiene a partir de la savia extraída del árbol *Hevea brasiliensis* o árbol del caucho. Una vez recogido el líquido se cuela por un tamiz para eliminar partículas de hojas y corteza, luego se deja en reposo para que las materias no separadas por el tamiz (arena, cieno) se sedimenten. Se vierte el líquido entonces en

unos moldes que dejarán luego unas zonas huecas ó corredores de aireación y se procede a la coagulación del látex limpio de impurezas. La densidad del látex recomendada por su suavidad y adaptación puede ser de 70-85kg m<sup>3</sup> siendo esta una densidad media, al tratarse de una espuma, la densidad será mucho más baja. Algunas de las características son:

- Gran elasticidad y gran firmeza que se traducen en una buenísima adaptabilidad
- Propiedades antibacterianas y antifúngicas
- Transpirabilidad
- Durabilidad
- Indeformable
- Biodegradable

Para hacerlo más confortable, esta espuma de latex tendrá un recubrimiento de un tejido de poliuretano de color negro para que sea neutral. Además esta tela servirá para rematar los bordes de la plantilla y hacerlo más resistente. Ya que el tejido de poliuretano se conoce por las siguientes propiedades.

- Alta resistencia al desgaste y a la abrasión.
- Alta resistencia a la tracción y al desgarre.
- Muy buena capacidad de amortiguación.
- Alta resistencia a grasas, aceites, oxígeno y ozono.
- Este material puede ser reciclado.
- Retiene poco calor.
- Buena duración.
- Tiene una alta resistencia a la absorción de agua.
- Refuerza y protege
- Dificulta el crecimiento de hongos y bacterias.

Por lo tanto las almohadillas serán fabricadas con estos dos materiales. Ambos materiales irán cosidos entre sí para no utilizar pegamentos ni adhesivos industriales, y para que los remaches queden mucho más fijos y fuertes.

### 3.3.2. Ejecución/Proceso de fabricación y montaje

Este producto es diseñado por Orthoprint, sin embargo el proceso de producción lo llevará a cabo LDM al cual se le entregarán unos planos del producto y de los materiales a utilizar.

En primer lugar, se ha enviado los planos y especificaciones del diseño a la empresa para que fabrique el producto tal y como se necesita en Orthoprint. Una vez hayamos recibido el pedido de LDM se revisará que sean las medidas adecuadas y el producto esté en buenas condiciones.

Tras verificar y aprobar el pedido, se pasará a la colocación de las cinchas en la parte trasera.

### 3.3.3. Condiciones de entrega (adquisición pagina web)

La adquisición del producto se realizará por la web de Orthoprint, donde se podrán elegir la talla de la almohadillas que necesita el paciente. Como se explicó en el plan de negocio la idea es que el usuario/ortopedia compre el producto. Si lo compra por la web podrá recibir el producto directamente en su casa, a diferencia de las férulas, las almohadillas son de uso personal, y por ello no se devolverán a la sede de Orthoprint.

## 3.2. Cinchas.

### 3.2.1. Materiales.

Como ya se ha explicado con anterioridad, estas cinchas se comprarán a una empresa especializada. Las cinchas poseen unos velcros y una anilla para que se ajuste a la pierna. La tira alargada está compuesta nylon y poliéster constituyendo así parte de los velcros, y la segunda pieza, la anilla, está formada de acero inoxidable, con excelentes propiedades para el producto.

### 3.2.2. Ejecución/Proceso de fabricación y montaje

Primeramente se ha tenido que llevar a cabo la fase anterior que es la de verificación de las cinchas. Una vez que hayamos comprobado las almohadillas, pasamos a la fase de colocación de las cinchas.

1. Colocamos el plano de la almohadilla y las cinchas que hemos diseñado y con una tiza marcamos la zona de unión.
2. Se cortan las cinchas inferiores por la mitad, ya que cada una tiene un ángulo de colocación diferente.
3. Con una máquina de coser industrial se unen las cinchas con la almohadilla en las marcas previamente hechas, quedando unos cosidos muy resistentes.
4. Comprobar que las cinchas están colocadas adecuadamente y que están bien fijadas.

Una vez unidas las cinchas con la almohadilla se habrá formado la pieza que pasará a ser del sistema almohadilla. Este será el producto final.

### 3.2.3. Condiciones de entrega (adquisición pagina web)

La adquisición del producto se realizará por la web de Orthoprint, donde se podrán elegir la talla de la almohadillas que necesita el paciente. Como se explicó en el plan de negocio la idea es que el usuario/ortopedia compre el producto. Si lo compra por la web podrá recibir el producto directamente en su casa, a diferencia de las férulas, las almohadillas son de uso personal, y por ello no se devolverán a la sede de Orthoprint.

# Diseño de una órtesis ergonómica tipo Walker mediante la reducción de piezas e impresión 3D.

## 4. Presupuesto

---

Araceli Silva Hernández

Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

ETSID. Septiembre 2019

Tutor: Víctor Cloquell Ballester



# Índice

1. Definición y alcance del presupuesto
2. Tabla de piezas compradas
3. Tabla de presupuesto
  - 3.1. Férula versión 0.
  - 3.2. Velcro versión 0.
  - 3.3. Sistema: Férula versión 0.
  - 3.4. Férula versión 1.
  - 3.5. Velcro versión 1.
  - 3.6. Sistema: Férula versión 1.
  - 3.7. Férula versión 2.
  - 3.8. Velcro versión 2.
  - 3.9. Sistema: Férula versión 2.
  - 3.10. Férula versión 3.
  - 3.11. Velcro versión 3.
  - 3.12. Sistema: Férula versión 3.
  - 3.13. Sistema almohadilla
4. Amortización
  - 4.1. Maquinaria
  - 4.2. Férulas
5. Costes finales
  - 5.1. Coste final de fabricación y materiales
  - 5.2. Presupuesto

## 1. Definición y alcance del presupuesto.

La finalidad de este documento es hacer un resumen detallado de los costes y gastos de la materia prima, maquinaria y an de obra que se va a utilizar para la fabricación del producto. Se tendrá también en cuenta los costos de las piezas adquiridas de otras empresas, y por último se añadirán costes de imprevistos, IVA y otros impuestos a los que el producto está sujeto para llegar así a un presupuesto final lo más aproximado posible.

Antes de comenzar con el desarrollo del presupuesto hay que destacar un detalle importante y es la amortización del producto. Como ya hemos explicado antes, la idea de negocio consiste en reutilizar las férulas con otros paciente, siendo todo este proceso gestionado por Orthoprint. Para ello serán devueltas a Orthoprint y pasará por un proceso de reacondicionamiento que volverá a poner el producto en perfecta condiciones. Se estima que aproximadamente 3 pacientes podrán utilizar una misma férula hasta que esta sea descartada. En conclusión, se hará una amortización de las férulas y en base a ese coste se desarrollará el presupuesto final.

También se hará una amortización de la maquinaria de tal forma que a lo largo del tiempo se compensará la inversión inicial.

Y por último también se tendrán en cuenta los presupuestos que nos dan otras empresas para comprar sus materiales/componentes, buscando la mejor relación calidad/precio.

## 2. Tabla de piezas compradas.

En esta tabla se ven reflejados todos los componentes comprados a otras empresas, por lo tanto son piezas de fábrica estandarizadas, o piezas pedidas a medidas.

Ref.	Descripción	Ud.	Cant.	Precio Unitario	Precio Parcial
	Almohadilla	Ud.	1	4,32	4,32
	Cinchas	Ud	4	1,42	5,68
	Velcro	m	0,1	0,533	0,0533

En el caso de las almohadillas, el diseño ha sido desarrollado por Orthoprint, sin embargo la producción ha sido llevada a cabo por la empresa LDM, por ello se considera una pieza comprada.

En el caso de las cinchas y el velcro son materiales que en orthoprint modificaremos para que se ajuste al componente que nosotros buscamos, aun así son artículos que se venden de fábrica al por mayor y gracias a ese factor sacamos unos precios más competitivos.

## 3. Tabla de presupuesto.

### 3.1. Férula versión 0.

<b>Materia prima</b>					
Ref	Descripción	UD.	Cant.	Precio unitario	Precio parcial
4	Material de impresión ASA	kg	0,528	20,95	11,0616
<b>Maquinaria</b>					
Ref	Descripción	UD.	Cant.	Precio unitario	Precio parcial
	Impresora 3D	h	4	6	24
<b>Mano de obra</b>					
Ref	Descripción	UD.	Cant.	Precio unitario	Precio parcial
	Operario (Impresora)	h	0,15	10	1,5
<b>Total</b>					<b>36,5616</b>

### 3.2. Velcro versión 0.

Materia prima					
Ref	Descripción	UD.	Cant.	Precio unitario	Precio parcial
	Velcro	m	0,1	0,533	0,0533
Maquinaria					
Ref	Descripción	UD.	Cant.	Precio unitario (energía)	Precio parcial
	Tijera	h	0,05	0	0
Mano de obra					
Ref	Descripción	UD.	Cant.	Precio unitario	Precio parcial
	Operario(Corte)	h	0,01	10	0,1
Total					0,1533

### 3.3. Sistema: Férula versión 0.

Materia prima					
Ref	Descripción	UD.	Cant.	Precio unitario	Precio parcial
Maquinaria					
Ref	Descripción	UD.	Cant.	Precio unitario (energía)	Precio parcial
Mano de obra					
Ref	Descripción	UD.	Cant.	Precio unitario	Precio parcial
	Operario(Colocación)	h	0,02	10	0,2
Total					0,2

### 3.4. Férula versión 1.

<b>Materia prima</b>					
<b>Ref</b>	<b>Descripción</b>	<b>UD.</b>	<b>Cant.</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Precio parcial</b>
4	Material de impresión ASA	kg	0,528	20,95	11,0616
<b>Maquinaria</b>					
<b>Ref</b>	<b>Descripción</b>	<b>UD.</b>	<b>Cant.</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Precio parcial</b>
	Impresora 3D	h	4	6	24
<b>Mano de obra</b>					
<b>Ref</b>	<b>Descripción</b>	<b>UD.</b>	<b>Cant.</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Precio parcial</b>
	Operario (Impresora)	h	0,15	10	1,5
<b>Total</b>					<b>36,5616</b>

### 3.5. Velcro versión 1.

<b>Materia prima</b>					
<b>Ref</b>	<b>Descripción</b>	<b>UD.</b>	<b>Cant.</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Precio parcial</b>
	Velcro	m	0,1	0,533	0,0533
<b>Maquinaria</b>					
<b>Ref</b>	<b>Descripción</b>	<b>UD.</b>	<b>Cant.</b>	<b>Precio unitario (energía)</b>	<b>Precio parcial</b>
	Tijera	h	0,05	0	0
<b>Mano de obra</b>					
<b>Ref</b>	<b>Descripción</b>	<b>UD.</b>	<b>Cant.</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Precio parcial</b>
	Operario(Corte)	h	0,01	10	0,1
<b>Total</b>					<b>0,1533</b>

### 3.6. Sistema: Férula versión 1.

Materia prima					
Ref	Descripción	UD.	Cant.	Precio unitario	Precio parcial
Maquinaria					
Ref	Descripción	UD.	Cant.	Precio unitario (energía)	Precio parcial
Mano de obra					
Ref	Descripción	UD.	Cant.	Precio unitario	Precio parcial
	Operario(Colocación)	h	0,02	10	0,2
<b>Total</b>					0,2

### 3.7. Férula versión 2.

Materia prima					
Ref	Descripción	UD.	Cant.	Precio unitario	Precio parcial
4	Material de impresión ASA	kg	0,528	20,95	11,0616
Maquinaria					
Ref	Descripción	UD.	Cant.	Precio unitario	Precio parcial
	Impresora 3D	h	4	6	24
Mano de obra					
Ref	Descripción	UD.	Cant.	Precio unitario	Precio parcial
	Operario (Impresora)	h	0,15	10	1,5
<b>Total</b>					36,5616

### 3.8. Velcro versión 2.

Materia prima					
Ref	Descripción	UD.	Cant.	Precio unitario	Precio parcial
	Velcro	m	0,1	0,533	0,0533
Maquinaria					
Ref	Descripción	UD.	Cant.	Precio unitario (energía)	Precio parcial
	Tijera	h	0,05	0	0
Mano de obra					
Ref	Descripción	UD.	Cant.	Precio unitario	Precio parcial
	Operario(Corte)	h	0,01	10	0,1
Total					0,1533

### 3.9. Sistema: Férula versión 2.

Materia prima					
Ref	Descripción	UD.	Cant.	Precio unitario	Precio parcial
Maquinaria					
Ref	Descripción	UD.	Cant.	Precio unitario (energía)	Precio parcial
Mano de obra					
Ref	Descripción	UD.	Cant.	Precio unitario	Precio parcial
	Operario(Colocación)	h	0,02	10	0,2
Total					0,2

### 3.10. Férula versión 3.

<b>Materia prima</b>					
<b>Ref</b>	<b>Descripción</b>	<b>UD.</b>	<b>Cant.</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Precio parcial</b>
4	Material de impresión ASA	kg	0,528	20,95	11,0616
<b>Maquinaria</b>					
<b>Ref</b>	<b>Descripción</b>	<b>UD.</b>	<b>Cant.</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Precio parcial</b>
	Impresora 3D	h	4	6	24
<b>Mano de obra</b>					
<b>Ref</b>	<b>Descripción</b>	<b>UD.</b>	<b>Cant.</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Precio parcial</b>
	Operario (Impresora)	h	0,15	10	1,5
<b>Total</b>					<b>36,5616</b>

### 3.11. Velcro versión 3.

<b>Materia prima</b>					
<b>Ref</b>	<b>Descripción</b>	<b>UD.</b>	<b>Cant.</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Precio parcial</b>
	Velcro	m	0,1	0,533	0,0533
<b>Maquinaria</b>					
<b>Ref</b>	<b>Descripción</b>	<b>UD.</b>	<b>Cant.</b>	<b>Precio unitario (energía)</b>	<b>Precio parcial</b>
	Tijera	h	0,05	0	0
<b>Mano de obra</b>					
<b>Ref</b>	<b>Descripción</b>	<b>UD.</b>	<b>Cant.</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Precio parcial</b>
	Operario(Corte)	h	0,01	10	0,1
<b>Total</b>					<b>0,1533</b>

### 3.12. Sistema: Férula versión 3.



Materia prima					
Ref	Descripción	UD.	Cant.	Precio unitario	Precio parcial
<b>Maquinaria</b>					
Ref	Descripción	UD.	Cant.	Precio unitario (energía)	Precio parcial
<b>Mano de obra</b>					
Ref	Descripción	UD.	Cant.	Precio unitario	Precio parcial
	Operario(Colocación)	h	0,02	10	0,2
<b>Total</b>					0,2

### 3.13. Sistema: Almohadilla.

Materia prima					
Ref	Descripción	UD.	Cant.	Precio unitario	Precio parcial
	Cincha	UD.	4	1,42	5,68
	Almohadilla	UD.	1	4,34	4,34
	Hilo	m	8	0,01	0,08
	Tiza	UD.	0,01	0,3	0,003
<b>Maquinaria</b>					
Ref	Descripción	UD.	Cant.	Precio unitario (energía)	Precio parcial
	Maquina de coser	h	0,04	4	0,16
	Tijeras	h	0,01	0	0
	Regla	h	0,01	0	0
<b>Mano de obra</b>					
Ref	Descripción	UD.	Cant.	Precio unitario	Precio parcial
	Operario (corte)	h	0,01	10	0,1
	Operario (Cosido)	h	0,5	10	5
<b>Total</b>					15,363

## 4. Amortización

### 4.1. Amortización de la maquinaria.

Amortización de maquinaria			50 lotes = 200 ud	500 lotes = 2000 ud
Descripción	Precio Unitario	Precio Parcial	Precio parcial (200 ud)	Precio parcial (2000 ud)
Impresora 3D	9000	9000	45	4,5
Maquina de coser	149	149	0,745	0,0745
Tijeras	3	3	0,015	0,0015
Regla	1	1	0,005	0,0005
<b>Total</b>	<b>9153</b>	<b>9153</b>	<b>45,765</b>	<b>4,5765</b>

### 4.2. Amortización de las férulas.

Amortización de las férulas				
Descripción	Precio Unitario	Primer uso	Segundo uso	Tercer uso
Férula V.0	28,033	28,033	14,0165	9,344333333
Férula V.1	28,033	28,033	14,0165	9,344333333
Férula V.2	28,033	28,033	14,0165	9,344333333
Férula V.3	28,033	28,033	14,0165	9,344333333
Reacondicionamiento			3	3
<b>Total</b>		<b>112,132</b>	<b>59,066</b>	<b>40,37733333</b>

## 5. Costes finales.

### 5.1. Coste final de fabricación y materiales.

<b>Coste finales</b>		<b>50 lotes = 200 ud</b>	<b>500 lotes = 2000 ud</b>
<b>Descripción</b>	<b>Precio Parcial</b>	<b>Precio parcial (200 ud)</b>	<b>Precio parcial (2000 ud)</b>
Férula Versión 0	9,344	9,344	9,344
Velcro	0,1533	0,1533	0,1533
Sistema Férula	0,2	0,2	0,2
Férula Versión 1	9,344	9,344	9,344
Velcro	0,1533	0,1533	0,1533
Sistema Férula	0,2	0,2	0,2
Férula Versión 2	9,344	9,344	9,344
Velcro	0,1533	0,1533	0,1533
Sistema Férula	0,2	0,2	0,2
Férula Versión 3	9,344	9,344	9,344
Sistema Férula	0,1533	0,1533	0,1533
Velcro	0,2	0,2	0,2
Sistema almohadilla	15,36	15,36	15,36
Amortización máquinas	9153	45,76	4,5765
<b>Total</b>	<b>9207,1492</b>	<b>99,9092</b>	<b>58,7257</b>

## 5.2. Presupuesto.

Aquí desarrollamos los porcentajes aplicables al precio para su comercialización, diferenciando según el alcance de la tirada.

	%	Acumulado 1 ud	%	Acumulado o 200 ud	%	Acumulado 2000 ud
<b>Coste comercial 10%</b>	920	10127	9,99	109,9	5,87	64,57
<b>Transporte 3%</b>	303,831	10430,81	3,29	113,2	1,9	66,5
<b>Beneficio 10%</b>	1043,08	11473,88	11,32	124,51	6,65	73,15
<b>IVA 21%</b>	2409,51	13883,39	26,15	150,66	15,36	88,51
<b>Total</b>		<b>13883,39</b>		<b>150,66</b>		<b>88,51</b>

El coste final del producto para una tirada de 500 lotes, es decir 2000 unidades:

**Bota tipo Walker fabricada por Orthoprint. 1 unidad. Total: 88,51€**