



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

Diseño de un dispositivo para solucionar la movilidad reducida en los pies de un niño

MEMORIA PRESENTADA POR:

Albert Navarro Gil

GRADO DE INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE
PRODUCTOS

Convocatoria de defensa: septiembre de 2016

RESUMEN

El presente proyecto trata sobre el diseño de un dispositivo para solucionar la movilidad reducida en los pies de un niño. El proyecto se focaliza en crear un producto que permita al niño, con algún tipo de parálisis en la zona de los miembros inferiores de rodilla hacia abajo, poder pedalear en una bicicleta adaptada.

Los beneficios que presenta este producto son muchos, desde la integración social hasta la adaptación de personas con discapacidad al mundo del deporte.

La innovación de este proyecto consiste en que el dispositivo aparte de ser una ortesis, tenga un acople que le permita ajustar el pie al pedal de una bicicleta. También presenta un cambio estético comparado con los productos similares que se encuentran en el mercado. Además de un diseño sencillo y funcional.

PALABRAS CLAVE

A continuación se exponen las cinco palabras o conjunto de palabras clave que servirían para llegar fácilmente a la información sobre el desarrollo del presente proyecto y así conocer todos los detalles del mismo. Las palabras claves son las siguientes:

- Diseño
- Ortesis
- Pedal
- Niño
- Impresión 3D

DISEÑO DE UN DISPOSITIVO PARA MEJORAR LA MOVILIDAD REDUCIDA EN LOS PIES DE UN NIÑO

GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL
Y DESARRO DE PRODUCTOS

Albert Navarro Gil



INDICE GENERAL

1. MEMORIA	9
1.1 OBJETO	
1.2 ALCANCE	
1.3 ANTECEDENTES	
1.4 NORMAS Y REFERENCIAS	
1.5 REQUISITOS DE DISEÑO	
1.6 ANÁLISIS DE SOLUCIONES	
1.7 RESULTADOS FINALES	
1.8 PLANIFICACIÓN	
1.9 CONCLUSIONES	
2. ANEXOS	37
2.1 DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA	
2.2 CÁLCULOS	
2.3 ANEXOS DE APLICACIÓN EN EL ÁMBITO DEL PROYECTO	
2.3.1 ESTUDIO DE MERCADO	
2.3.2 BOCETOS	
3. PLANOS	69
3.1 PLANO DE CONJUNTO	
3.2 PLANOS DE SUBCONJUNTO	
3.3 PLANOS DE DESPIECE	
3.4 PLANO DE EXPLOSIÓN	
4. PROTOTIPADO	79
5. PLIEGO DE CONDICIONES	83
5.1 MATERIALES	
5.2 PLIEGO DE CONDICIONES FUNCIONALES DE USO	
5.3 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS	
5.4 PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVAS	
6. MEDICIONES Y PRESUPUESTO	97

1. MEMORIA

1.1-OBJETO

El proyecto tiene como título: “Diseño de un dispositivo para solucionar la movilidad reducida en los pies de un niño”

El presente estudio tiene por objeto la definición y descripción del producto nuevo que se ha desarrollado. Este producto pretende ayudar a niños entre 5 y 10 años, con algún problema de movilidad en la zona de los miembros inferiores, de rodilla hacia abajo (ortesis de anti equino). Este producto permitirá además que el usuario pueda pedalear en una bicicleta.

Se busca crear un producto innovador en cuanto a la forma a la vez que simple, de un fácil uso y colocación. Un aspecto que se tendrá bastante en cuenta es que la estética huya de las típicas ortesis. También se buscará reducir el coste utilizando un método de producción como es la impresión 3D.

Este producto irá dirigido a niños con los problemas motrices anteriormente expuestos para que practiquen deportes adaptados que incluyan bicicletas.

Con este proyecto se pretende crear un producto con una “responsabilidad social” es decir, no se busca solo crear un producto para ser vendido, fabricado por una industria y dirigido a los consumidores, sino que se busca crear un diseño orientado principalmente hacia las personas, que busque satisfacer una necesidad muy determinada de una minoría de la sociedad y que tenga un beneficio mayor que una transición de compraventa de servicios.

1.2-ALCANCE

Este producto va dirigido al ámbito de las ortopedias especializadas en niños que practiquen algún tipo de deporte y tengan algún problema de movilidad.

Debido a que el rango de edad comprende unas edades en las que el niño está en constante crecimiento se ha decidido crear tres modelos dependiendo de la talla de pie, de esta manera se puede tomar como punto de partida en el dimensionado del producto las medidas de las tallas de pie en función de la edad.

En la siguiente tabla se exponen los tres modelos del producto en función de la edad y talla de pie. Los datos se han obtenido de una tabla de dimensiones y tallas de la página web de ZARA y están adjuntos en el apartado 2 Anexos, 2.1 Documentación de partida.

EDAD (años)	TALLA
5-6	30-31
7-8	32-33
9-10	34-35

En el caso de que se quisiera modificar el rango de edad del usuario, se desarrollaría utilizando la misma metodología basada en las tallas de pie.

1.3-ANTECEDENTES

Este producto nace de la necesidad de crear un diseño que cumpla unas características expuestas por uno de los fisioterapeutas colaboradores de este proyecto. El problema consistía en que uno de los alumnos del profesional, con una edad de 9 años y un problema de parálisis del nervio ciático y además una malformación en la zona del pie, compite en deportes adaptados, en este caso bicicleta, y siempre tenían problemas a la hora de adaptar el pie al pedal, usando para ello cuerdas o cintas de velcro, lo que no llega a ser una solución óptima y fiable. Por esta razón se ha decidido desarrollar un producto teniendo en cuenta algunos de los siguientes aspectos.

El hecho de crear un producto de estas características busca sobretodo huir de las clásicas formas de las ortesis que suelen carecer de una estética cuidada y tienen un aspecto demasiado complejo. En la realización del estudio de mercado se puede observar que se han empezado a crear nuevas ortesis que huyen de la estética estándar y tienen un aspecto innovador, pero sigue existiendo una gran mayoría de aspecto clásico.

Por otro lado, este producto a parte de ser una ortesis de anti-equino contiene un sistema de ensamblaje que le permite ajustar la ortesis al pedal de la bicicleta. No se ha encontrado ningún producto que cumpla estas características y para esta necesidad en concreto. Sí que se han encontrado algunos similares, pero van dirigidos sobre todo para el ámbito de las amputaciones, usando prótesis con alguna de la clase de adaptador dependiendo de la aplicación.

Finalmente, otro aspecto que se ha tenido en cuenta ha sido el hecho de que la impresión 3D está en continuo auge y el uso de este método de producción tiene muchas ventajas a la hora de crear productos de estas características, como poder crear formas más orgánicas y complejas o abaratar los costes.

1.4-NORMAS Y REFERENCIA

Disposiciones legales y normas aplicadas

En este proyecto al tratarse de un producto semi-nuevo solo se han tenido en cuenta normativas que afecten al diseño de las ortesis de miembros inferiores de rodilla hacia abajo (ISO 9999: 2007), a continuación expuesta.

Septiembre 2007

<p>TÍTULO</p>	<p>Productos de apoyo para personas con discapacidad</p> <p>Clasificación y terminología</p> <p>(ISO 9999:2007)</p> <p><i>Assistive products for persons with disability. Classification and terminology (ISO 9999:2007).</i></p> <p><i>Produits d'assistance pour personnes en situation de handicap. Classification et terminologie (ISO 9999:2007).</i></p>
<p>CORRESPONDENCIA</p>	<p>Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN ISO 9999:2007, que a su vez adopta la Norma Internacional ISO 9999:2007.</p>
<p>OBSERVACIONES</p>	<p>Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE-EN ISO 9999:2003.</p>

06

Ortesis y prótesis

Las ortesis o dispositivos ortésicos se aplican externamente para modificar las características estructurales y funcionales del sistema neuromuscular y esquelético

Las prótesis o dispositivos protésicos son dispositivos aplicados externamente para reemplazar completa o parcialmente una parte del cuerpo ausente o deficiente

Las ortesis accionadas por el cuerpo y por una fuente de energía externa, prótesis externas, zapatos ortopédicos y prótesis estéticas están incluidas

Están excluidas las endoprótesis, que no forman parte de esta norma internacional

- 06 12 *Ortesis de miembro inferior***
Dispositivos diseñados para modificar la estructura anatómica y las funciones orgánicas de los miembros inferiores
Estos dispositivos pueden ser fabricados a medida, por ejemplo diseñados para conseguir los requerimientos funcionales un individuo, o bien prefabricados, por ejemplo diseñados para conseguir requerimientos funcionales particulares
Los dispositivos prefabricados son ajustables y pueden necesitar ser adaptados para el usuario final, o bien están listos para su uso sin necesidad de adaptación
- 06 12 03 *Ortesis de pie*
Dispositivos que abarcan completa o parcialmente el pie
Plantillas, almohadillas, taloneras, apoyos para el arco y protectores de talón incluidos
- 06 12 06 *Ortesis de tobillo y pie*
Dispositivos que abarcan la articulación del tobillo y completa o parcialmente, el pie

Bibliografía

Webs relacionadas con las ortopedias:

-Ortoprono: <http://www.ortoprono.es/>

-Ortoweb: <https://www.ortoweb.com/deporte-y-rehabilitacion/ortesis-miembro-inferior/ortesis-antiequino-1>

-Ottobock: <http://www.ottobock.es/>

Webs relacionadas con la impresión 3D:

-Repro 3D: <http://solitium.es/Repro3D/>

-Lupeon: <http://www.lupeon.com/impresion-3d/tecnologias-de-impresion/sinterizado-selectivo-laser>

Programas informáticos

El programa con el que se ha proyectado el modelo en 3D es el SolidWorks. Y el renderizado se ha realizado con el software KeyShot. También se han utilizado softwares de diseño gráfico como Photoshop o Illustrator para tratar imágenes y renders.

Otras referencias

También se ha contado con la ayuda de los fisioterapeutas Alberto Navarro y Armando Menéndez, que fueron quienes expusieron las necesidades que debía cumplir el producto junto al diseñador. Y por otro lado también ha colaborado el podólogo Joan Campos, que fue quien caracterizó los requisitos que debería cumplir el diseño.

1.5-REQUISITOS DE DISEÑO

En este apartado se listan los requisitos de diseño que debe cumplir el producto para satisfacer las necesidades del usuario:

- Aplicable en problemas en miembros inferiores de rodilla abajo (anti equino).

- Se debe ajustar al miembro mínimo en dos zonas (gemelo y pie)

- El niño tiene que poder colocársela y quitársela con facilidad

- La zona del tobillo no tiene que tener ninguna fijación para así facilitar posible articulación.

- Teniendo en cuenta que se utiliza calzado de normal, ya sea especial o standard, el dispositivo debe de ser ajustable tanto en la zona del gemelo como al pie (calzado) mediante algún sistema

- Se adapte a cualquier pedal de bicicleta.

- La zona del dispositivo que se adapta al pedal debe tener un sistema que permita que el propio niño sea capaz ponerlo y quitarlo.

- Dicho sistema debe de evitar que cuando el niño apoye el dispositivo en el suelo no lo desequilibre.

- El dispositivo debe de ser lo más ligero posible, a la vez que resistente.

- Posibilidad de ser plegable cuando no se utilice o que sea fácil de transportar.

- Estética atractiva para que el niño se sienta orgulloso de su dispositivo. (Evitar parecidos a las ortesis de toda la vida)

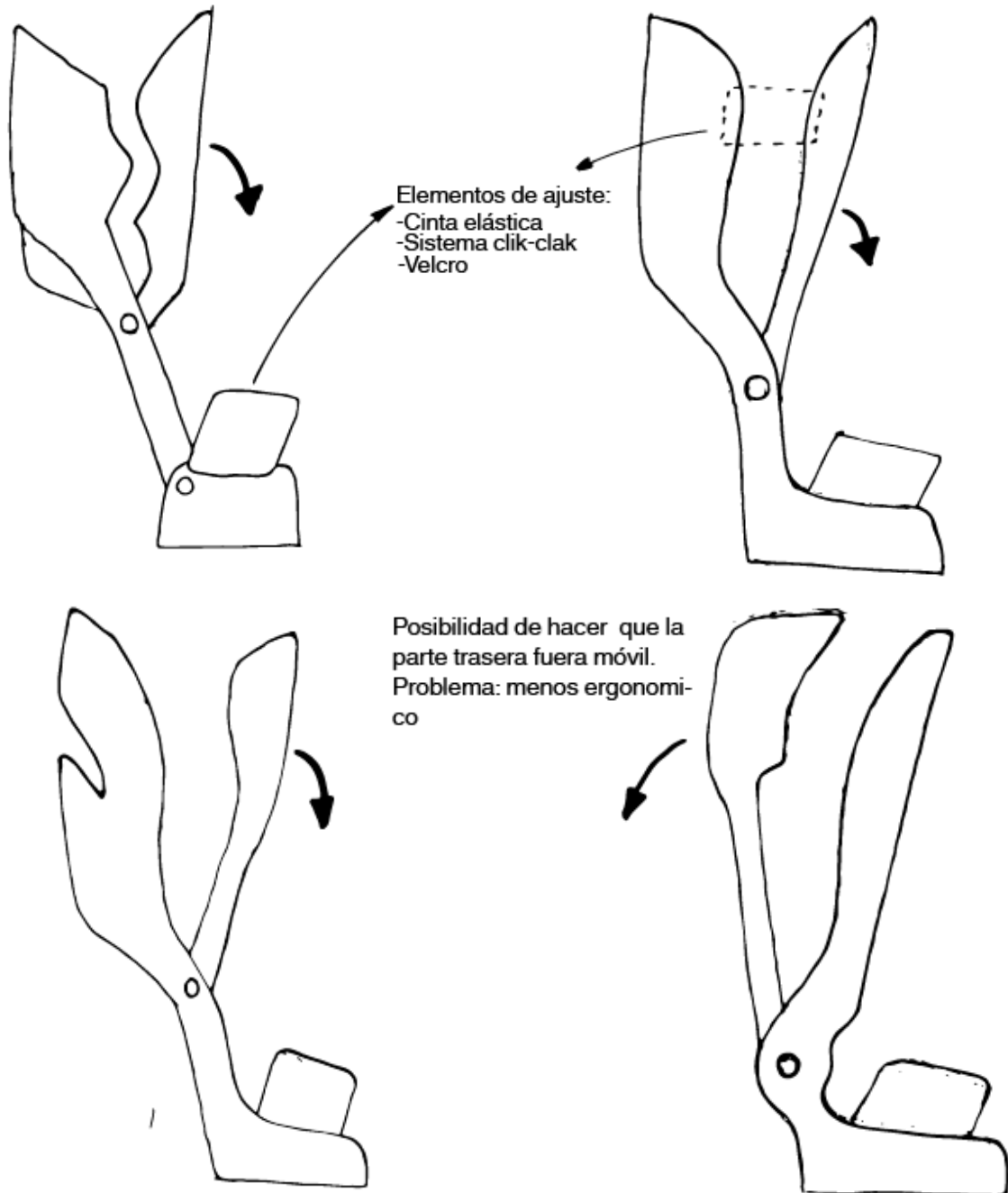
- Reducir costes mediante el uso de la impresión 3D para crear un producto low-cost pero de calidad.

1.6-ANÁLISIS DE SOLUCIONES

A continuación se expone el proceso creativo de diseño llevado a cabo hasta alcanzar la forma deseada del producto. En este apartado solo aparece un resumen de los bocetos.

Primeras ideas sobre la parte ortopédica

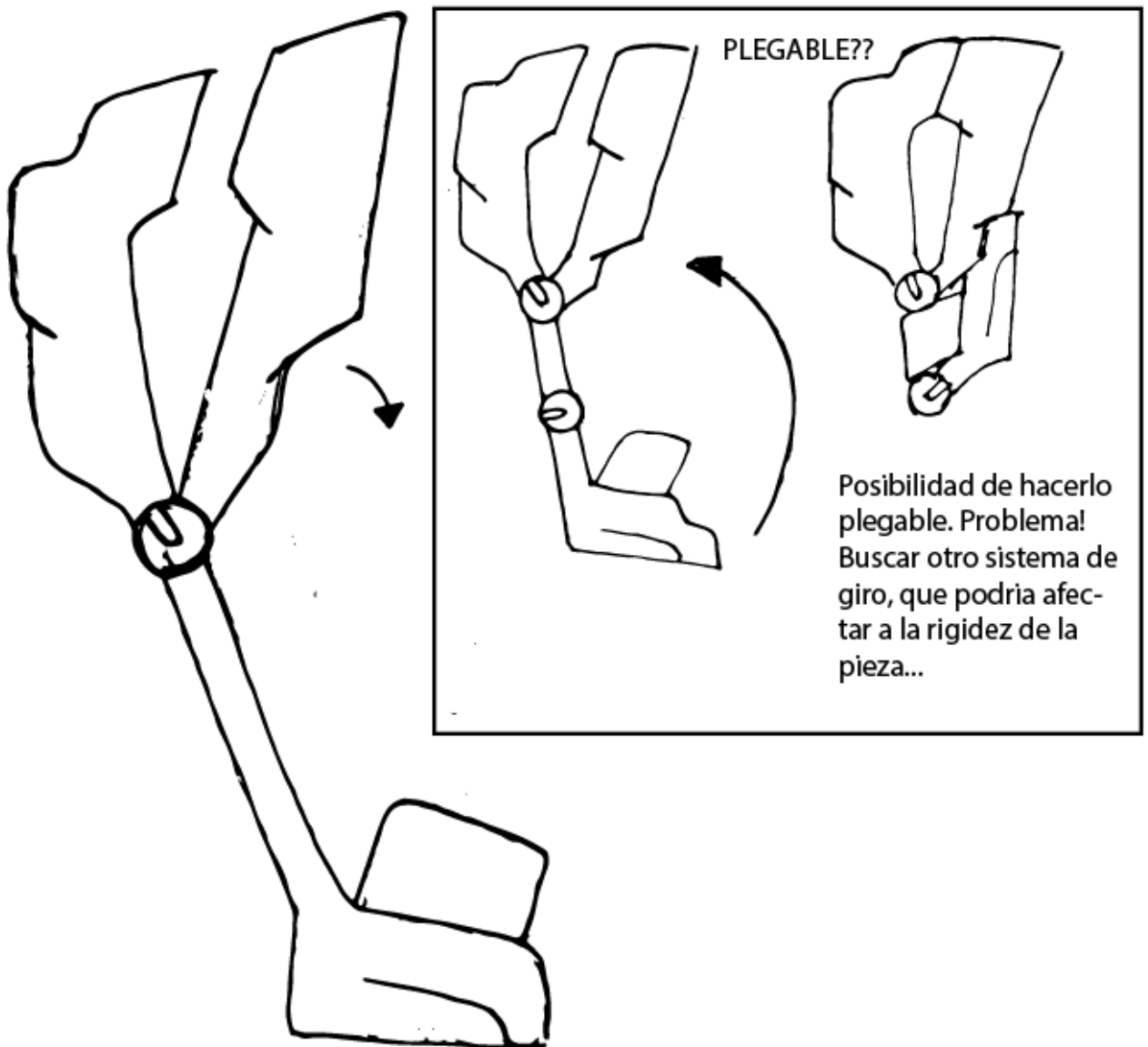
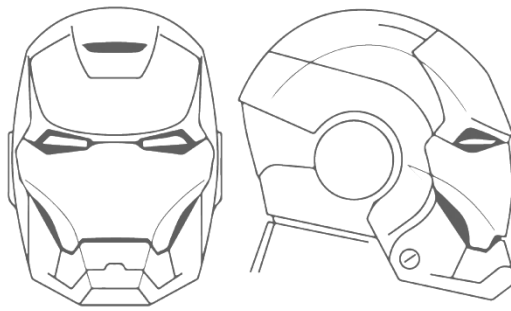
-Zona del gemelo como bota de esquiar (parte delantera móvil).



Conclusión primeros bocetos:

- Estética más simple, menos piezas.
- A la hora de introducir el pie, mejor que la parte móvil sea la delantera.
- Sistema fijación tanto pie como gemelo dependerá de la estética.

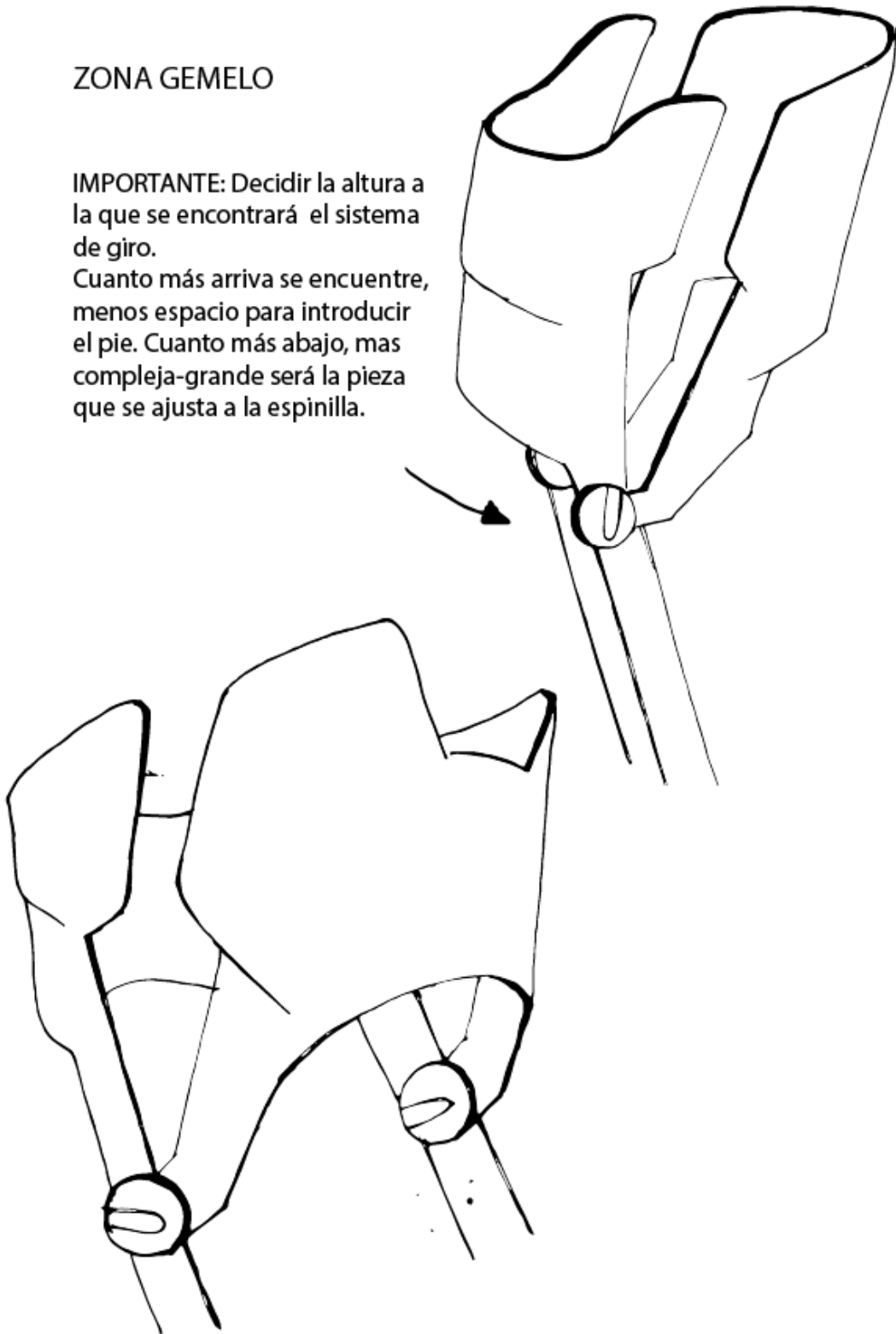
Bocetos inspirados en las líneas del casco de Iron-Man:



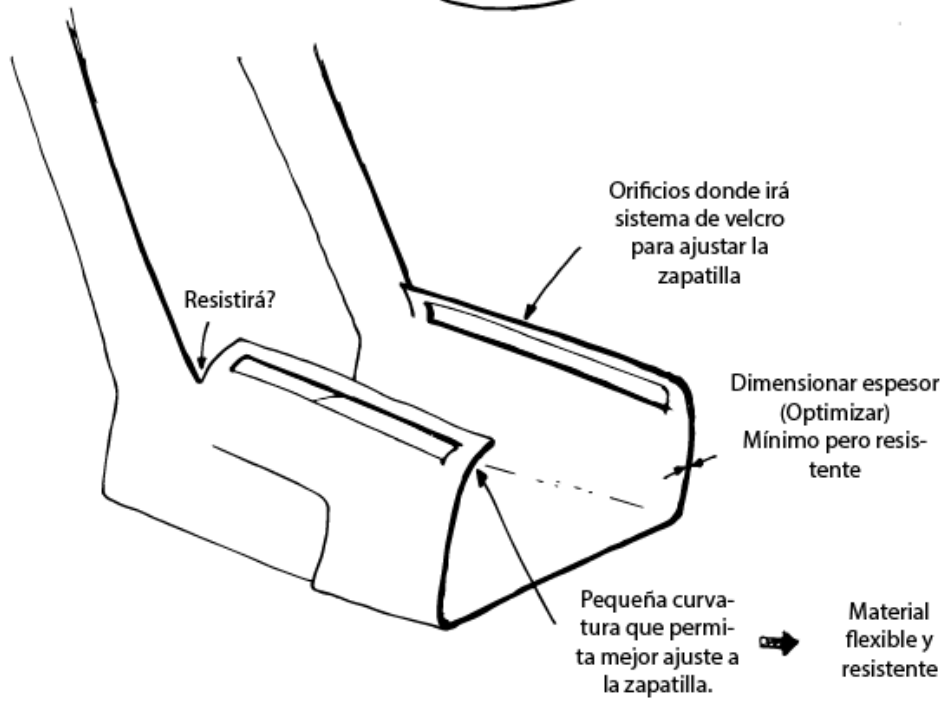
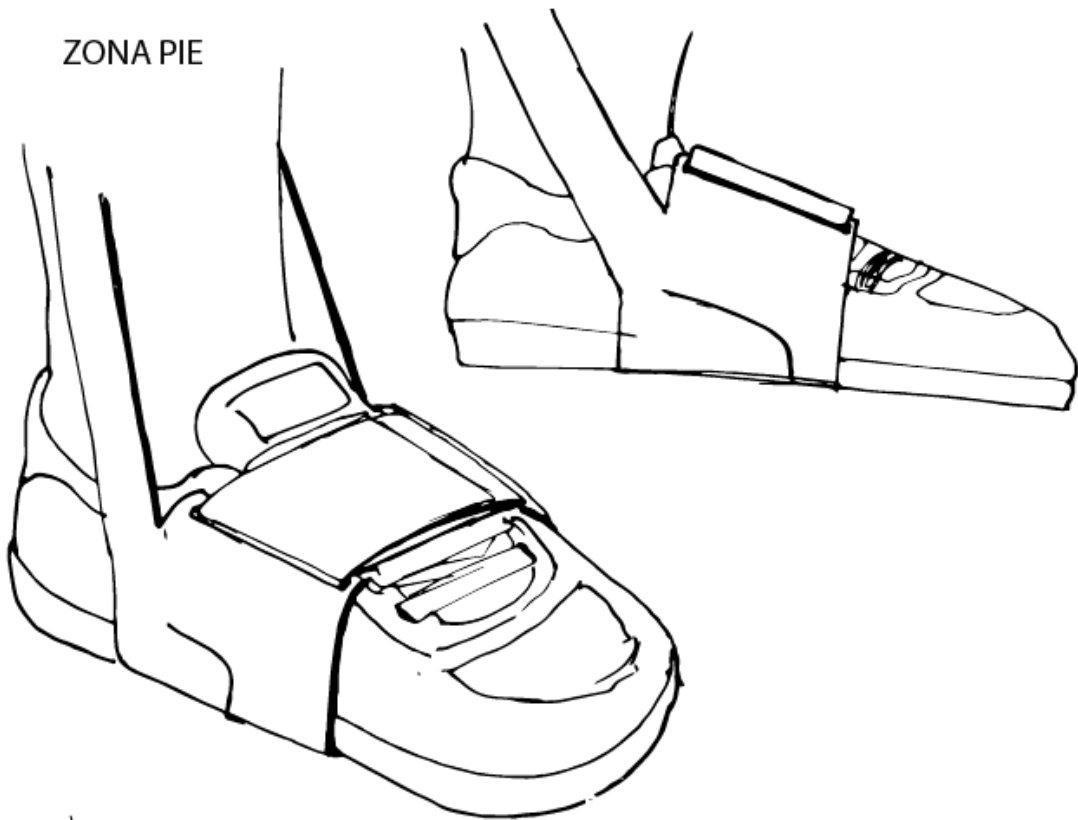
ZONA GEMELO

IMPORTANTE: Decidir la altura a la que se encontrará el sistema de giro.

Cuanto más arriba se encuentre, menos espacio para introducir el pie. Cuando más abajo, mas compleja-grande será la pieza que se ajusta a la espinilla.



ZONA PIE

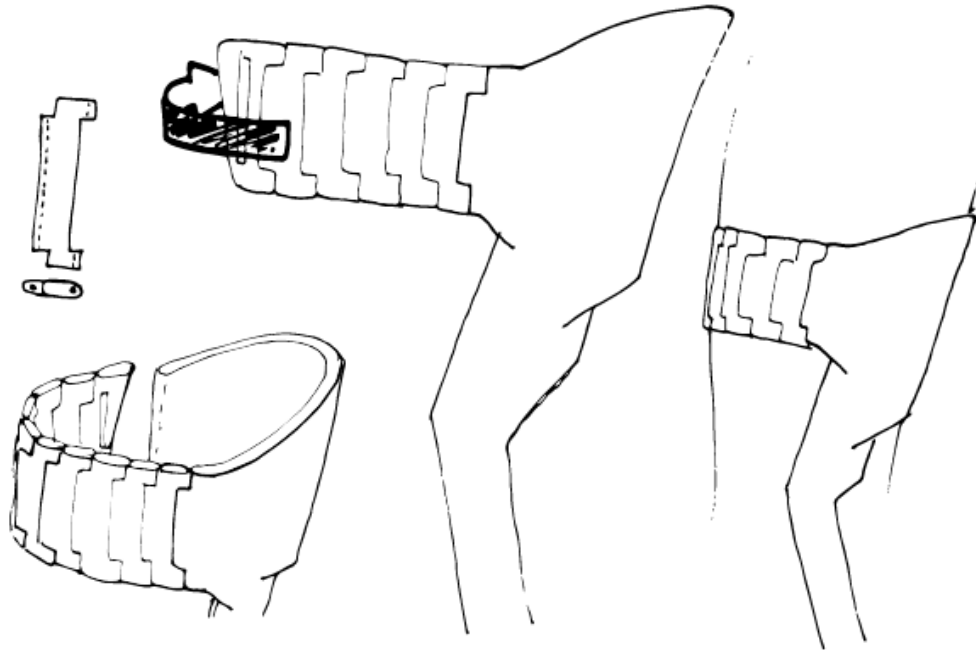




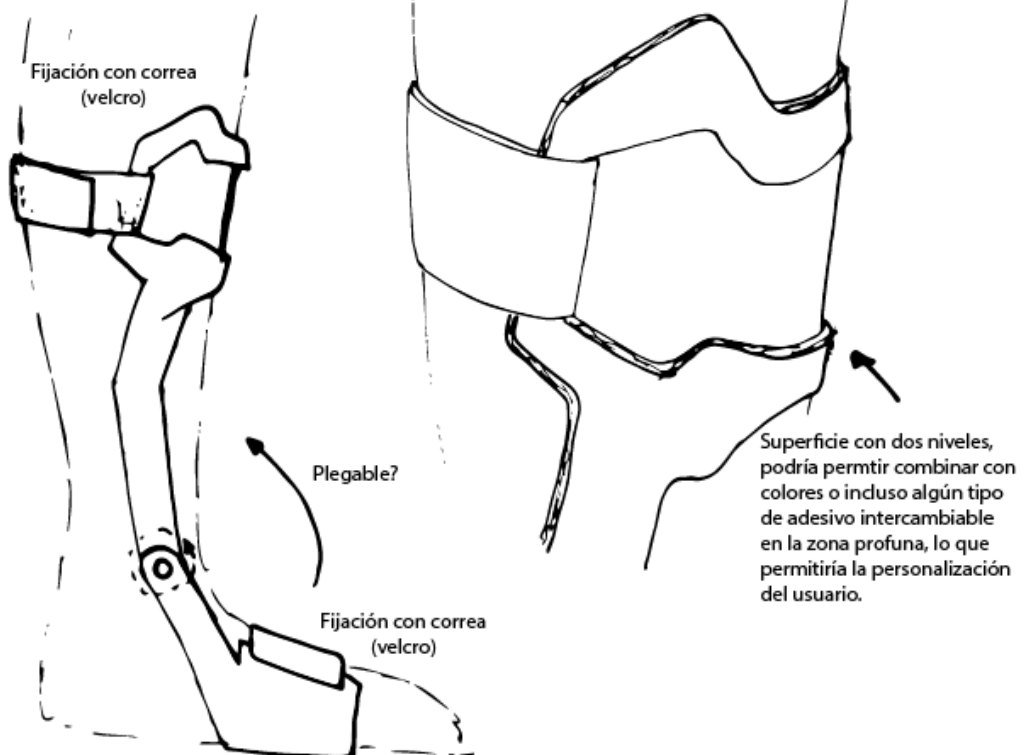
Modelo final inspirado en casco de iron Man.

Conclusiones:

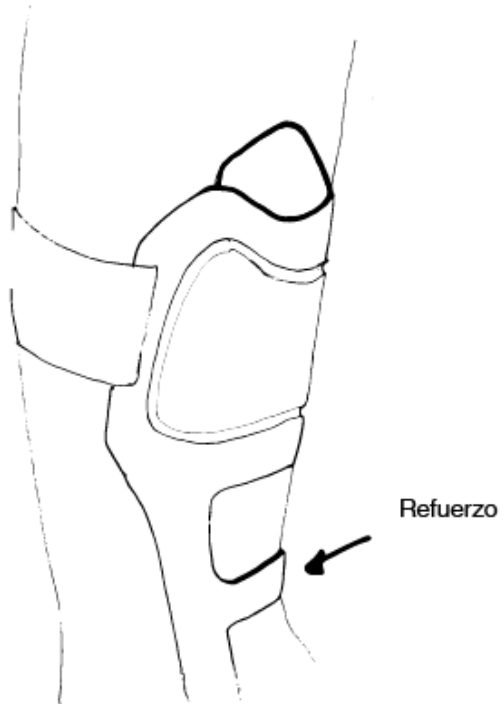
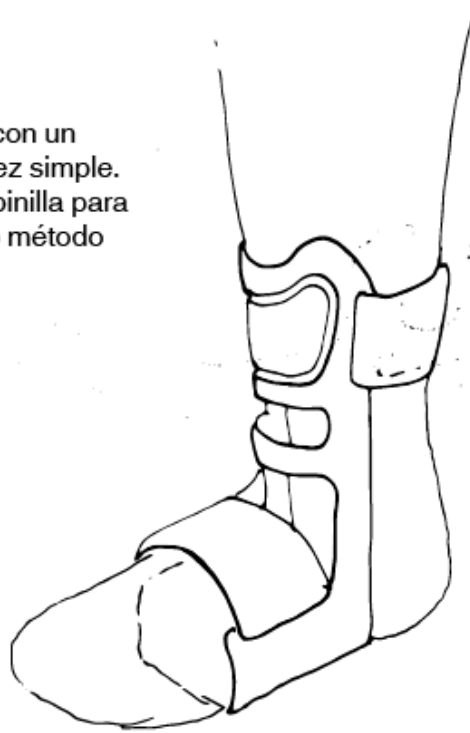
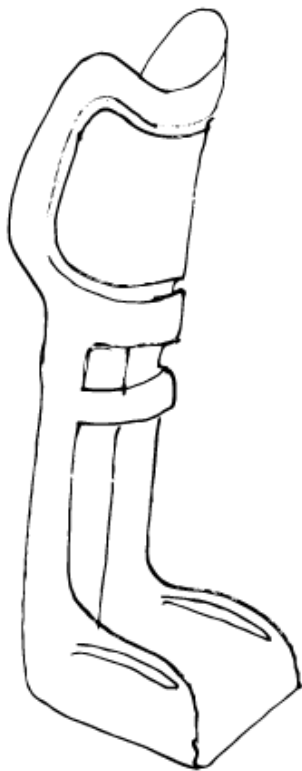
- Puede ser solución posible.
- Determinar la altura donde se junta la parte de ajuste a la espinilla al resto de la prótesis.
- Sigue pareciendo demasiado armatoste, intentar simplificarlo más.
- Resistencia dudable de la zona que une parte de fijación del gemelo con la del pie.
- Idea de intentar reducirlo a una única pieza en vez de dos. Problema: como sujetar la parte del gemelo, velcro directamente o algún sistema.



Sistema de fijación al gemelo en caso de que la prótesis sea una sola pieza. Parecido a correa de reloj. Puede ser una solución, pero es un tanto aparatosa cuando la prótesis no está en uso y a la hora de ajustar al gemelo.



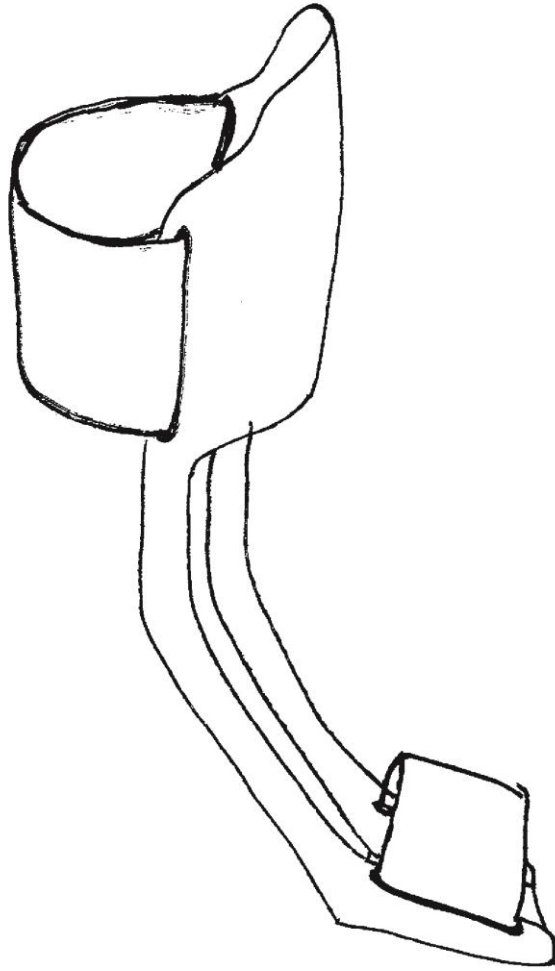
El diseño evoluciona a un modelo con un aspecto más compacto pero a la vez simple. Se decide añadir refuerzo en la espinilla para dar mas resistencia. Se elige como método de sujeción definitivo el velcro.



Una vez llegados a este punto, estos bocetos fueron enseñados a un podólogo profesional, quien expuso una serie de requisitos que se debían tener en cuenta o modificar a la hora de diseñar esta parte del producto.



Este es un boceto aproximado del modelo final, a partir de esta idea se empezará el modelado 3D.



Desarrollo de la zona de ajuste al pedal:

Se busca un sistema de ensamblaje simple y de fácil colocación a la vez que resistente. Estas eran los tres distintos ensamblajes que se pensaron:

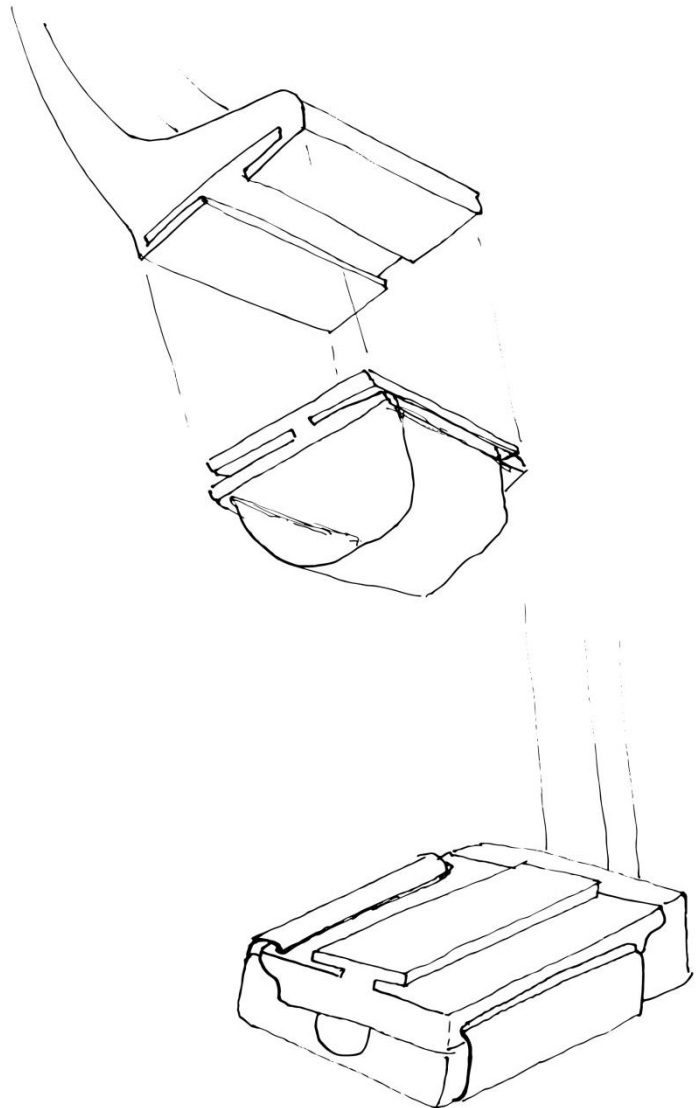


El primero de ellos se desechó directamente porque no parecía que fuera a ser muy resistente. A continuación se exponen bocetos con conclusiones de las dos otras posibilidades.

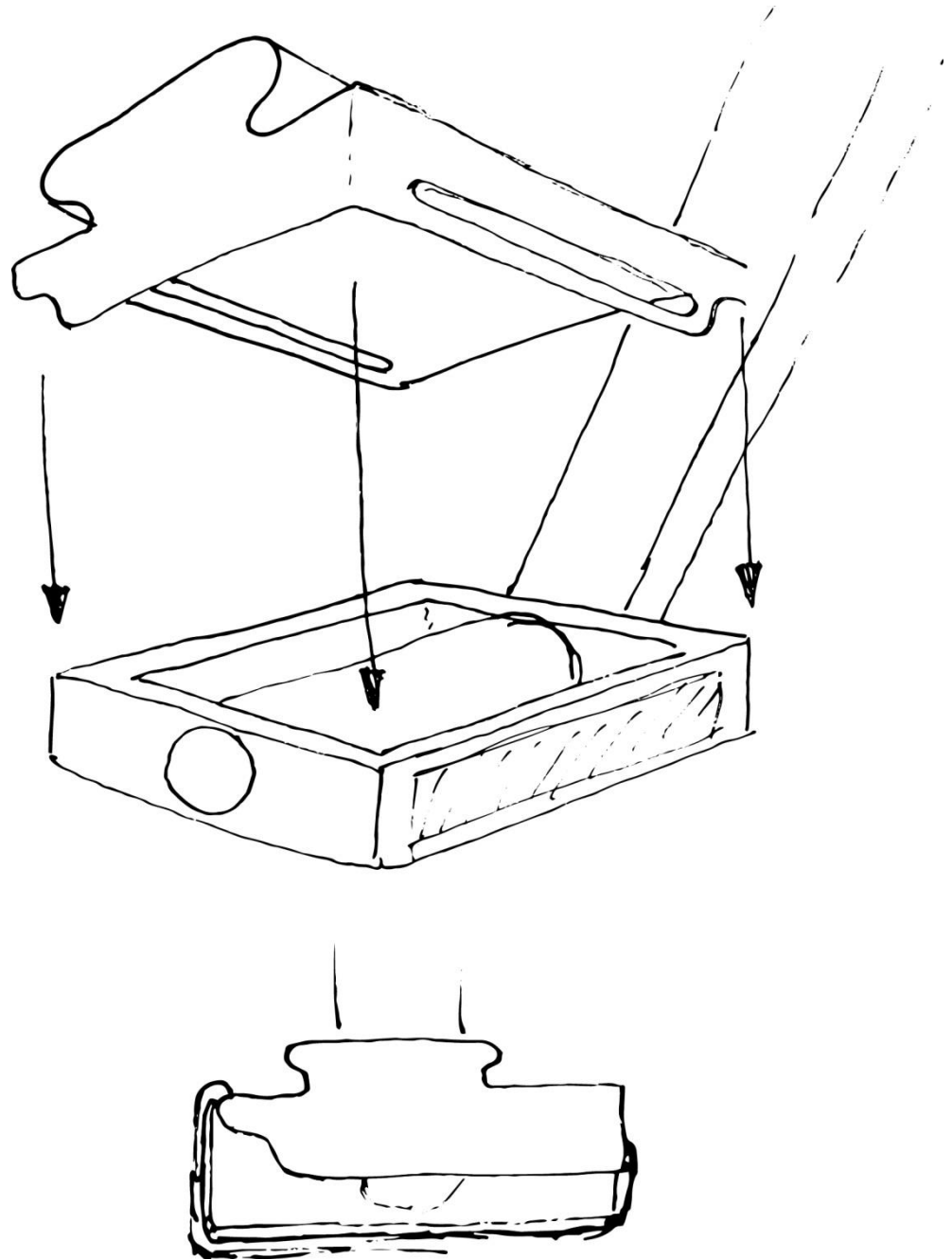
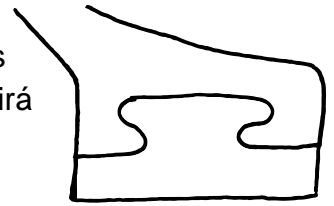
En primer lugar se desarrolló la idea de ensamblaje en forma de "T".

La forma de T podría ser una solución viable pero se deberían hacer modificaciones en ella, como ensacharla más sobre todo la parte central. Aunque por otro lado al tener cantos prácticamente rectos es más fácil que se acumulen tensiones y por lo tanto que la resistencia sea inferior.

La pieza estará formada por un rectángulo, en la parte superior de este se encontrará la parte macho del ensamblaje y la inferior será plana con dos rendijas por donde se introducirá el velcro para poder ajustarla al pedal.

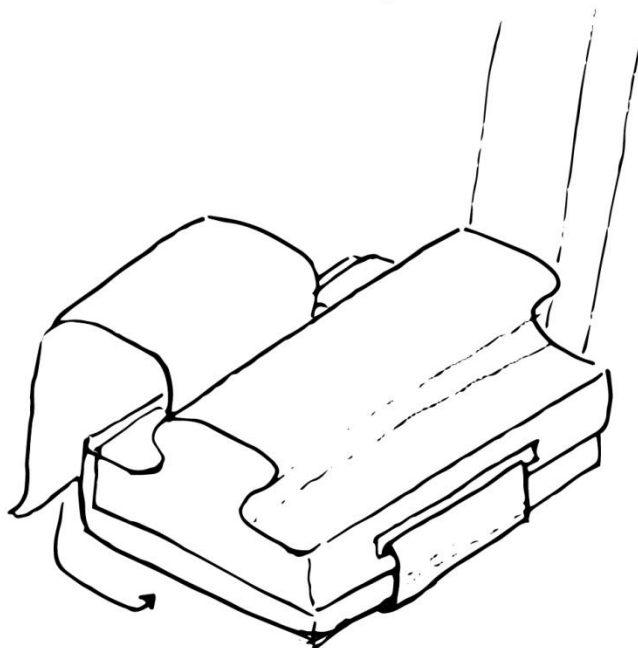
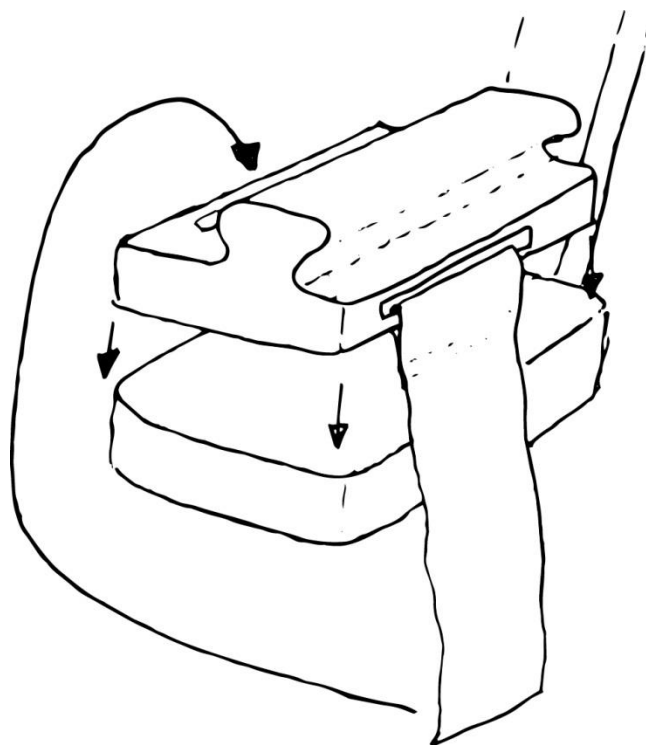


La forma del ensamblaje que se decide finalmente es la siguiente, ya que tiene un espesor suficiente grande y además al ser todos los cantos formados por semicircunferencias repartirá mejor las tensiones y por tanto resistirá más.

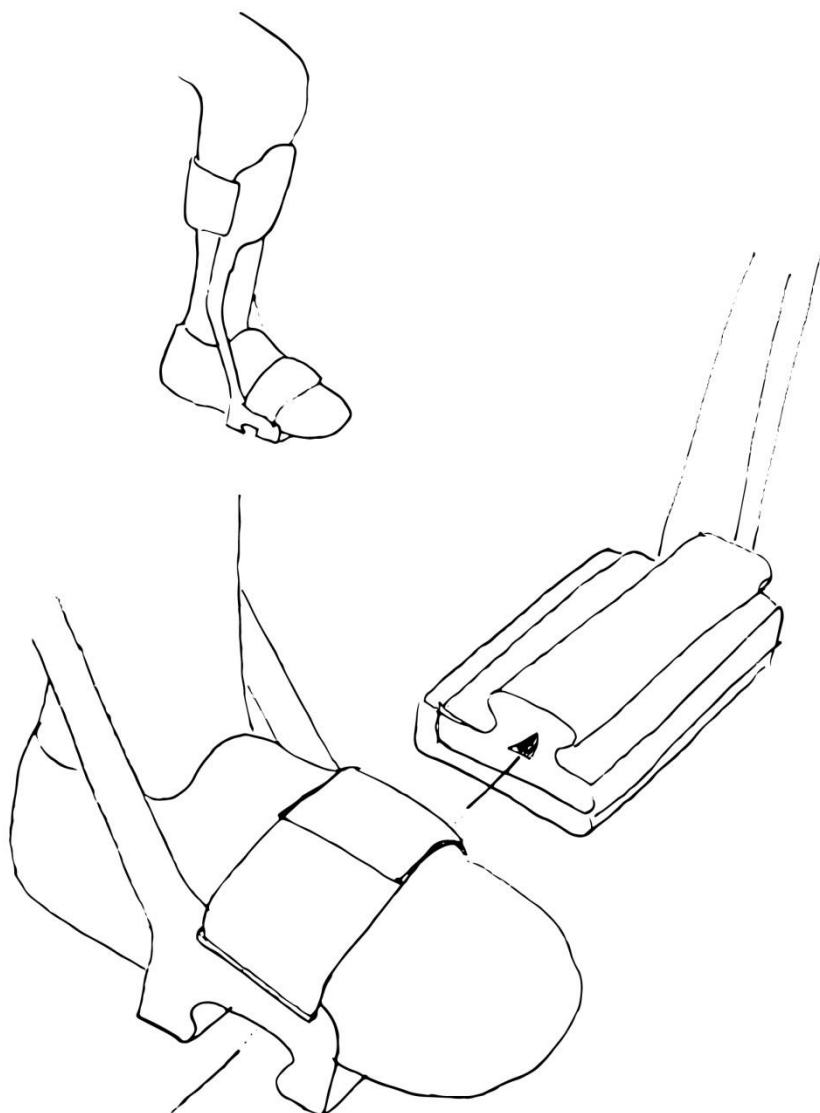


Finalmente esta será la forma definitiva de la pieza. A la parte inferior se ha decidido añadirle una solapa en forma de L lo que hará tope con el pedal e impedirá que se desplace cuando esté sujeta al pedal.

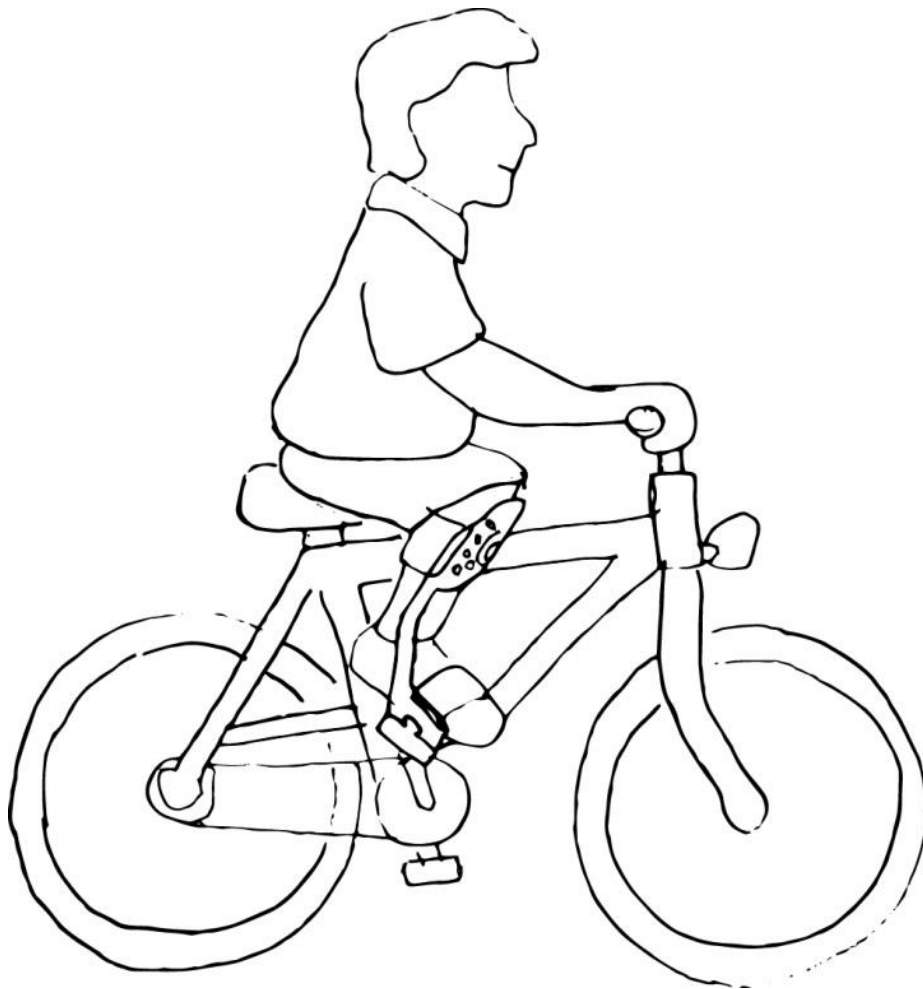
Como colocar la parte del pedal:



Como se ensamblan ambas piezas:



Producto aplicado:



1.7-RESULTADOS FINALES

El resultado final de este proyecto es un dispositivo que facilita la movilidad en los pies de niños a la hora de pedalear en una bicicleta. Va dirigido principalmente a niños entre 6 y 10 años que tengan algún tipo de parálisis en miembros inferiores; ya sea por pinzamiento del nervio ciático o por parálisis cerebral.

Este dispositivo está formado por dos piezas principales:

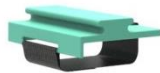
La primera de ellas consiste en una ortesis de anti-equino. Esta pieza se ha diseñado teniendo en cuenta requisitos de diseño que suelen tener este tipo de ortesis (Ejemplos en el apartado 2.3-Estudio de mercado), pero se ha intentado huir de la forma clásica de este tipo de productos y se le ha dado un diseño más divertido ya que el público objetivo de este producto son niños.

Esta pieza fija la pierna del usuario mediante dos zonas de ajuste, una en el gemelo y otra en el pie. La primera de estas tiene una forma que se acopla a la zona de la espinilla por del ante (Ocupa aproximadamente una tercera parte de la tibia del usuario), esta contiene una serie de orificios con formas circulares que sirven tanto para transpirar como de decoración y en la parte frontal una serie de circunferencias con finalidad decorativa. En los laterales tiene dos orificios que son por donde se introduce el velcro para fijar la pieza al gemelo,

Por otro lado la parte que fija al pie está formada principalmente por una superficie plana sobre la cual se apoyará el calzado del niño. Esta parte ocupa aproximadamente la zona de los metatarsianos del pie. De los laterales de esta salen dos solapas que contienen un orificio cada uno que son por donde se introduce el velcro para fijar la pieza al pie. Estas solapas se alargan formando dos rieles que llegan hasta la zona de fijación del gemelo. Y por último esta parte contiene en la zona inferior una hendidura que permitirá ensamblar ambas piezas principales.

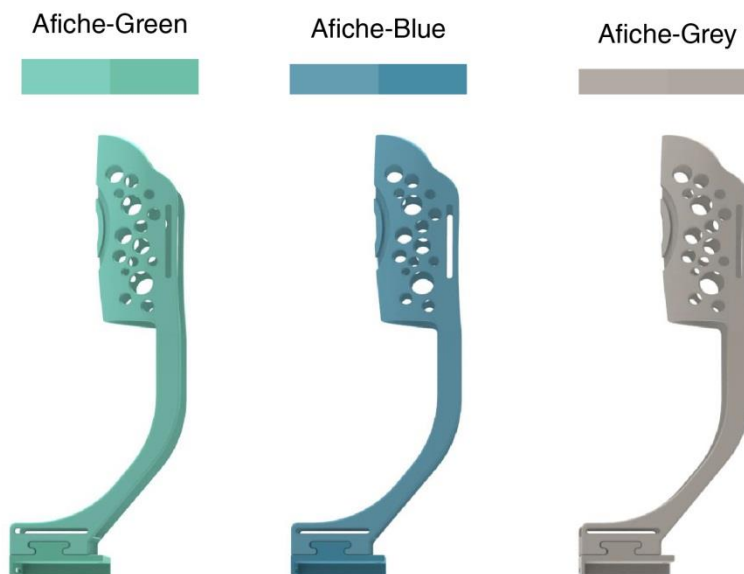


La segunda pieza principal, es más sencilla que la anterior. Consiste en una base rectangular que en la parte superior contiene la parte macho del ensamblaje que coincide con la hendidura de la otra pieza. En los laterales contienen dos orificios por donde se introduce el velcro para fijar la pieza al pedal. En la parte inferior contiene una solapa en forma de L, esta tiene la función de tope cuando se ajuste el pedal a la pieza y de esta forma impedir que se desplace en cualquier dirección.



El nombre elegido para el producto es “Afiche”, este termino es utilizado en el mundo de la carteleria haciendo referencia a impresiones que contienen algún elemento artístico, asi como información. Este termino puede hacer referencia al producto pero aplicado a la impresión 3D.

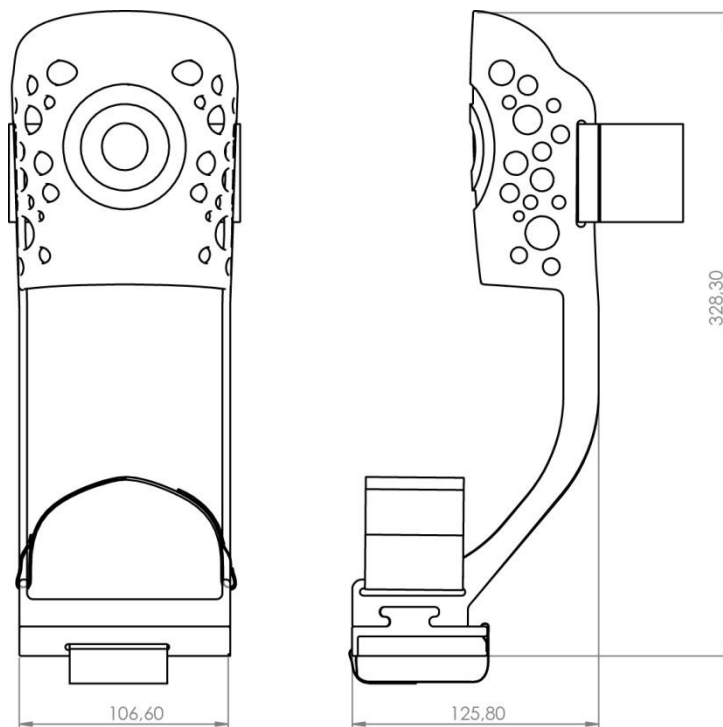
El producto está disponible en los siguientes colores:



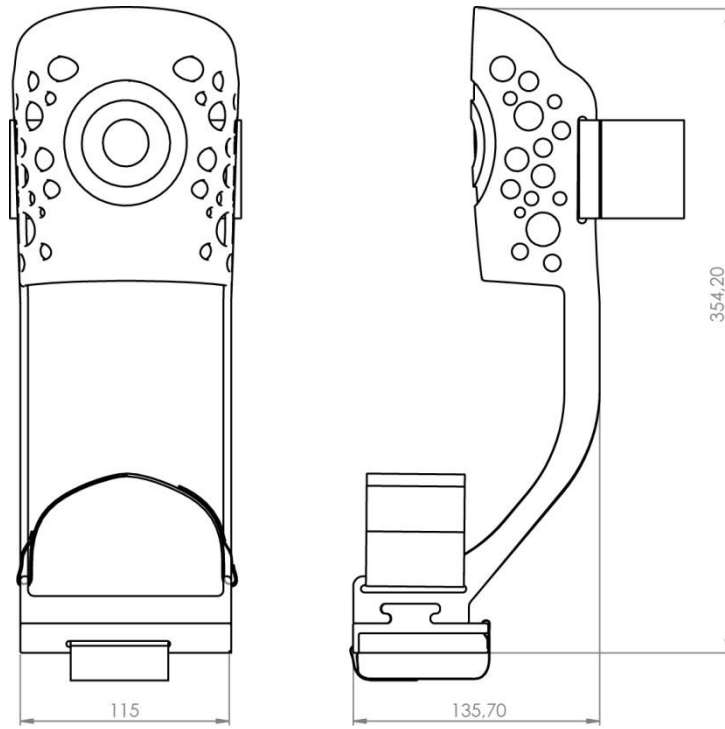


Por otro lado el producto está disponible en 3 modelos, dependiendo de la talla del pie: 30-31, 32-33 y 34-35. Los planos que aparecen en este proyecto (Apartado 3 Planos) hacen referencia al modelo 30-31 así como los cálculos estructurales (Apartado 2.2 Cálculos). Pero a continuación se exponen las medidas generales de los tres modelos dependiendo de las tallas

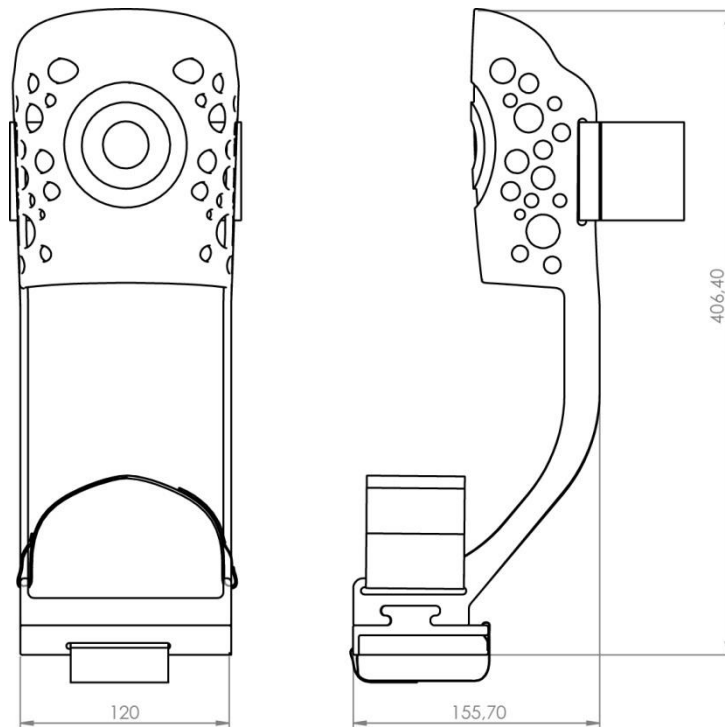
Talla 30-31:



Talla 32-33:



Talla 34-35:



1.8-PLANIFICACIÓN

El primer paso a la hora de empezar a desarrollar el producto es buscar el rango de edad al que va dirigido el producto. Una vez decidido (5 a 10 años) se buscan las dimensiones necesarias para empezar a dimensionar el producto. En este caso se decide crear tres modelos relacionando edad, talla de pie y longitud.

Una vez tenidas las dimensiones necesarias la mejor opción es realizar un dibujo a escala real del miembro inferior, para sobre el empezar a hacer los primeros bocetos de forma proporcional.

Después de todo el proceso creativo cuando ya se tenga una idea de cómo va a ser el producto se comienza el modelado 3D, una vez diseñado se realizaran las respectivas pruebas de esfuerzos y si es necesario se rediseñará la pieza.

Cuando se obtenga el modelo definitivo se realizaran los primeros renders probando colores, luces y perspectivas.

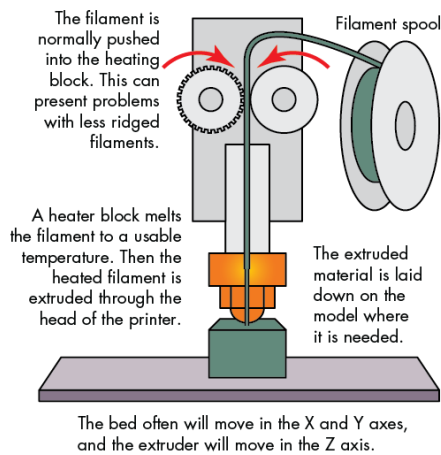
Finalmente cuando el producto este definido se pasará al siguiente paso, la producción.

Debido a que se trata de un producto para un uso muy específico, no se va a producir a gran escala, sino dependiendo la demanda. Por lo tanto su producción será la siguiente.

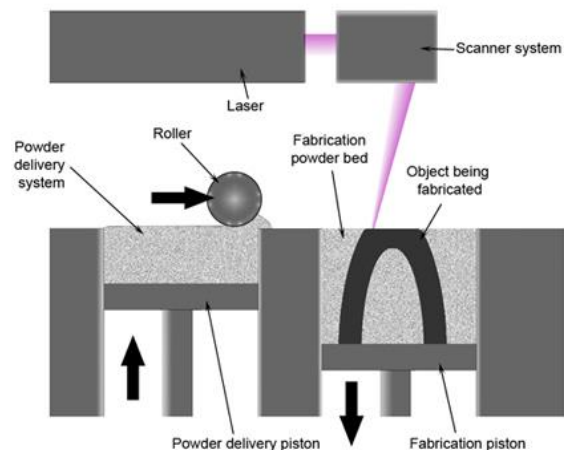
En primer lugar el usuario podrá elegir entre tres modelos dependiendo de su talla de pie (30-31, 32-33, 34-35) y por otra parte deberá elegir entre los 3 modelos dependiendo del color que le guste más para posteriormente imprimir en 3D las dos piezas principales, la que se acopla a la pierna y la que se acopla al pedal.

El modelo elegido será enviado a una empresa que se encargue de realizar impresiones 3D. Lo ideal para imprimir estas piezas es que sean utilizando las tecnologías FDM (Fused Deposition Modeling) o SLS (Selective Laser Sintering)

Impresión FDM:



Impresión SLS:



El hecho de subcontratar una empresa que se encargue de la impresión de las piezas es debido a que al ser un producto tan específico y que no tendrá una demanda alta, sale más rentable que las piezas sean impresas por un externo antes que poseer una impresora 3D. Si las dimensiones del producto fueran más reducidas se podría plantear adquirir una Impresora 3D de uso doméstico y no tener que recurrir al SLS o Impresoras de carácter industrial.

Por tanto, las piezas serán impresas usando la tecnología SLS. Para ello se tendrá que enviar el archivo STL a la empresa subcontratada para que se encarguen de la producción de las piezas.

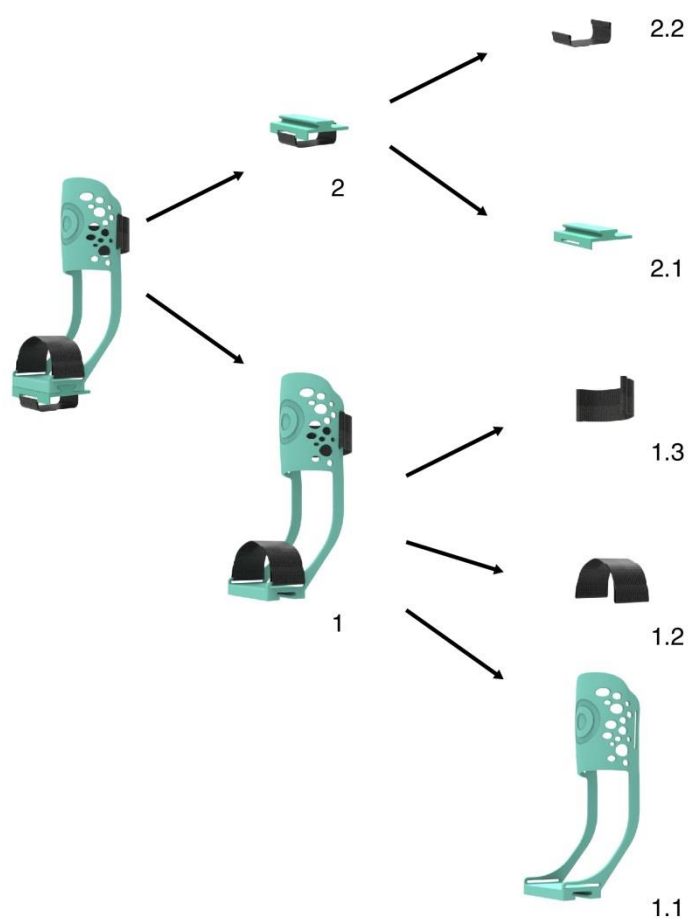
La producción de objetos utilizando el proceso de sinterizado de polvo ofrece ciertas ventajas como:

- Muy buen comportamiento mecánico.
- Resistencia a la humedad y temperaturas hasta los 80 ° C.
- Resistencia al impacto.
- Coste económico.
- Ausencia de soportes de construcción y post-tratamiento.
- Inexistencia de limitaciones geométricas.

Una vez impresas las piezas, se procederá a colocar las cintas de velcro en las zonas determinadas. Estas estarán ya cortadas y almacenadas según la parte a la que pertenezcan del producto. Las cintas estarán almacenadas en rolos de uno o dos metros y un operario se encargará de cortarlas según la medida necesaria así como de coserlas donde se deba.

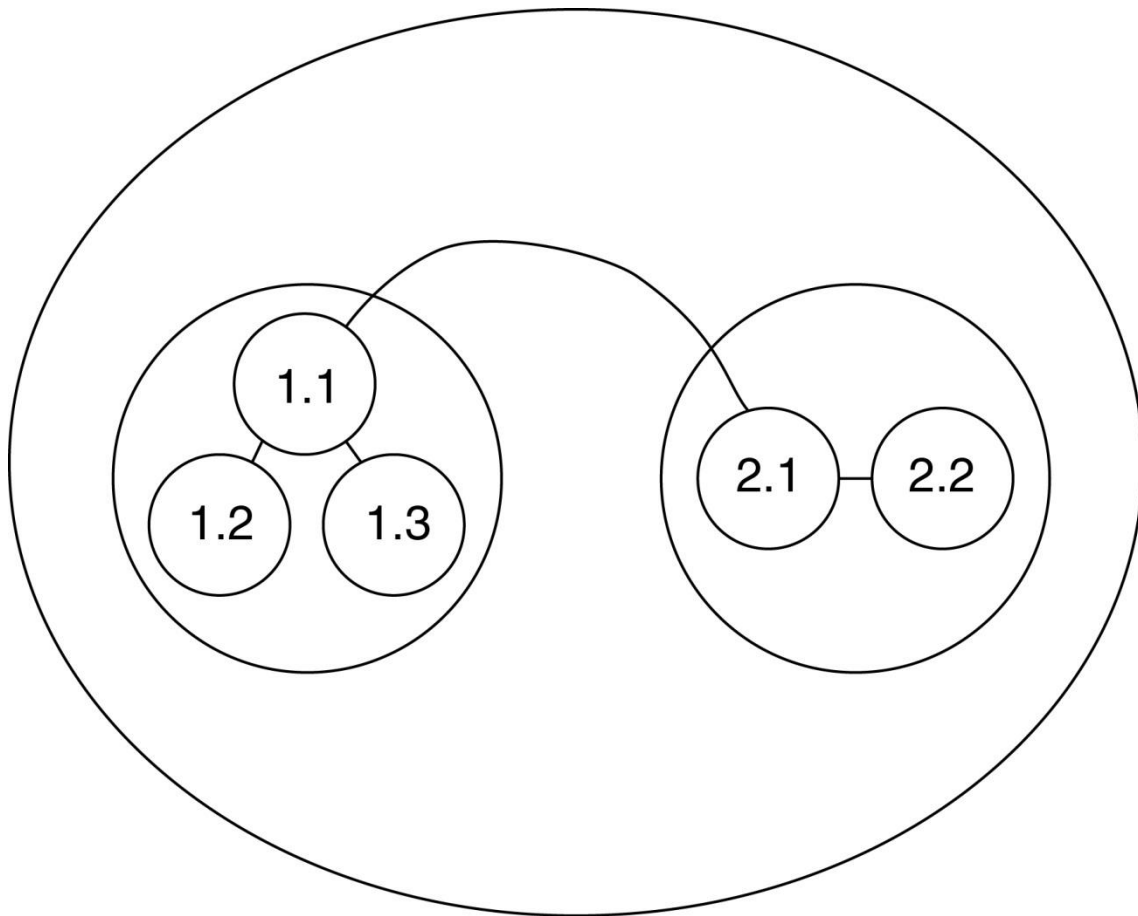
Finalmente cuando este el producto completos se envasará para posteriormente ser recogido o enviado al usuario.

Esquema de desmontaje



1.1	ORTESIS
1.2	CINTA VELCRO (PIE)
1.3	CINTA VELCRO (GEMELO)
2.1	AJUSTE PEDAL
2.2	CINTA VELCRO (PEDAL)

Grafo sistémico



1.10-CONCLUSIONES

Finalmente se puede concluir que los objetivos a la hora de diseñar el producto se han cumplido satisfactoriamente y que el diseño final cumple todos los requisitos que se exponían.

Se ha conseguido una estética bastante diferente a los productos similares en el mercado, con un atractivo a la venta mayor, utilizando formas geométricas y colores que se alejan a los colores de tonalidad beis que caracterizan a los aparatos ortopédicos.

También se ha conseguido que sea diseñado para producirse mediante la tecnología de la impresión 3D, reduciendo costes y pudiendo crear formas más orgánicas.

Se ha obtenido un producto que facilitará la vida y ayudará a que niños con discapacidades físicas puedan practicar deportes adaptados como la bicicleta. Es un producto pensado por y para las personas.

2. ANEXOS

2.1-Documentación de partida

Los primeros documentos que se buscaron antes de comenzar a trabajar fue buscar una clasificación que relacionara: edad, talla de calzado y longitud de pie.

Esta información fue encontrada en la página web de la conocida marca de ropa ZARA del grupo INDITEX que contiene un apartado donde puedes encontrar una guía de talla de niños dependiendo de lo que te interese. A continuación se expone una tabla que relaciona los patrones deseados:

CALZADO NIÑA - NIÑO								
Edad (años)	3	4	4	5	5	6	6	7
Talla Europea	25	26	27	28	29	30	31	32
Longitud Pié (cm)	15.5	16.2	16.8	17.5	18.2	18.8	19.5	20.2

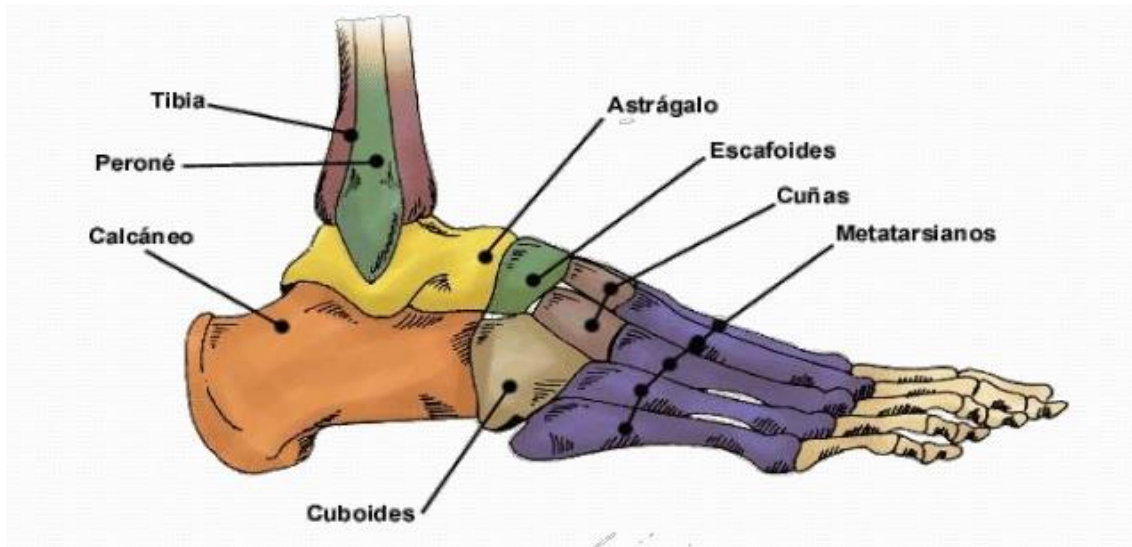
Edad (años)	8	9	10	11	12	13-14	14	14
Talla Europea	33	34	35	36	37	38	39	40
Longitud Pié (cm)	20.9	21.6	22.2	22.9	23.6	24.2	24.9	25.6

<http://www.zara.com/es/es/product/3610627/size-guide>

A partir de esta tabla se escogen las edades que interesan, en este caso de 5 años a 10 y se agrupan en tres grupos, que definirán los tres modelos distintos dependiendo de la talla del calzado. En la siguiente tabla se observa el resultado:

EDAD (años)	5-6	7-8	9-10
TALLA	30-31	32-33	34-35
LONGITUD (cm)	19	20,5	21,8

Las longitudes han sido obtenidas realizando medias aproximadas, este es un valor aproximado (se utilizará para el dimensionado del producto), ya que no hace falta que sea del todo exacto ya que el diseño de la ortesis no abarcará todo el pie a lo largo, sino una parte de la planta que comprende sobretodo la zona de los metatarsianos. Este es un requisito esencial a la hora de diseñar ortesis de este tipo ya que deben acabar donde acaban los Metatarsianos y empiezan los dedos.



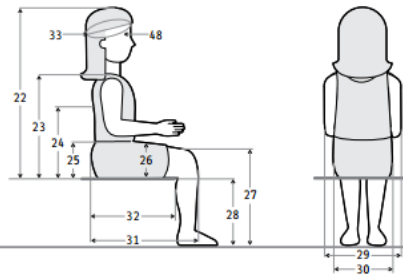
Una vez obtenida la longitud del pie, el siguiente paso es conocer el ancho del pie, así como la altura de la rodilla desde el suelo. Estas medidas no necesitan tener total exactitud ya que se utilizarán como guías a la hora del diseño del producto.

Estas medidas se han obtenido de un documento realizado por la Universidad de Guadalajara (México) denominado "Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana". En este documento se exponen medidas antropométricas de diversas partes del cuerpo, abarcando desde los 5 años hasta la edad adulta.

A continuación se exponen las tablas que se han utilizado para recoger información sobre las dimensiones.

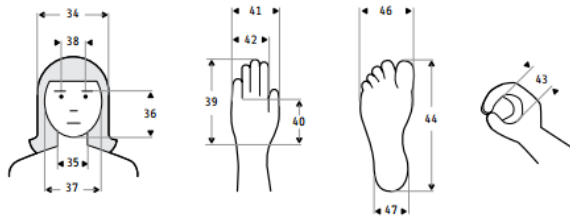
(De las medidas que aparecen se han escogido las que hacen referencia a los números 27,44 y 46)

**Sexo femenino
6 a 8 años**



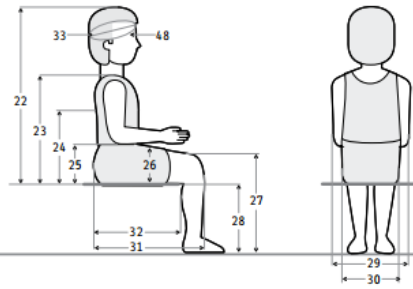
Dimensiones	6 años (n=369)					7 años (n=406)					8 años (n=402)					
	Percentiles					Percentiles					Percentiles					
	\bar{x}	D.E.	5	50	95	\bar{x}	D.E.	5	50	95	\bar{x}	D.E.	5	50	95	
22	Altura normal sentado	626	28	580	628	672	649	29	601	647	697	671	32	618	672	724
23	Altura hombro sentado	382	24	342	382	422	400	27	355	401	444	419	29	371	420	467
24	Altura omoplato	302	23	264	302	340	313	24	273	312	353	328	26	285	325	371
25	Altura codo sentado	159	19	128	159	190	170	25	129	170	211	171	25	130	170	212
26	Altura máx. muslo	99	17	76	97	122	104	14	81	102	127	110	16	84	109	136
27	Altura rodilla sentado	350	25	309	350	392	370	25	329	369	412	389	25	348	390	431
28	Altura poplitea	298	20	265	297	331	312	22	276	312	348	329	21	295	327	364
29	Anchura codos	329	38	266	325	392	342	42	273	339	411	355	46	279	350	431
30	Anchura cadera sentado	236	24	203	234	282	246	28	200	240	292	259	34	218	252	326
31	Longitud nalga-rodilla	386	27	341	386	431	411	28	365	419	457	433	28	387	430	479
32	Longitud nalga-popliteo	324	25	283	325	366	339	26	296	340	382	359	27	315	358	404
33	Diámetro a-p cabeza	173	8	160	172	186	174	7	162	175	185	176	8	163	175	189
48	Perímetro cabeza	505	16	479	505	531	508	14	485	510	531	514	13	490	512	540

**Sexo femenino
6 a 8 años**



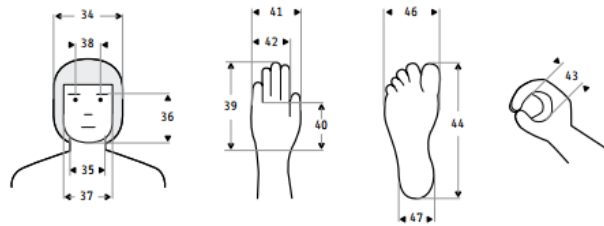
Dimensiones	6 años (n=369)					7 años (n=406)					8 años (n=402)					
	Percentiles					Percentiles					Percentiles					
	\bar{x}	D.E.	5	50	95	\bar{x}	D.E.	5	50	95	\bar{x}	D.E.	5	50	95	
34	Anchura cabeza	141	6	131	141	151	142	7	130	143	153	143	7	131	143	154
35	Anchura cuello	84	7	72	83	95	86	8	73	85	97	88	7	76	87	99
36	Altura cara	106	8	93	106	119	108	7	96	109	119	111	7	99	110	122
37	Anchura cara	115	8	101	115	128	116	9	101	116	131	118	9	103	118	133
38	Diámetro interpupilar	47	6	37	47	56	47	5	39	48	55	49	5	41	49	57
39	Longitud de la mano	129	8	116	129	142	134	8	121	134	147	139	8	126	139	152
40	Longitud palma mano	73	6	63	73	83	76	6	66	76	86	78	6	68	78	88
41	Anchura de la mano	71	5	63	70	79	73	5	65	73	81	75	6	65	75	85
42	Anchura palma mano	58	4	51	58	65	60	4	53	60	67	62	5	54	62	70
43	Diámetro empuñadura	27	3	22	26	32	28	3	23	28	33	29	3	24	29	34
44	Longitud del pie	182	11	164	183	200	190	11	172	190	208	200	12	180	199	220
46	Anchura del pie	72	5	64	71	80	74	5	66	74	82	77	6	67	76	87
47	Anchura talón	51	5	43	50	59	52	5	44	52	60	53	5	45	53	61

**Sexo masculino
6 a 8 años**



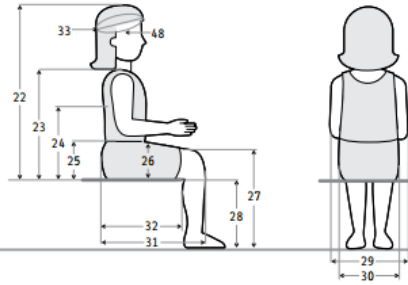
Dimensiones	6 años (n=384)					7 años (n=405)					8 años (n=375)				
	\bar{x}	D.E.	Percentiles			\bar{x}	D.E.	Percentiles			\bar{x}	D.E.	Percentiles		
			5	50	95			5	50	95			5	50	95
22	633	30	584	634	682	654	29	606	655	702	676	31	625	675	727
23	385	26	342	385	428	403	26	360	403	446	421	27	376	420	466
24	304	22	268	304	340	316	25	275	315	357	325	25	284	324	366
25	161	23	123	162	199	164	23	124	163	202	169	27	126	167	214
26	97	13	76	96	118	102	14	79	100	125	108	14	85	107	131
27	350	22	314	351	386	370	25	329	368	412	389	25	348	389	431
28	296	18	266	297	326	312	20	279	312	345	328	19	297	326	360
29	333	37	272	332	394	348	41	281	348	416	363	40	297	356	429
30	238	24	198	235	278	248	29	201	244	296	262	32	209	256	315
31	384	26	341	382	427	409	26	366	406	452	429	27	385	427	474
32	314	24	274	314	354	335	24	295	333	375	352	25	311	350	394
33	175	8	162	176	188	177	7	165	177	188	178	7	166	179	189
48	514	18	484	515	544	518	15	493	520	543	522	16	496	520	548

**Sexo masculino
6 a 8 años**



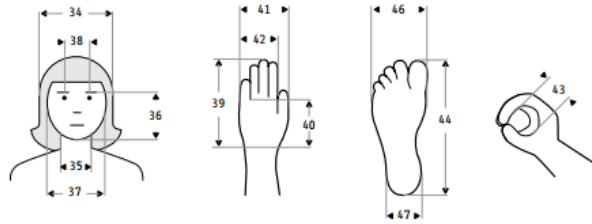
Dimensiones	6 años (n=384)					7 años (n=405)					8 años (n=375)				
	\bar{x}	D.E.	Percentiles			\bar{x}	D.E.	Percentiles			\bar{x}	D.E.	Percentiles		
			5	50	95			5	50	95			5	50	95
34	145	6	135	145	155	146	7	134	146	157	146	6	136	147	160
35	85	7	73	85	96	88	7	76	88	99	91	8	78	91	104
36	108	8	95	108	121	111	8	98	110	124	112	7	101	112	126
37	116	8	103	116	129	117	8	104	117	130	120	8	107	120	133
38	47	6	37	47	57	48	6	38	49	58	50	5	42	50	58
39	130	8	117	130	143	135	7	124	135	146	141	9	126	141	156
40	73	5	64	74	81	77	5	69	76	85	80	5	72	80	88
41	72	5	64	72	80	75	5	67	75	83	79	6	69	78	89
42	60	4	53	60	67	62	4	55	62	69	64	4	57	64	71
43	26	2	23	27	29	28	3	23	28	33	29	2	25	29	32
44	185	11	167	185	203	193	11	175	194	211	203	13	181	201	224
46	74	5	66	74	82	76	5	68	76	84	79	6	69	79	89

**Sexo femenino
9 a 11 años**



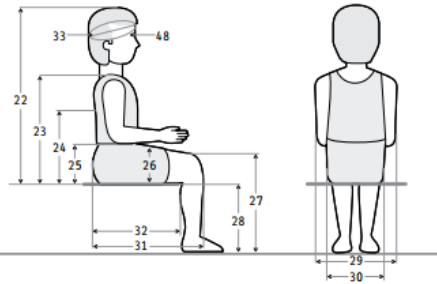
Dimensiones	9 años (n=401)					10 años (n=408)					11 años (n=401)				
	\bar{x}	D.E.	Percentiles			\bar{x}	D.E.	Percentiles			\bar{x}	D.E.	Percentiles		
			5	50	95			5	50	95			5	50	95
22	695	34	639	694	751	728	39	667	725	795	755	38	692	755	818
23	438	30	388	438	488	462	32	409	460	515	482	32	429	482	535
24	340	27	295	340	384	360	30	310	360	416	380	31	329	377	431
25	182	26	140	182	228	189	27	145	191	232	198	27	153	200	242
26	116	16	90	114	142	122	17	94	120	150	129	17	101	126	157
27	412	27	368	413	457	435	27	391	433	480	454	27	410	454	499
28	346	22	310	344	380	363	21	329	361	398	378	22	342	378	414
29	375	48	296	370	454	385	48	306	382	464	414	49	334	408	495
30	277	38	214	270	340	281	32	228	277	334	301	34	245	300	357
31	458	30	408	456	507	481	32	430	480	524	507	34	451	509	563
32	379	26	337	380	422	400	28	354	398	446	421	32	368	419	474
33	177	8	164	177	190	179	8	166	180	192	181	8	168	181	194
48	518	18	488	518	548	525	19	494	525	556	531	18	501	530	561

**Sexo femenino
9 a 11 años**



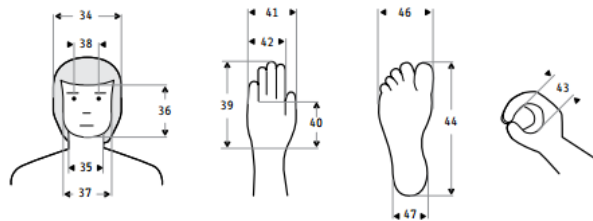
Dimensiones	9 años (n=401)					10 años (n=408)					11 años (n=401)				
	\bar{x}	D.E.	Percentiles			\bar{x}	D.E.	Percentiles			\bar{x}	D.E.	Percentiles		
			5	50	95			5	50	95			5	50	95
34	145	6	135	145	155	146	6	136	146	156	147	8	136	147	159
35	92	9	77	92	107	93	10	78	92	109	97	9	82	96	112
36	112	8	99	112	125	113	8	100	113	126	116	7	104	116	127
37	121	9	106	122	136	122	8	109	122	135	122	8	109	122	135
38	51	6	41	52	61	52	6	42	52	62	52	6	42	52	62
39	146	9	131	146	161	153	9	138	153	168	160	9	145	160	175
40	82	6	72	82	92	86	6	76	86	96	90	6	80	90	100
41	79	6	69	79	89	81	6	71	81	91	86	7	74	85	97
42	65	5	57	65	73	67	5	59	67	75	71	5	63	70	79
43	31	3	26	31	36	32	3	27	33	37	34	3	29	34	39
44	209	12	189	210	229	219	14	196	217	242	227	14	204	226	250
46	80	6	70	80	90	82	6	72	82	92	85	6	75	85	95

**Sexo masculino
9 a 11 años**



Dimensiones	9 años (n=401)					10 años (n=405)					11 años (n=401)				
	x̄	D.E.	Percentiles			x̄	D.E.	Percentiles			x̄	D.E.	Percentiles		
			5	50	95			5	50	95			5	50	95
22	698	31	647	697	749	714	37	653	714	775	736	34	680	734	792
23	435	27	390	435	479	450	32	397	450	503	467	31	416	464	518
24	337	25	296	336	378	347	27	302	345	392	363	27	318	363	408
25	173	26	130	174	216	175	27	130	177	220	184	26	141	184	227
26	113	16	87	112	139	118	17	90	116	146	124	17	96	123	152
27	412	27	368	412	457	429	28	383	429	475	451	32	398	450	504
28	347	22	311	348	383	361	24	321	361	401	377	23	339	376	416
29	380	47	302	374	458	388	47	311	386	466	409	53	322	403	497
30	269	31	218	267	321	283	37	222	279	344	290	32	237	286	343
31	452	29	405	450	500	471	32	418	469	524	497	34	441	496	553
32	370	28	324	369	416	386	27	342	384	431	406	31	355	404	458
33	179	8	166	180	192	179	8	166	180	192	181	7	169	181	192
48	527	17	499	527	555	529	17	501	530	557	535	18	506	534	564

**Sexo masculino
9 a 11 años**



Dimensiones	9 años (n=401)					10 años (n=405)					11 años (n=401)				
	x̄	D.E.	Percentiles			x̄	D.E.	Percentiles			x̄	D.E.	Percentiles		
			5	50	95			5	50	95			5	50	95
34	148	7	136	148	160	149	6	139	149	159	150	6	140	150	160
35	95	10	78	95	111	95	10	79	95	112	97	9	82	96	112
36	114	7	102	114	125	116	7	104	115	127	118	8	105	118	131
37	121	9	108	121	136	124	9	111	124	137	124	8	109	125	139
38	52	5	44	52	60	53	6	43	53	63	53	6	43	53	63
39	146	8	133	145	159	151	9	136	150	166	158	10	141	157	174
40	83	6	73	83	93	86	6	76	86	95	90	6	80	90	100
41	81	6	71	80	91	83	6	73	82	93	87	7	75	86	97
42	66	5	58	66	75	68	5	60	68	77	72	5	64	71	81
43	30	3	25	30	35	31	3	26	31	36	33	3	28	33	38
44	211	12	191	211	231	220	13	198	220	241	229	13	207	228	250
46	81	6	71	81	91	84	6	74	83	94	87	6	77	87	97

A continuación se expone una tabla con el resumen de las dimensiones deseadas. Se ha seleccionado como dato de referencia los percentiles 50.

EDAD (años)		LONGITUD DEL PIE (cm)	ANCHURA DEL PIE (cm)	ALTURA RODILLA (cm)
6	Niña	183	71	350
	Niño	185	74	351
7	Niña	190	74	369
	Niño	194	76	368
8	Niña	199	76	390
	Niño	201	79	389
9	Niña	210	80	413
	Niño	211	81	412
10	Niña	217	82	433
	Niño	220	83	429

2.2-Cálculos

En este apartado se va a realizar una simulación de esfuerzos en las piezas 1.1 Ortesis y 2.1 Ajuste pedal.

El material del que están compuestas estas piezas es de Nylon (PA12) y el primero de los pasos antes de realizar el cálculo de esfuerzos es averiguar las siguientes características físicas y mecánicas del material:

- Densidad: 1020 Kg/m^3
- Módulo elástico (E): 1800000000 N/m^2
- Coeficiente de Poisson (μ): 0,394 N/D
- Límite elástico: 580000000 N/m^2

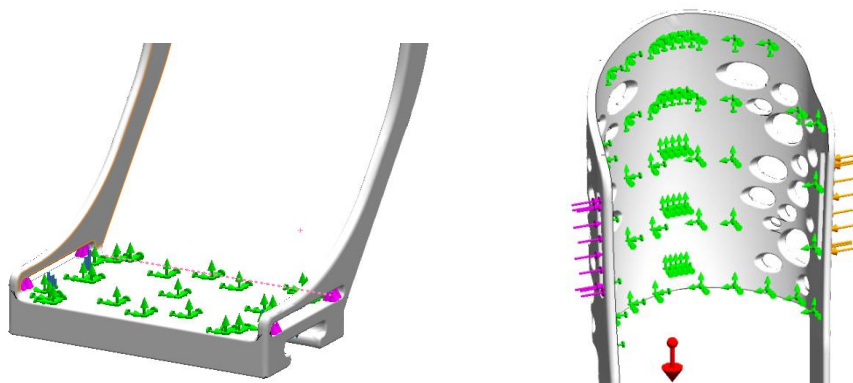
El siguiente paso sería la aplicación de cargas. Para muchos productos hay normativas que especifican las fuerzas que actúan, pero para este producto no se han encontrado normativas relacionadas con el funcionamiento. Por tanto en este caso las fuerzas se estiman.

Simulación 1.1 Ortesis

En esta pieza se han simulado por una parte las fuerzas que actúan sobre los orificios sobre los que se introducen las cintas de velcro para ajustar a las zonas respectivas del cuerpo y por otra parte las fuerzas que actúan en la parte que se ensambla con la otra pieza.

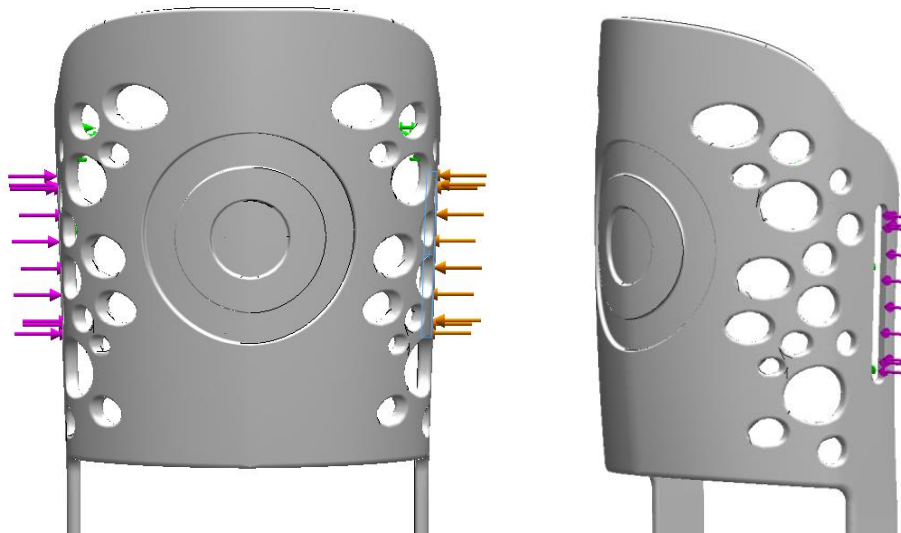
Para realizar esta simulación se ha utilizado el software SolidWorks y se han seguido los siguientes pasos:

1º. Se añaden sujeciones al modelo. En este caso se ha seleccionado como sujeciones las partes que están en contacto con el miembro del usuario. (Las sujeciones se representan con flechas verdes)

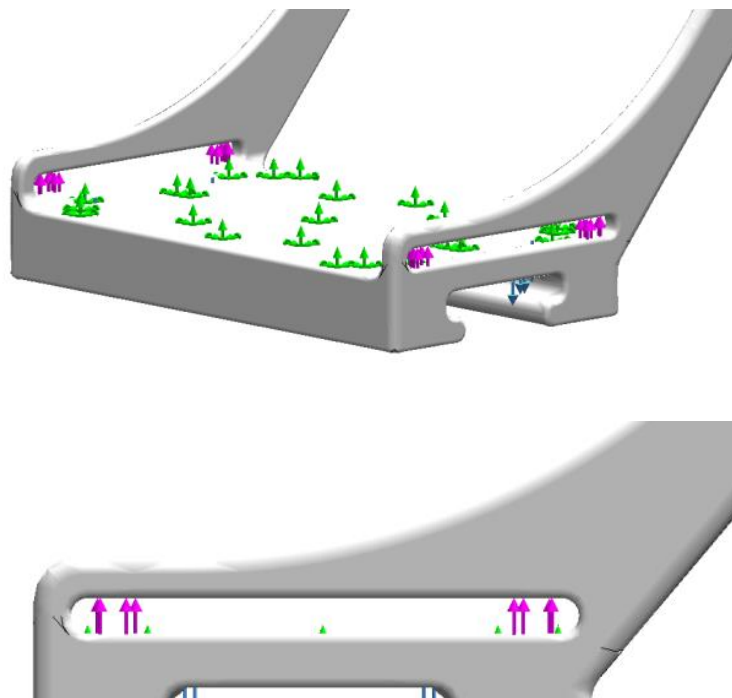


2º. Se aplican las cargas. En este caso todas las cargas tienen una magnitud de 10N. (Se representan con flechas rosas)

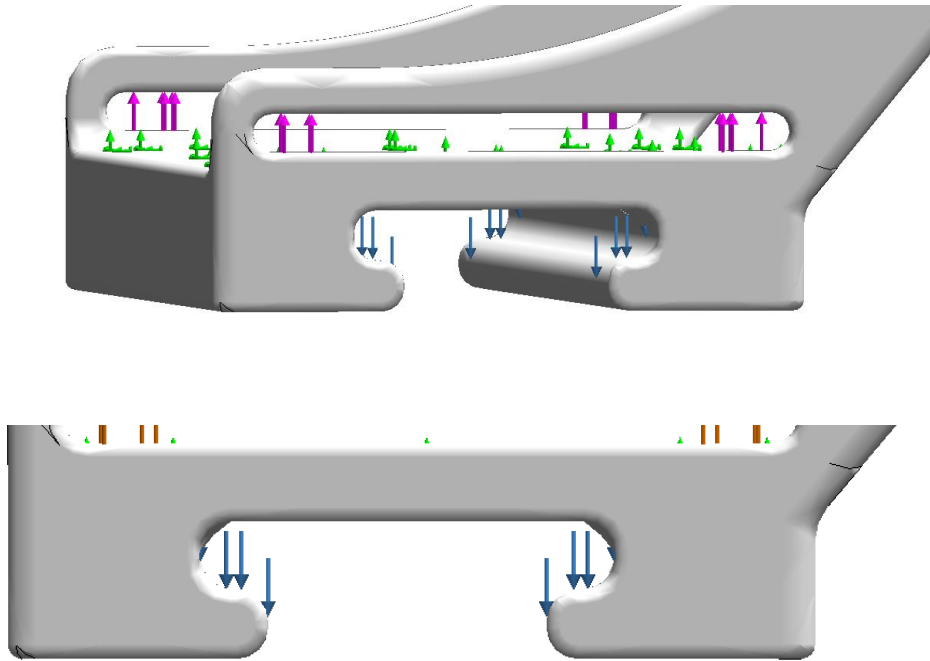
En la zona de la espinilla se han aplicado las cargas en las direcciones que se muestran en las siguientes imágenes. Se han seleccionado estas direcciones porque son la dirección en la que se deformaría el producto cuando se esté ajustando a la zona del gemelo.



En la zona que se acopla al calzado se han aplicado las cargas en las direcciones que se muestran en las siguientes imágenes. Se han seleccionado estas direcciones porque son la dirección en la que se deformaría el producto cuando se esté ajustando la pieza al calzado.

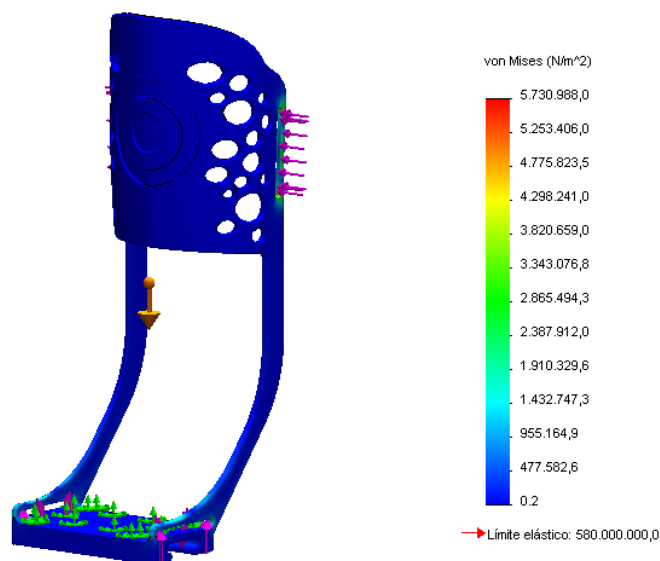


En la zona del ensamblaje se han aplicado las cargas en las direcciones que se muestran en las siguientes imágenes. Se han seleccionado estas direcciones porque son la dirección en la que hace fuerza la otra pieza cuando el producto está en uso. (Se representan con flechas azules).

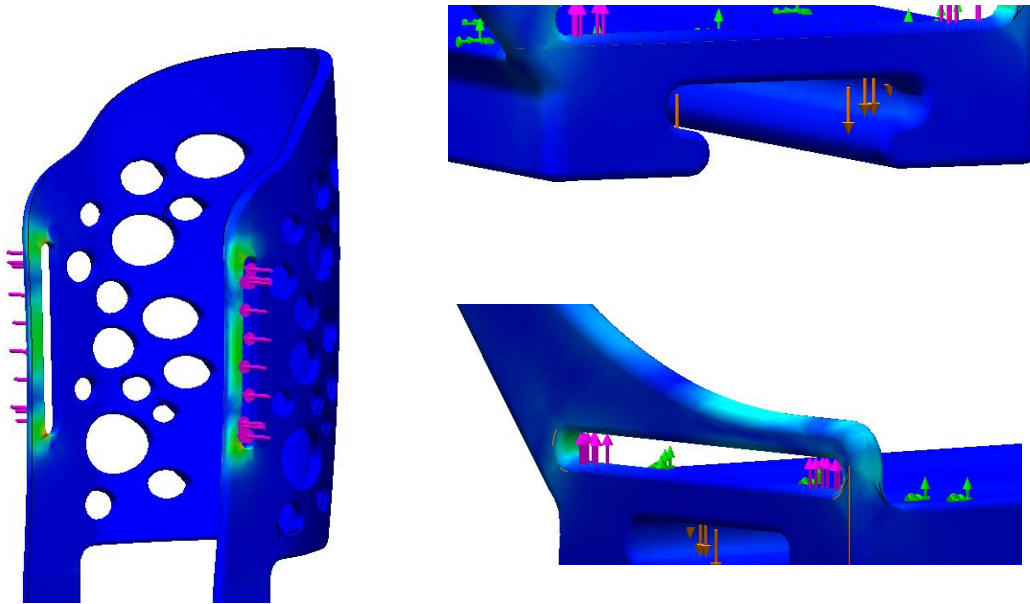


3º Una vez aplicadas las cargas se ejecuta el estudio con el simulador.

Del simulador nos preocupa sobretodo que las tensiones que se aplican sobre el producto no lleguen al límite elástico con las fuerzas aplicadas. Las tensiones aparecen en la siguiente imagen



A continuación analizamos las distintas partes:



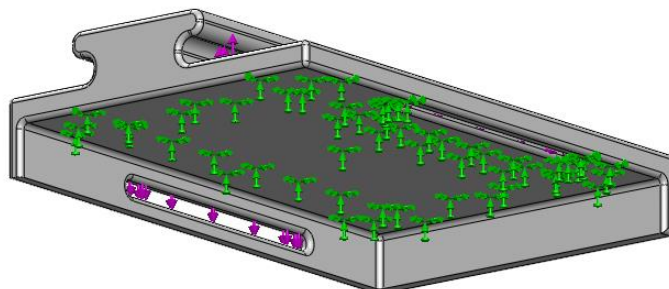
Como se observa en las imágenes las tensiones se encuentran bastante lejos del límite elástico. En las zonas donde más tensiones se acumulan es en los orificios y donde menos en la zona del ensamblaje. Por tanto podemos concluir que el producto con las cargas aplicadas no sufriría ninguna deformación importante.

2.1 Simulación Ajuste pedal.

En esta pieza se han simulado por una parte las fuerzas que actúan sobre los orificios sobre los que se introducen las cintas de velcro para ajustar al pedal de la bicicleta y por otra parte las fuerzas que actúan en la parte que se ensambla con la otra pieza.

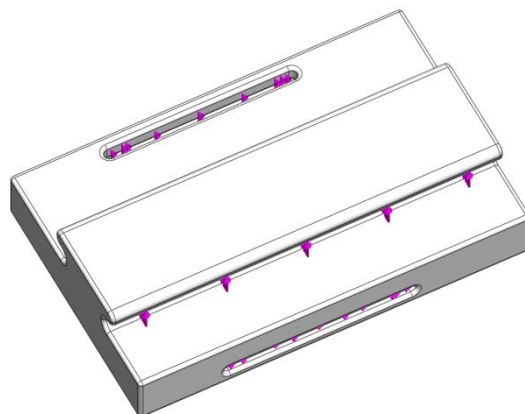
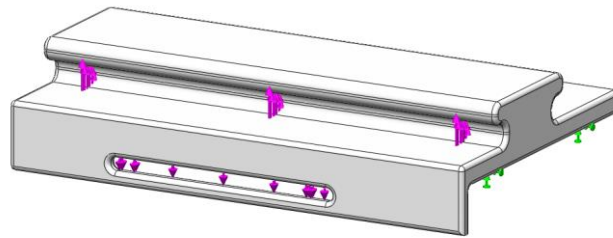
Para realizar esta simulación se ha utilizado el software SolidWorks y se han seguido los siguientes pasos:

1º. Se añaden sujeciones al modelo. En este caso se ha seleccionado como sujeción la zona que estará en contacto con el pedal. (Las sujeciones se representan con flechas verdes)

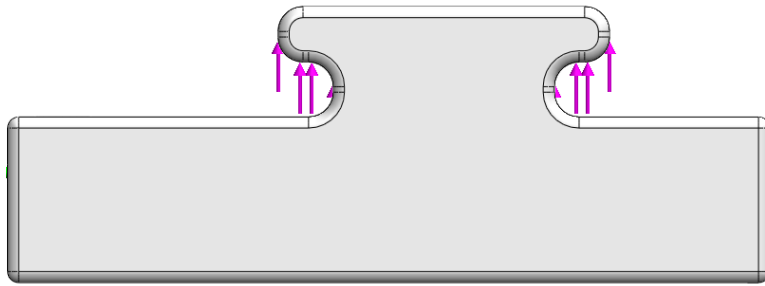


2º Se aplican las cargas. En este caso todas las cargas tienen una magnitud de 10N. (Se representan con flechas rosas)

En la zona de los orificios por los que va la cinta de velcro para ajustarse al pedal se han aplicado las cargas en las direcciones que se muestran en las siguientes imágenes. Se han seleccionado estas direcciones porque son la dirección en la que se deformaría el producto cuando se esté ajustando al pedal.

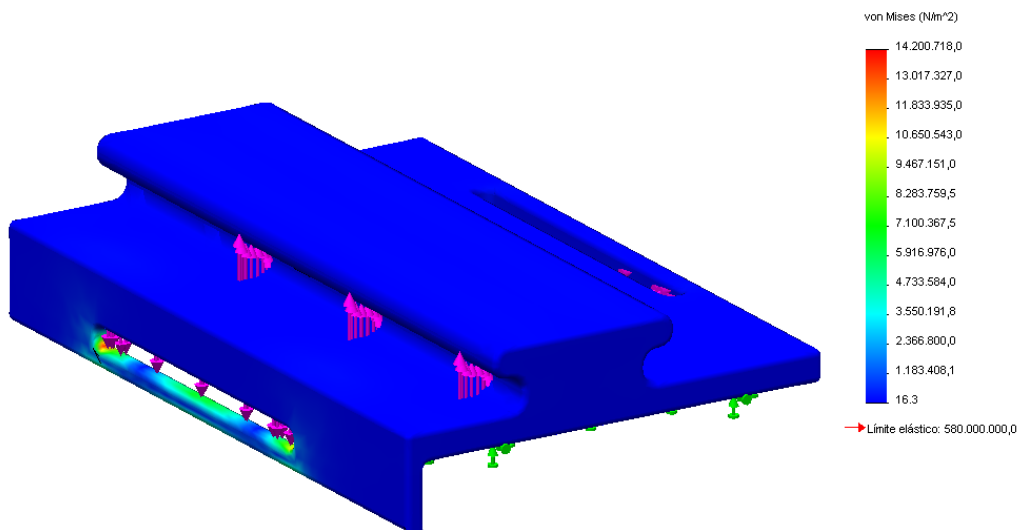


En la zona del ensamblaje se han aplicado las cargas en las direcciones que se muestran en las siguientes imágenes. Se han seleccionado estas direcciones porque son la dirección en la que hace fuerza la otra pieza cuando el producto está en uso. (Se representan con flechas rosas).

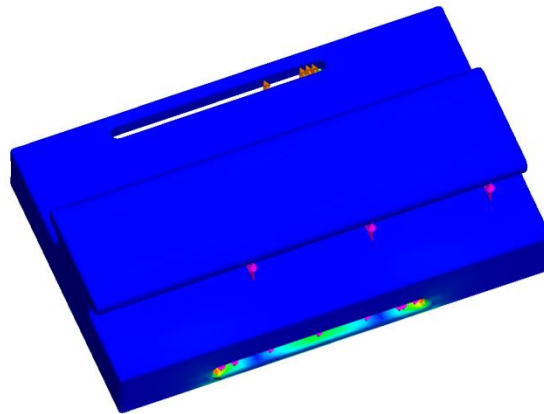
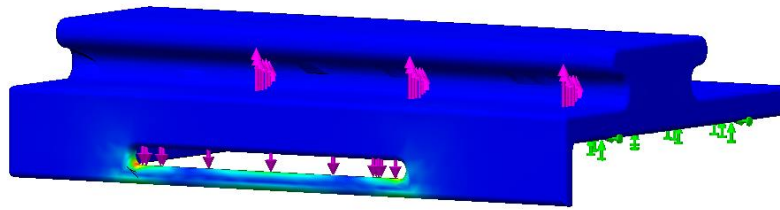


3º Una vez aplicadas las cargas se ejecuta el estudio con el simulador.

Del simulador nos preocupa sobretodo que las tensiones que se aplican sobre el producto no lleguen al límite elástico con las fuerzas aplicadas. Las tensiones aparecen en la siguiente imagen



A continuación analizamos las distintas partes:



Como se observa en las imágenes las tensiones se encuentran bastante lejos del límite elástico. En las zonas donde más tensiones se acumulan es en uno de los orificios y donde menos en la zona del ensamblaje. Por tanto podemos concluir que el producto con las cargas aplicadas no sufriría ninguna deformación importante.

2.3 Anexos de aplicación en el ámbito del Proyecto

2.3.1 Estudio de mercado

WALKON FLEX



Patología: Para las personas con pie pendular permanente

Función: Ayuda a elevar el pie durante la fase de balanceo de modo que la marcha se hace más segura de nuevo mientras se reduce el riesgo de tropezones y caídas.

Material: Compuesto de fibra de vidrio y carbono; Outlast.

Precio: 9202€

CARBON ANKLE SEVEN



Patología: Para personas que padecen debilidad o una falta completa de función en la musculatura de elevación o bajada de pie o la musculatura de extensión de rodilla.

Función: La energía generada al pisar con el talón se guarda y se devuelve al despegar los dedos del suelo.

Material: Carbono

Precio: 600€

ORTESIS ANTIEQUINO RANCHO DE LOS AMIGOS



Patología: Pacientes afectados de una limitación de la dorsiflexión del pie.

Función: Gracias a su diseño permite una elasticidad a nivel del tendón de Aquiles permitiendo unos movimientos de flexión plantar, dorsal durante la marcha , evitando la caída del pie, especialmente en la fase de balanceo manteniendo el pie a 90°.

Material: Polipropileno de alta densidad inyectado

Precio: 80€

ANTIEQUINO VARO MEDIA PLANTA



Patología: Esta férula está indicada para asistir la dorsiflexión en el pie equino y controlar la desviación en varo.

Función: Los nervios de la valva posterior le confieren el refuerzo necesario al tiempo que aligeran el conjunto, e incluye una zona plantar con conformación del arco. También incluye una cinta de ajuste removible en zona tibial, un almohadillado en la zona de la pantorrilla, y un tirante antivaro de tensión regulable.

Material: Polipropileno moldeado.

Precio: 97€

DYNAM-ACTIVE X



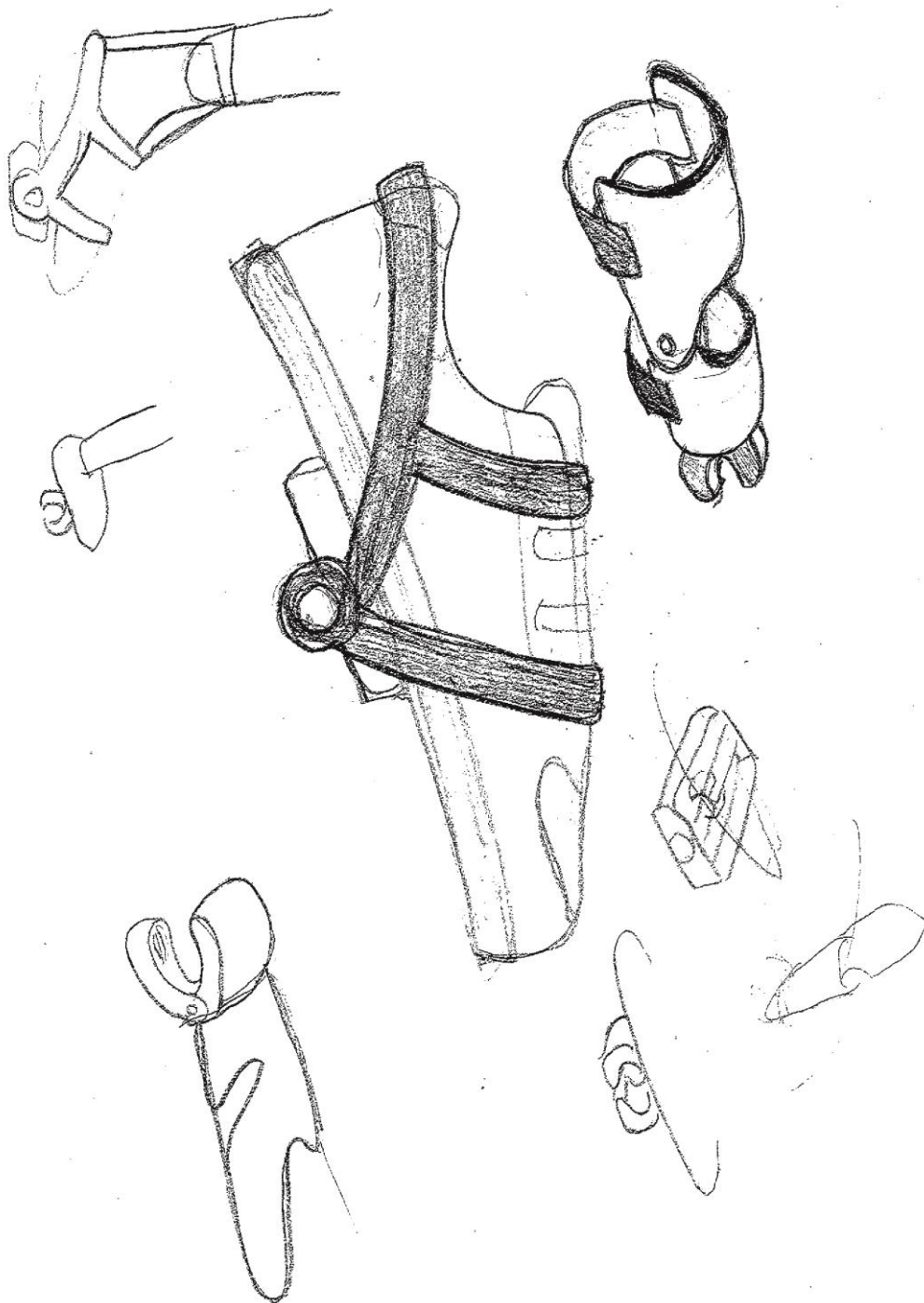
Patología: Flacidez después del accidente cerebrovascular, esclerosis múltiple, otros trastornos neurológicos / musculares daño a las raíces lumbares cuádriceps,...

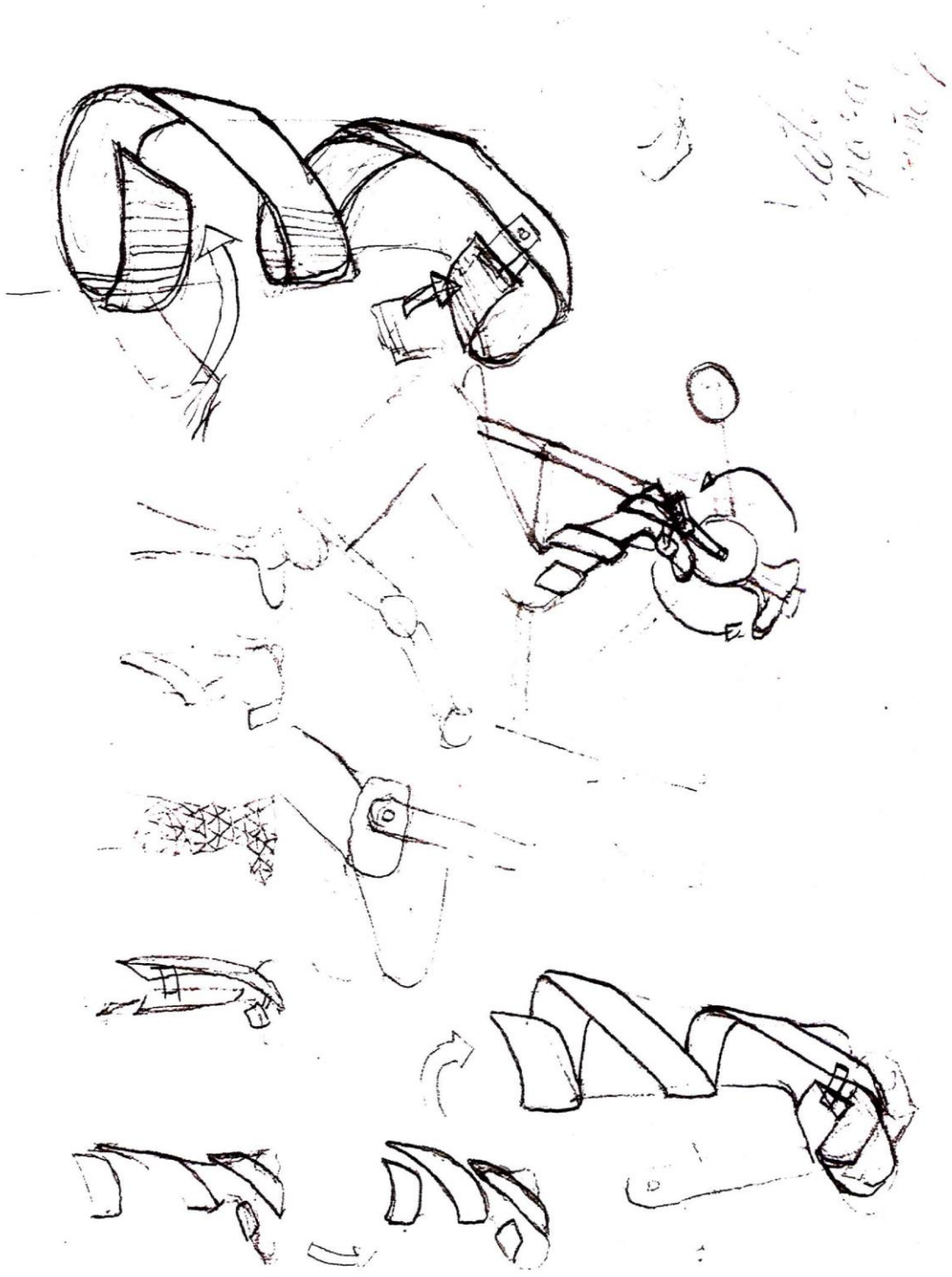
Función: El apoyo a la elevación del pie se lleva a cabo la extensión en el 90 ° dorsal reducir el riesgo de caídas mejorado comportamiento de giro y la marcha del borde de caída temprana se extiende la palanca del dedo del pie transición suave a la fase de despegue de los dedos por redondeada pelota rueda efecto extremo de la extensión de la rodillade paso mayor al anotar dinámica muscular marcha más fisiológica.

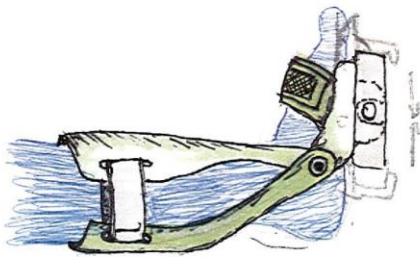
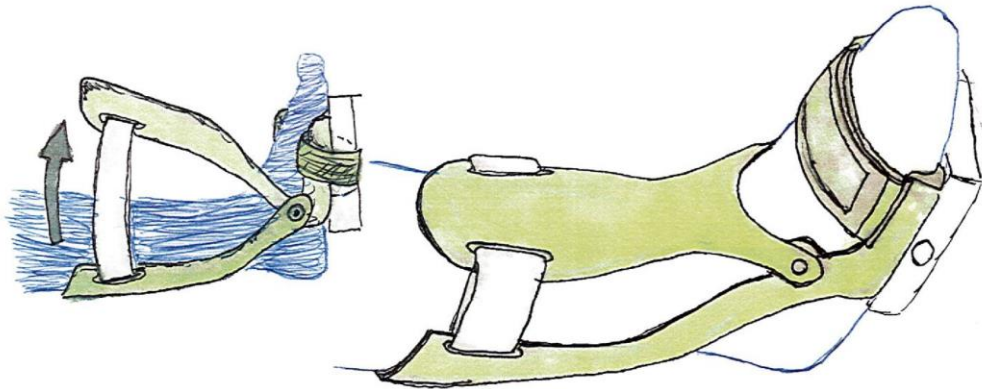
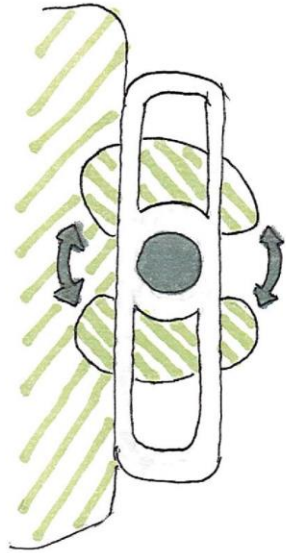
Material: Carbono.

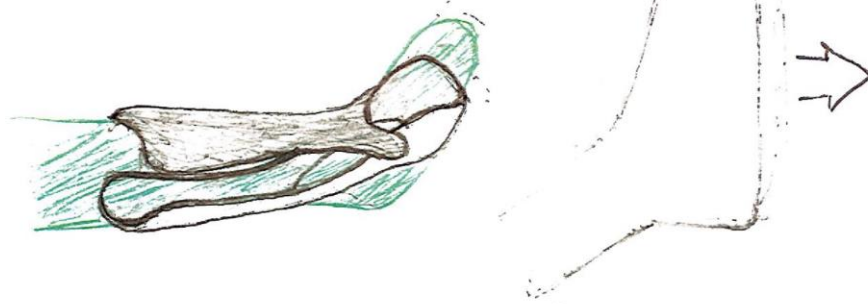
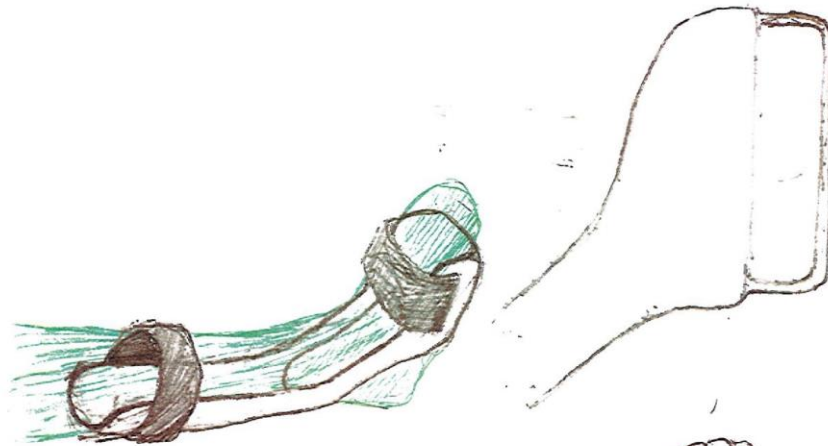
Precio: 399€

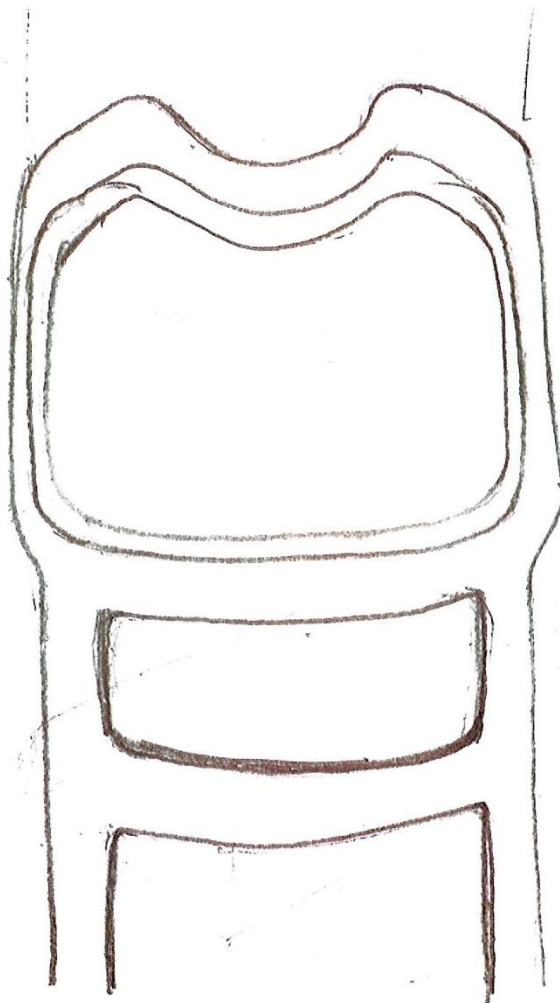
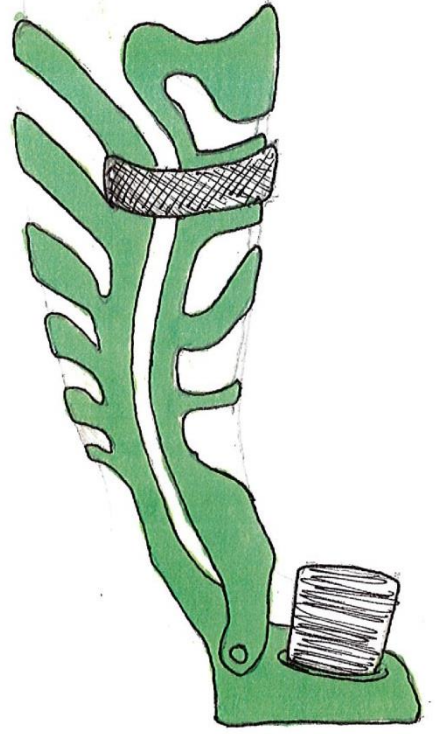
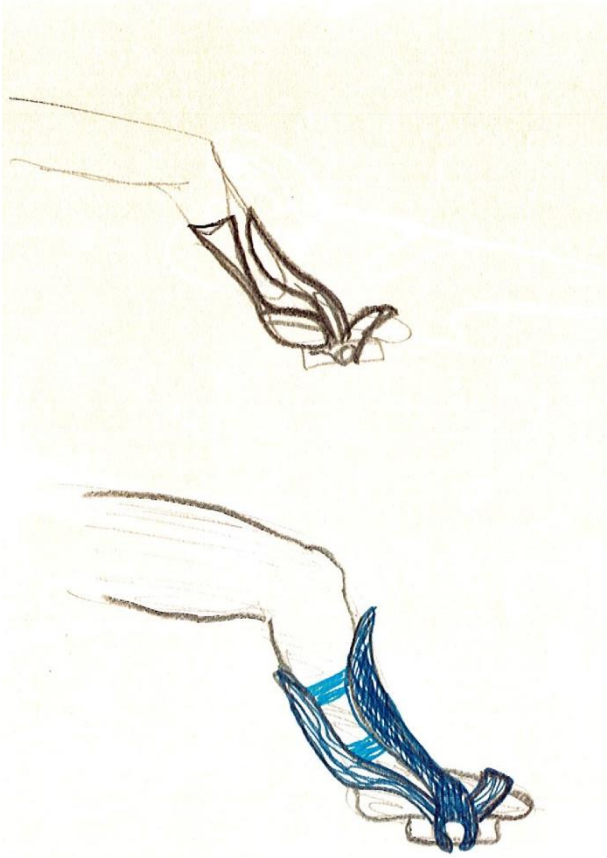
2.3.2 BOCETOS

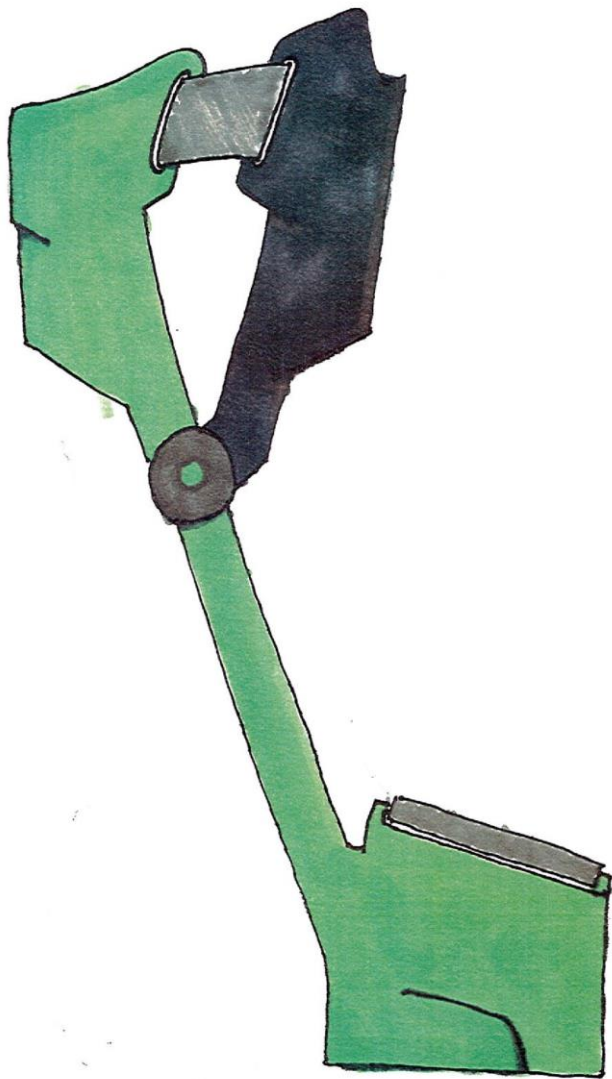


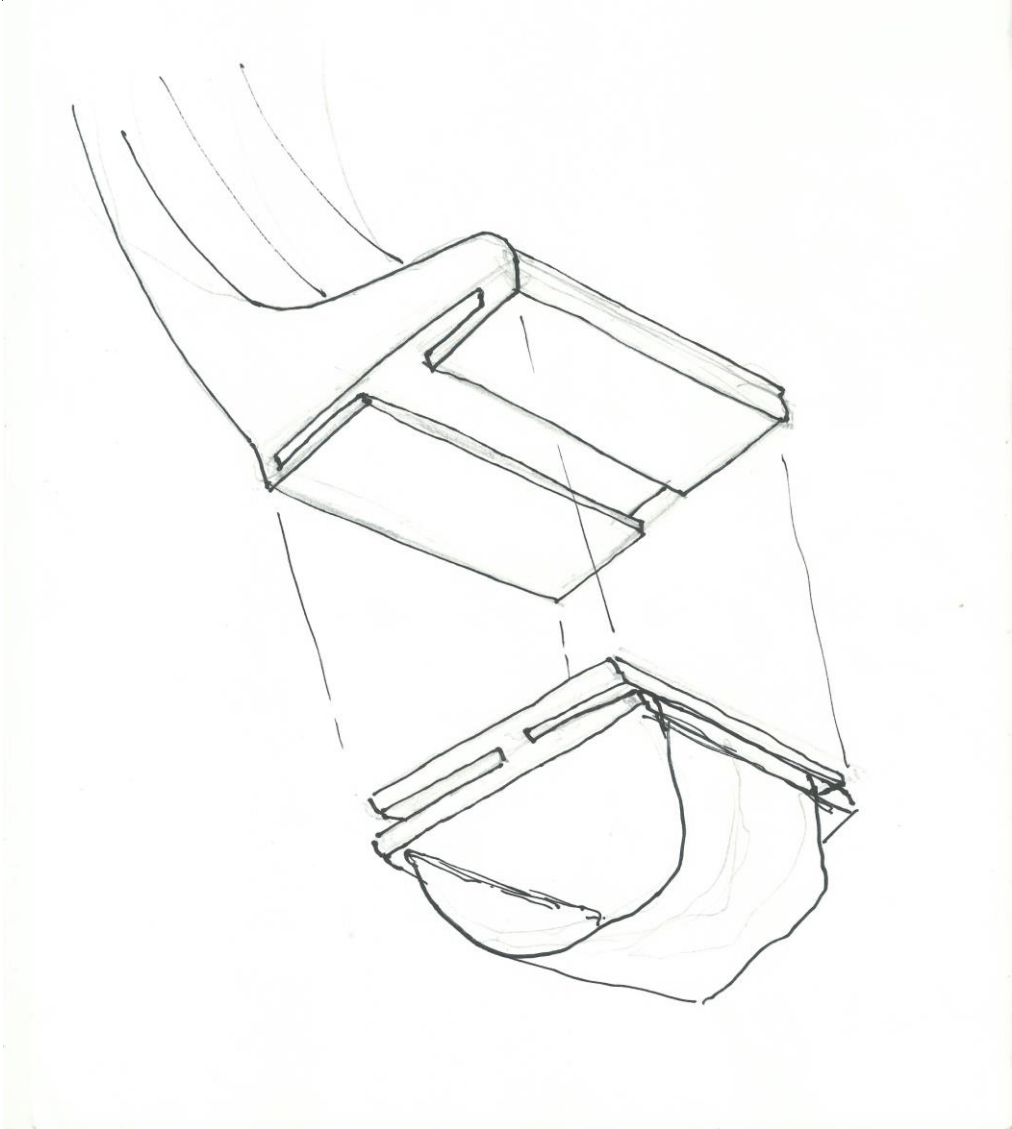
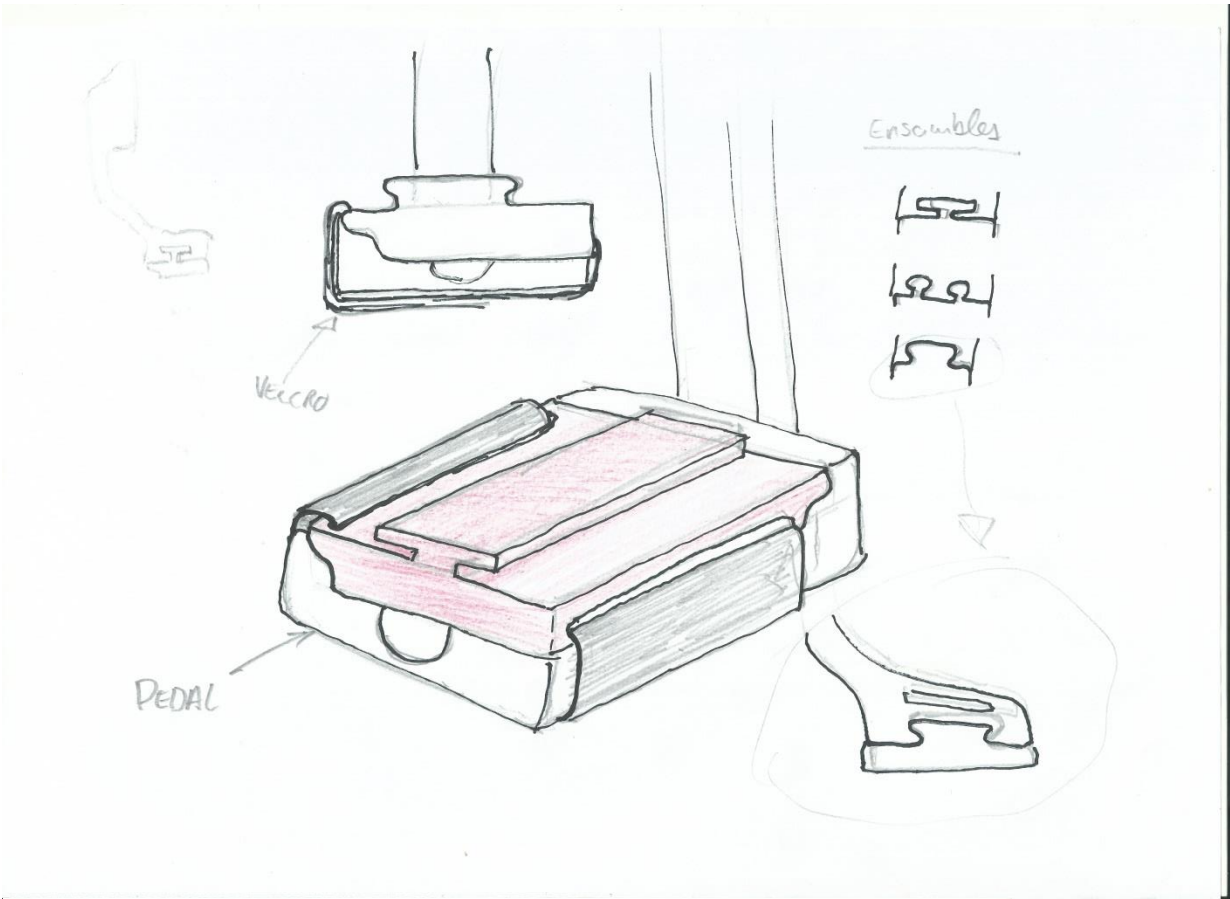


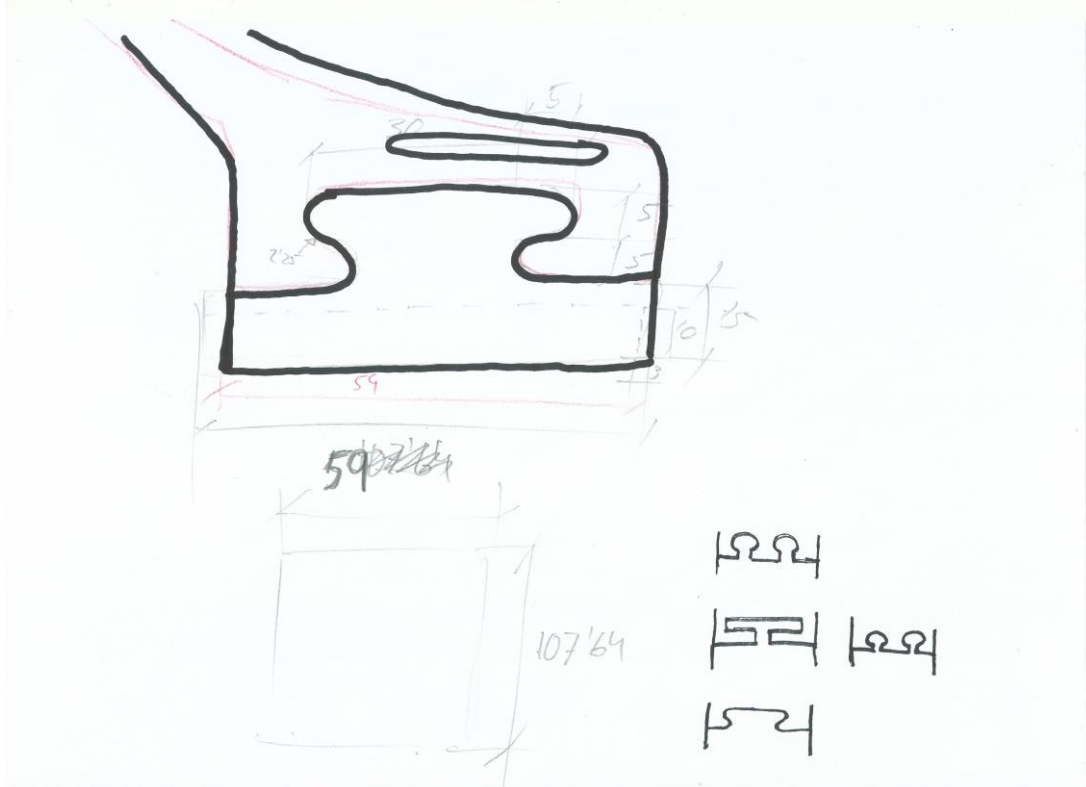
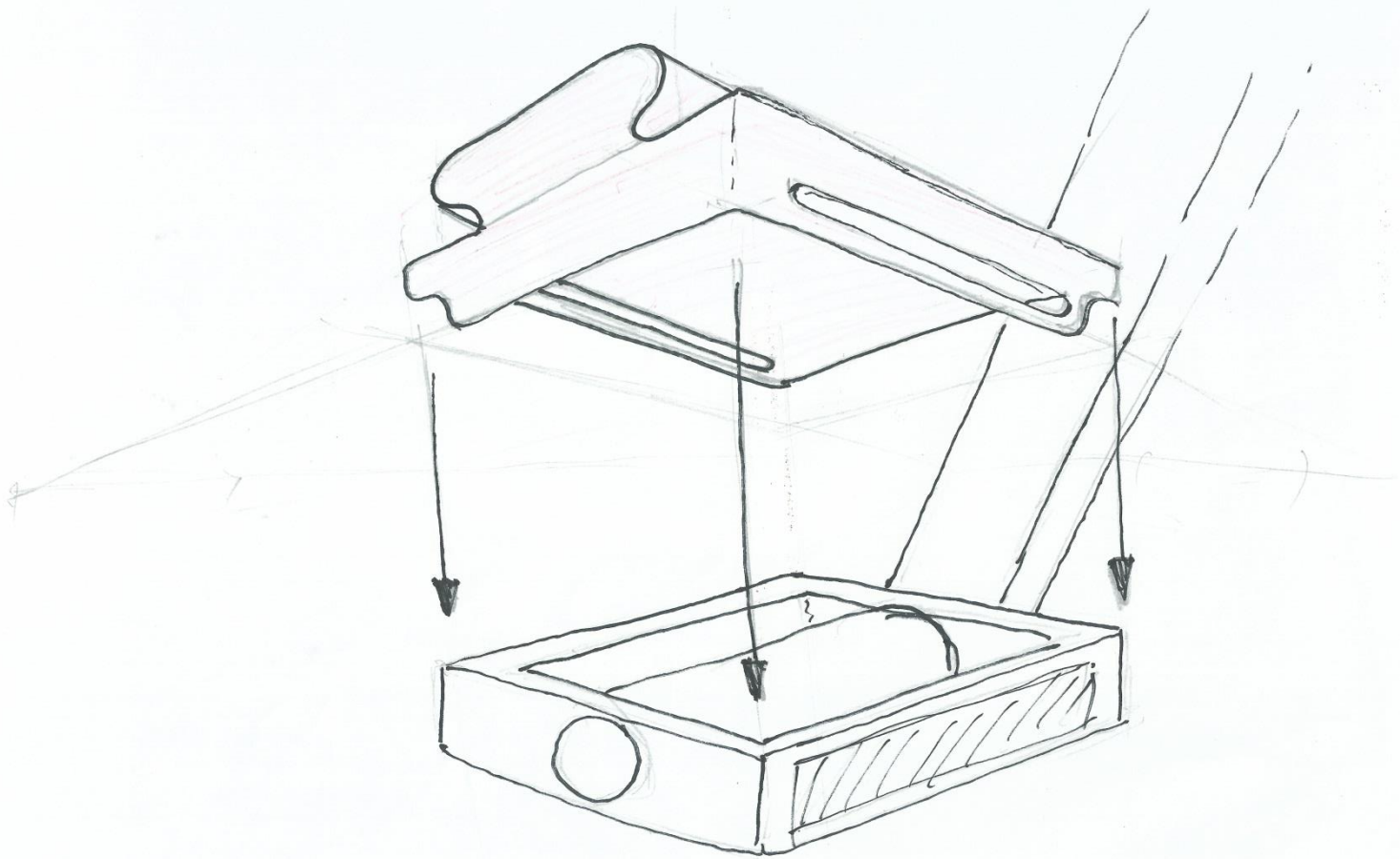


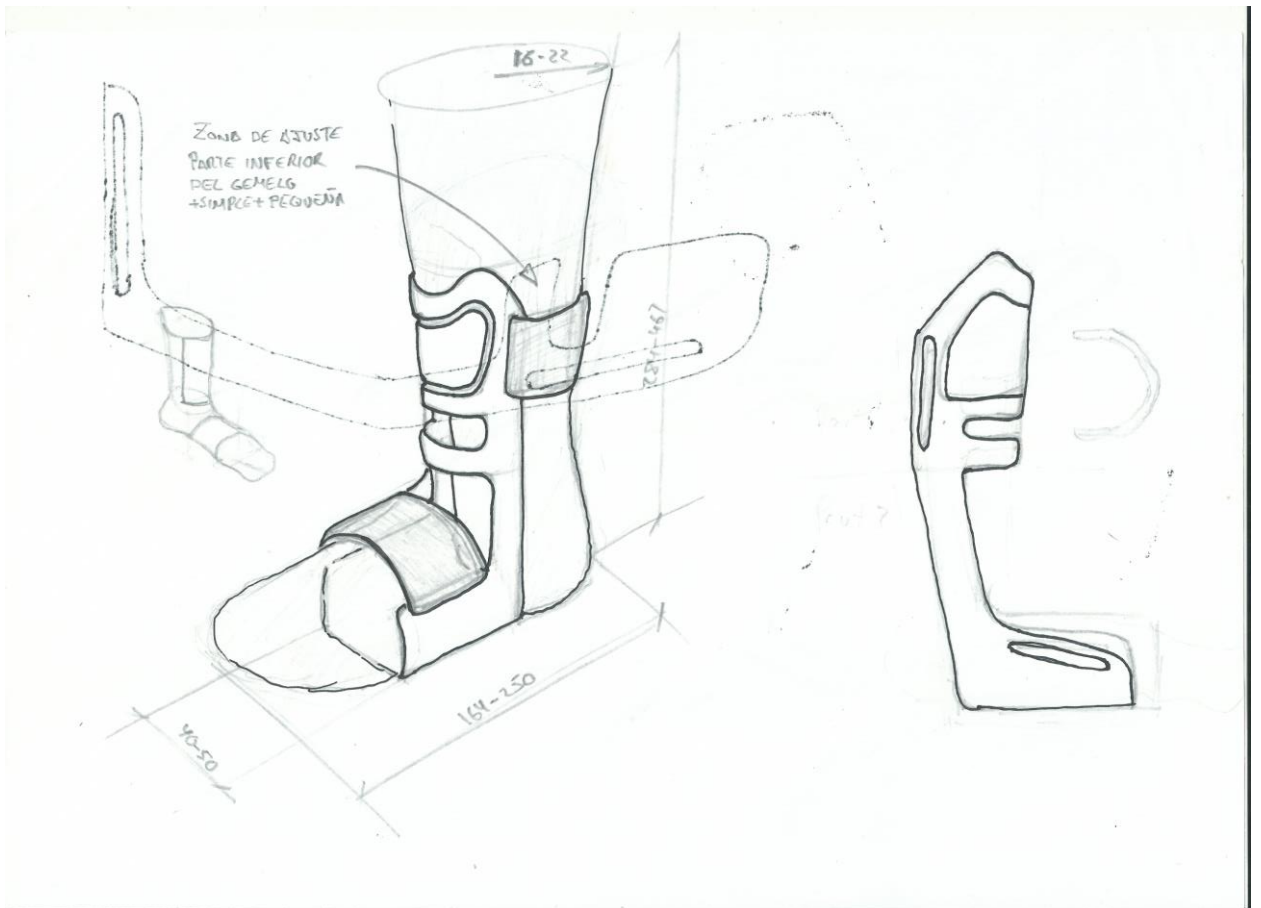
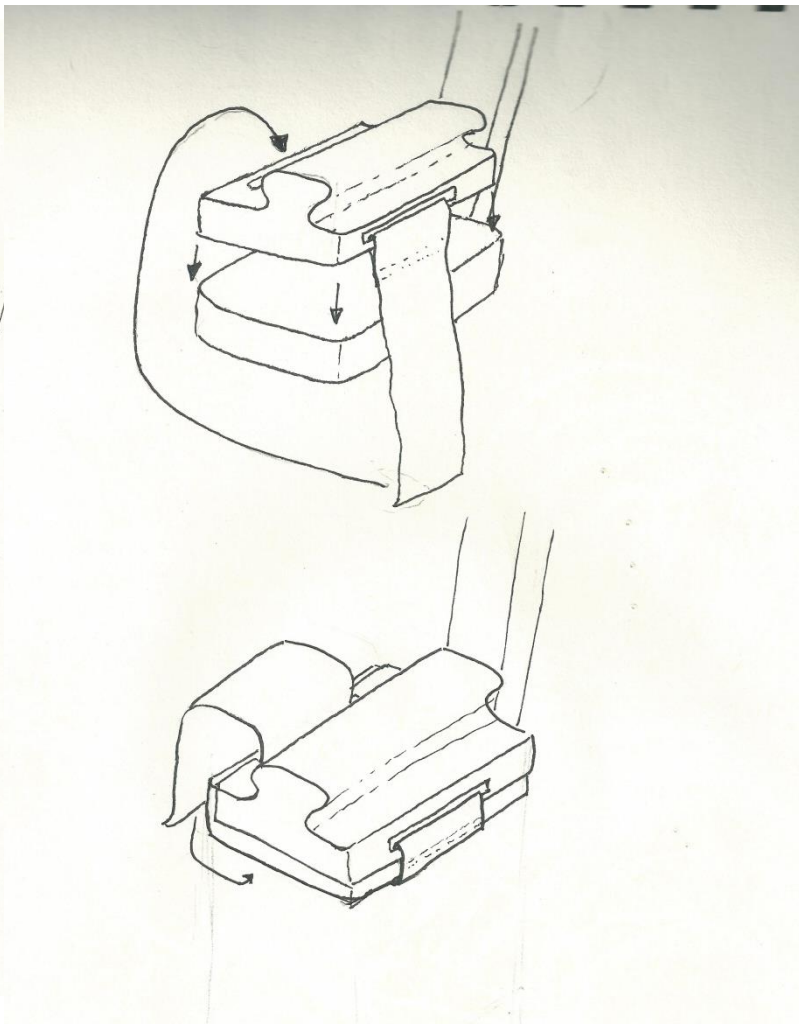
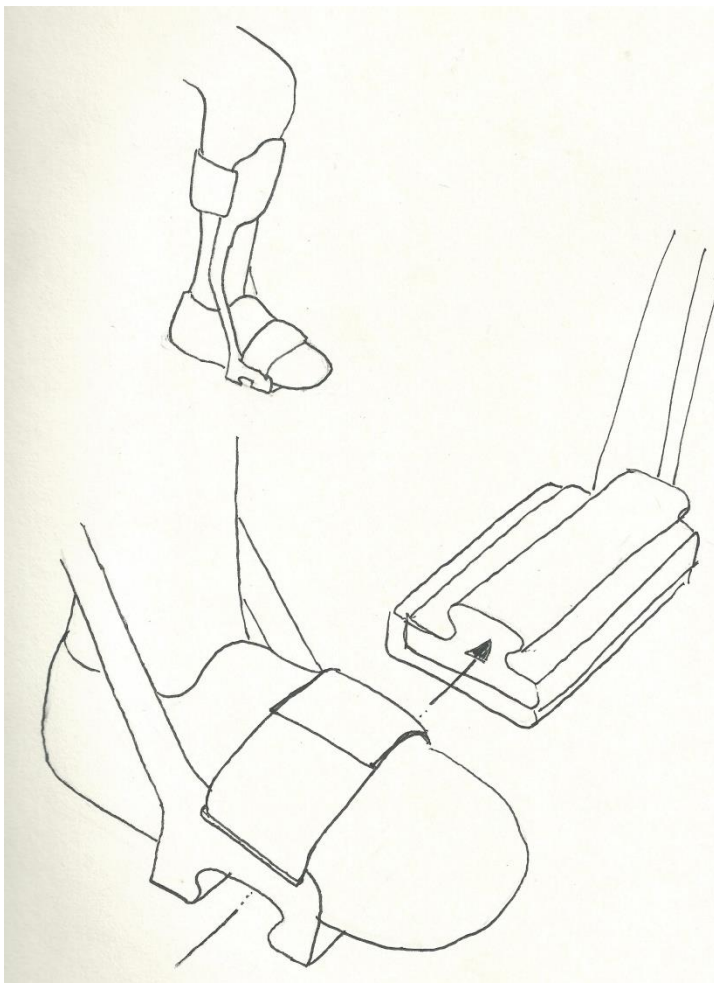


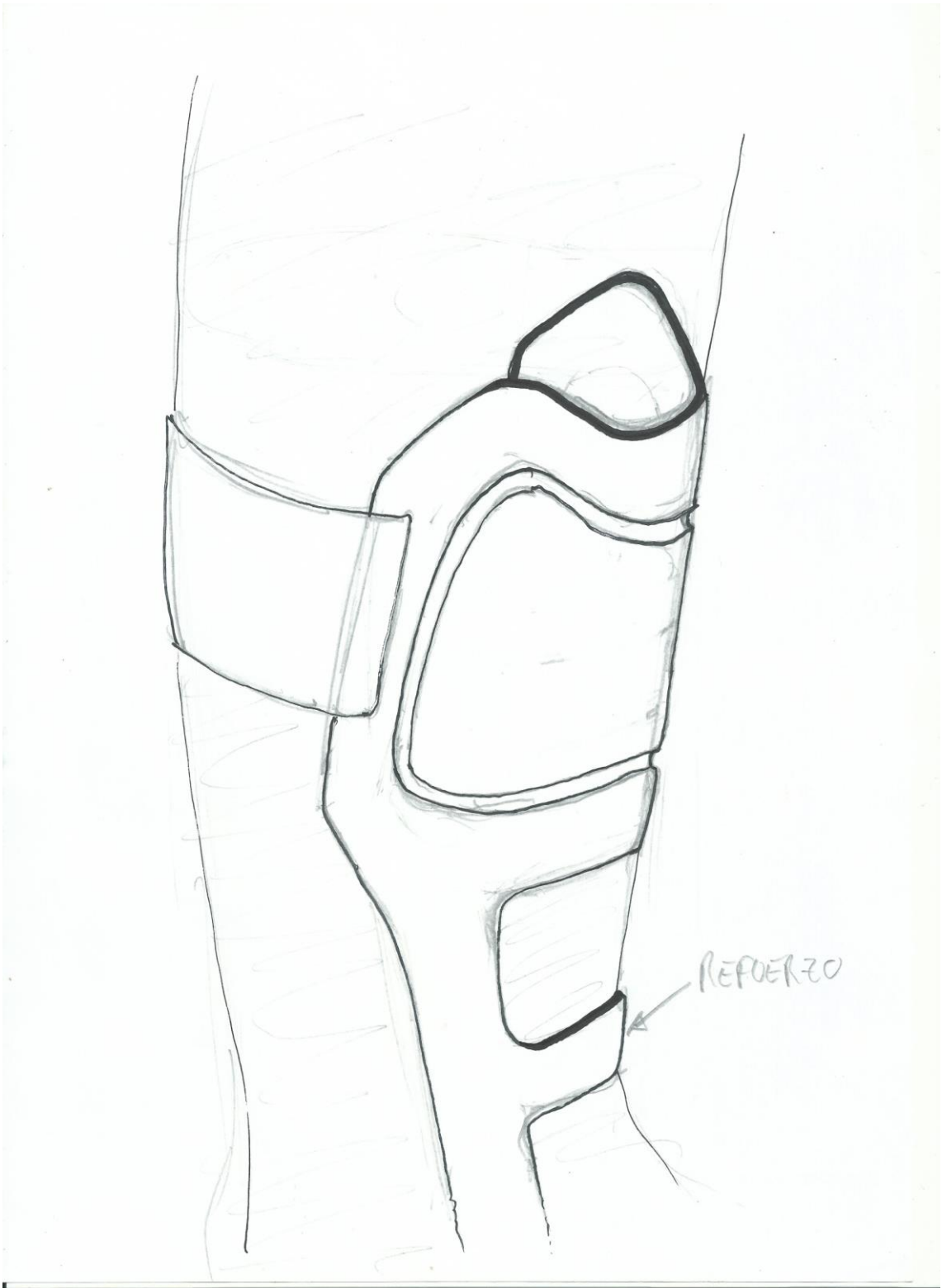


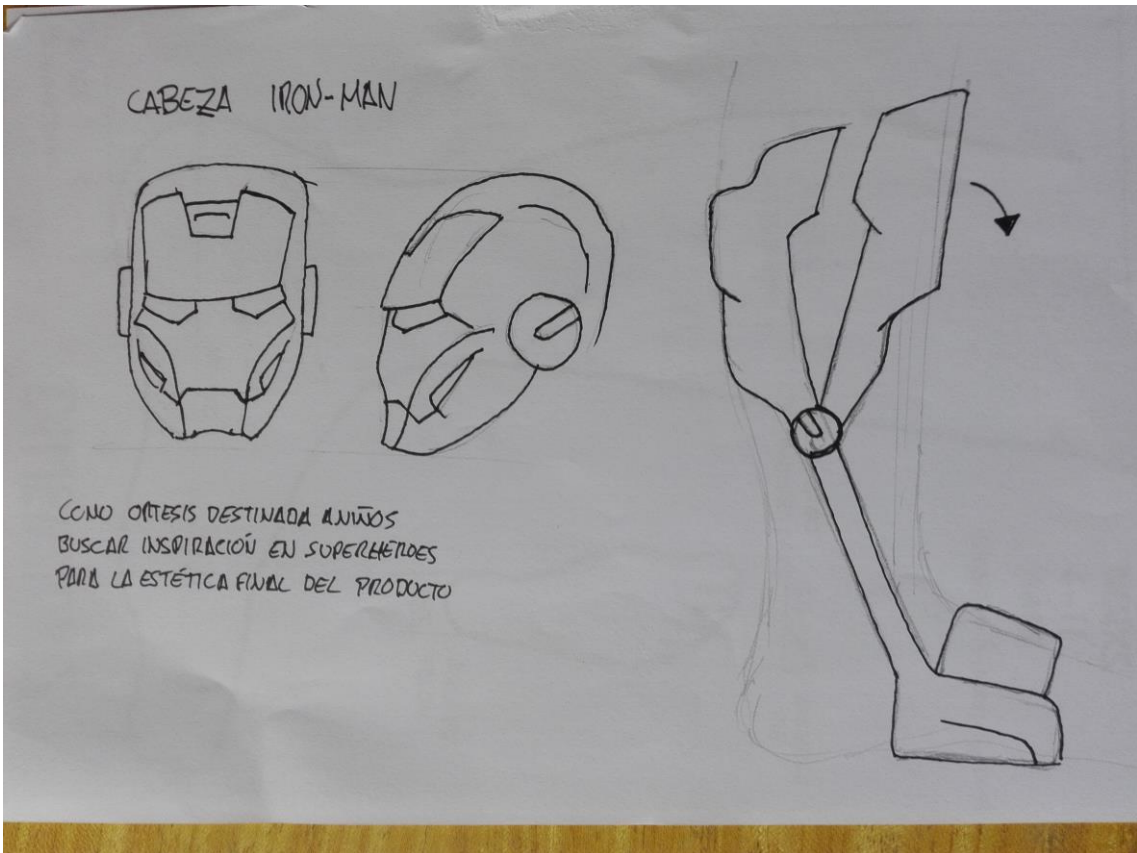
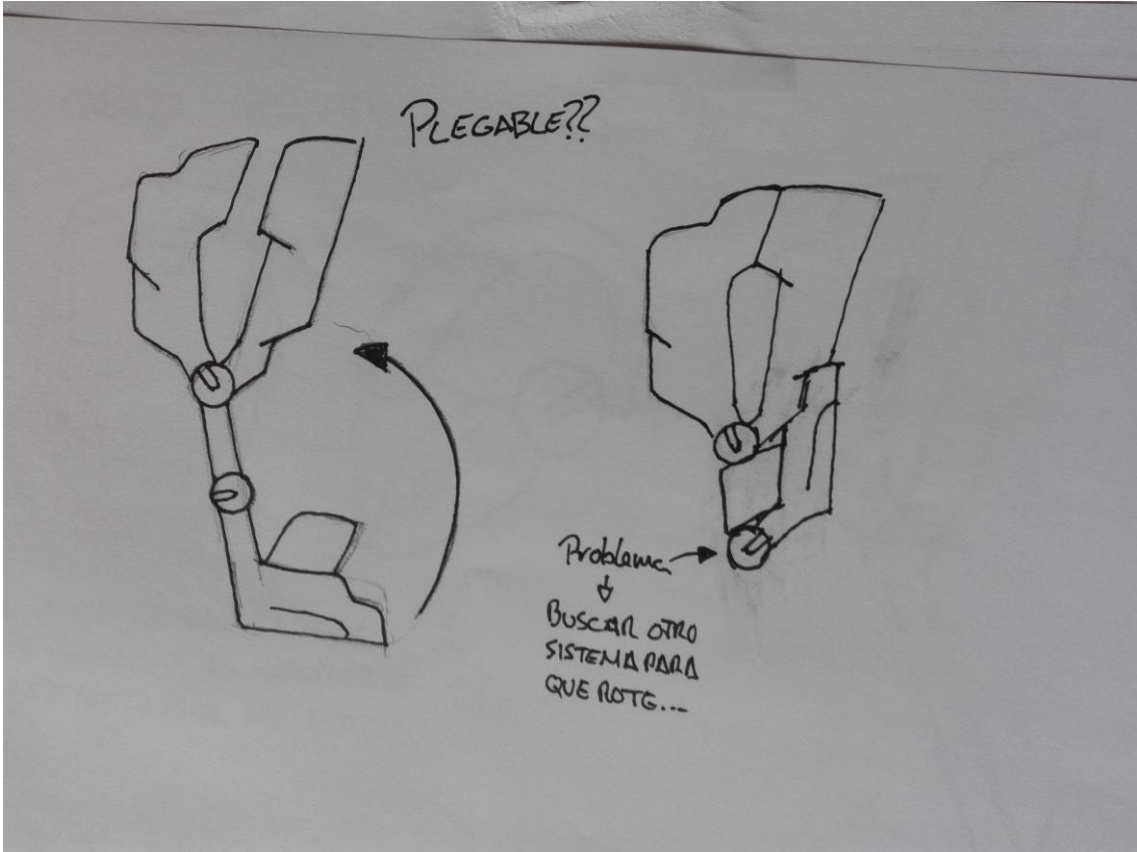


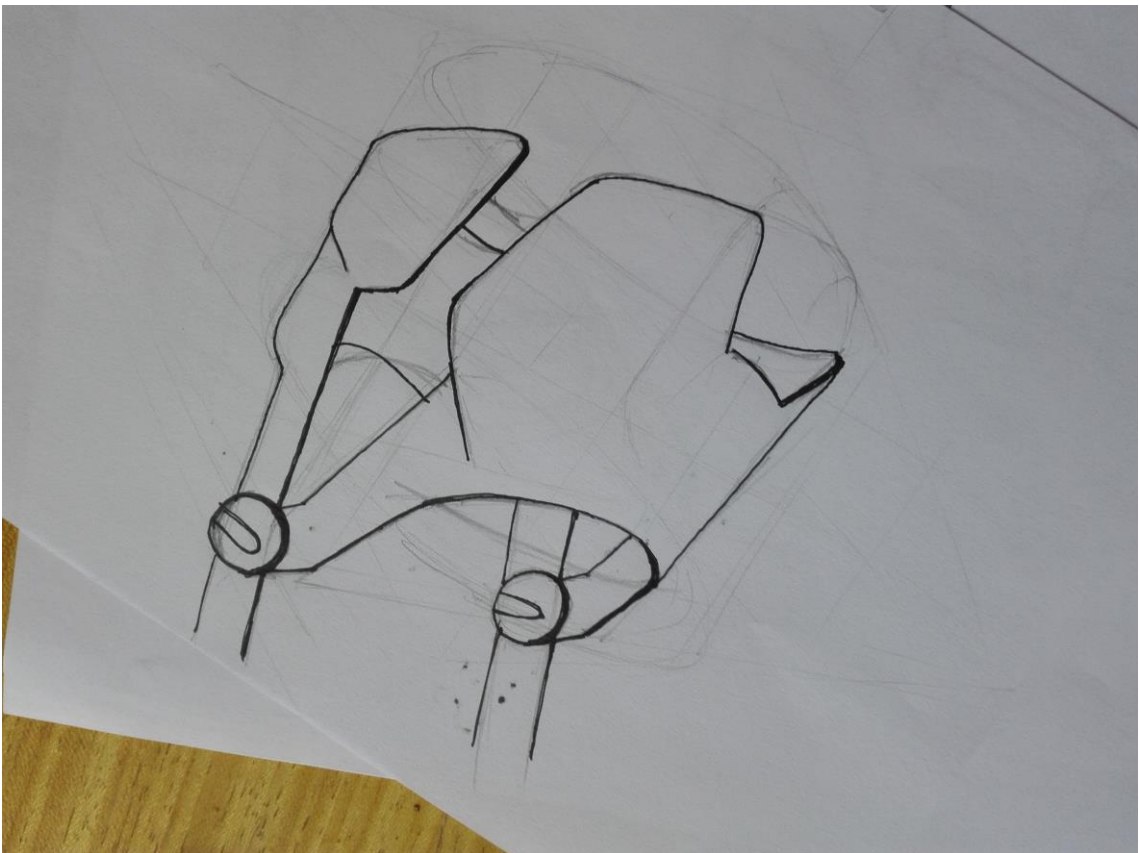
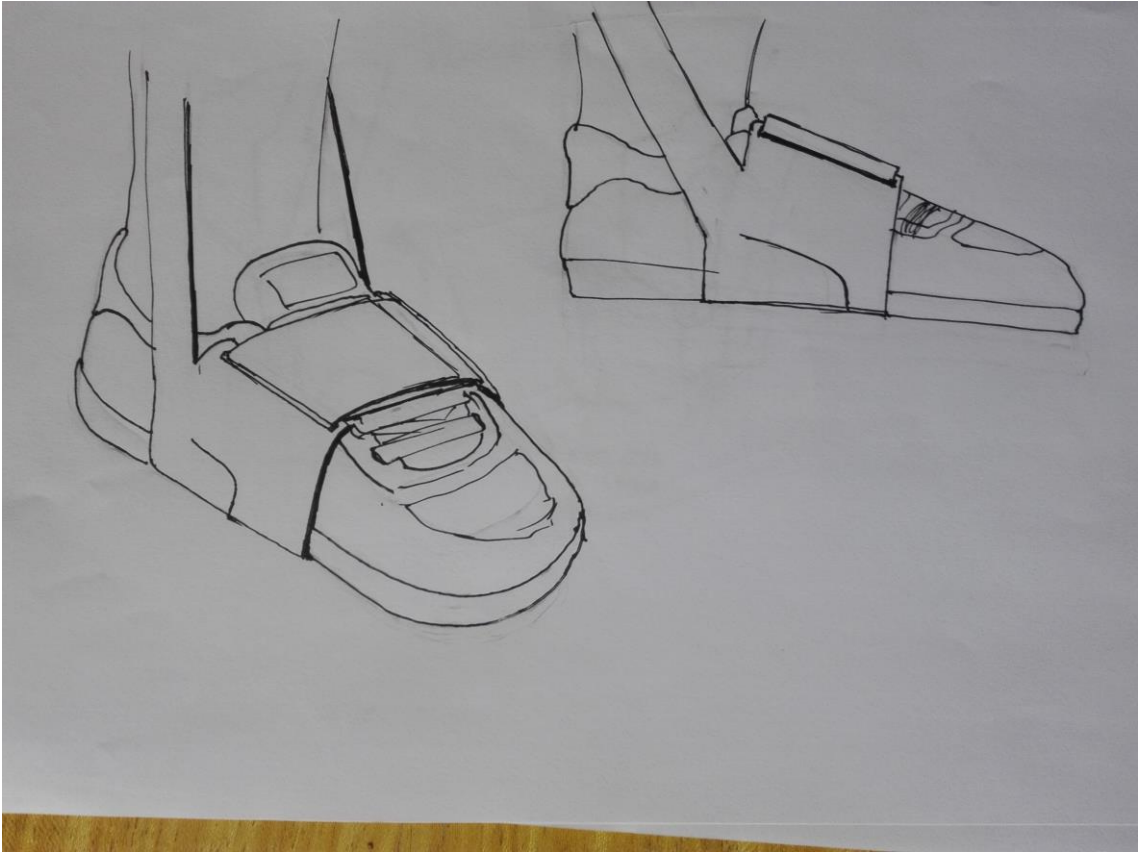


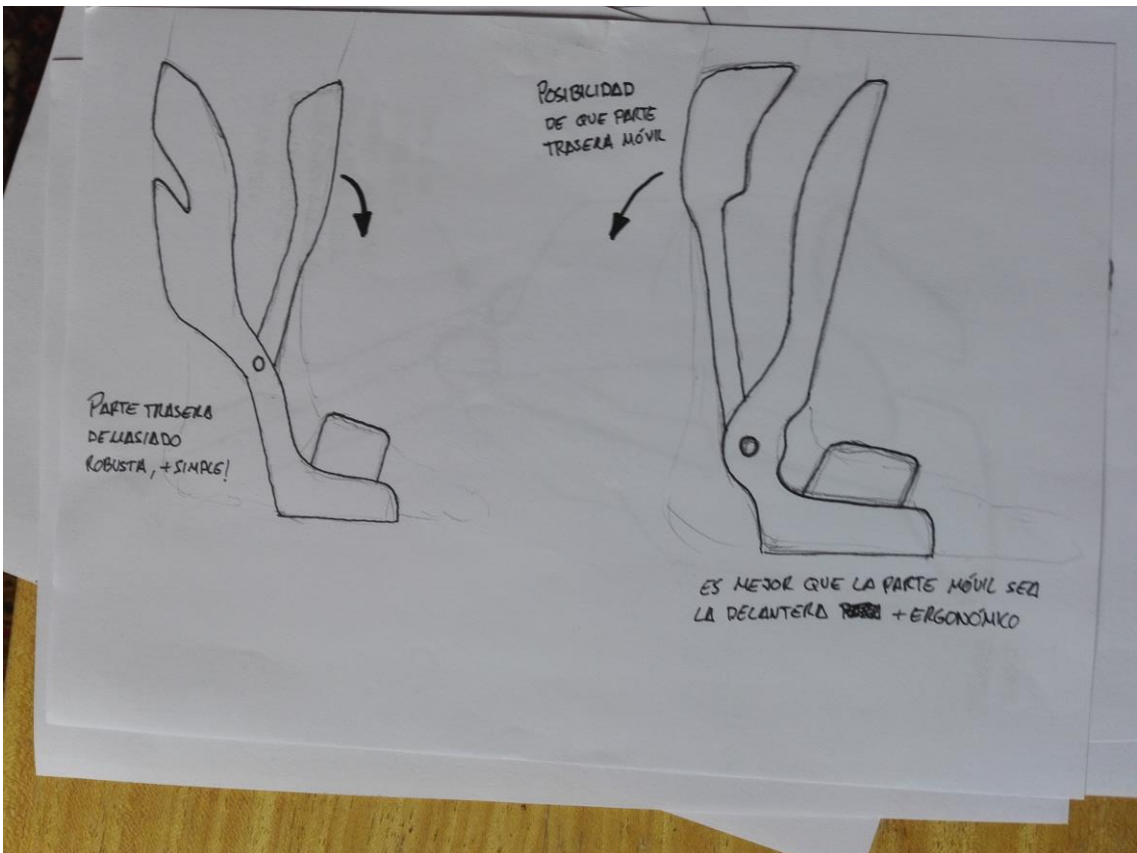
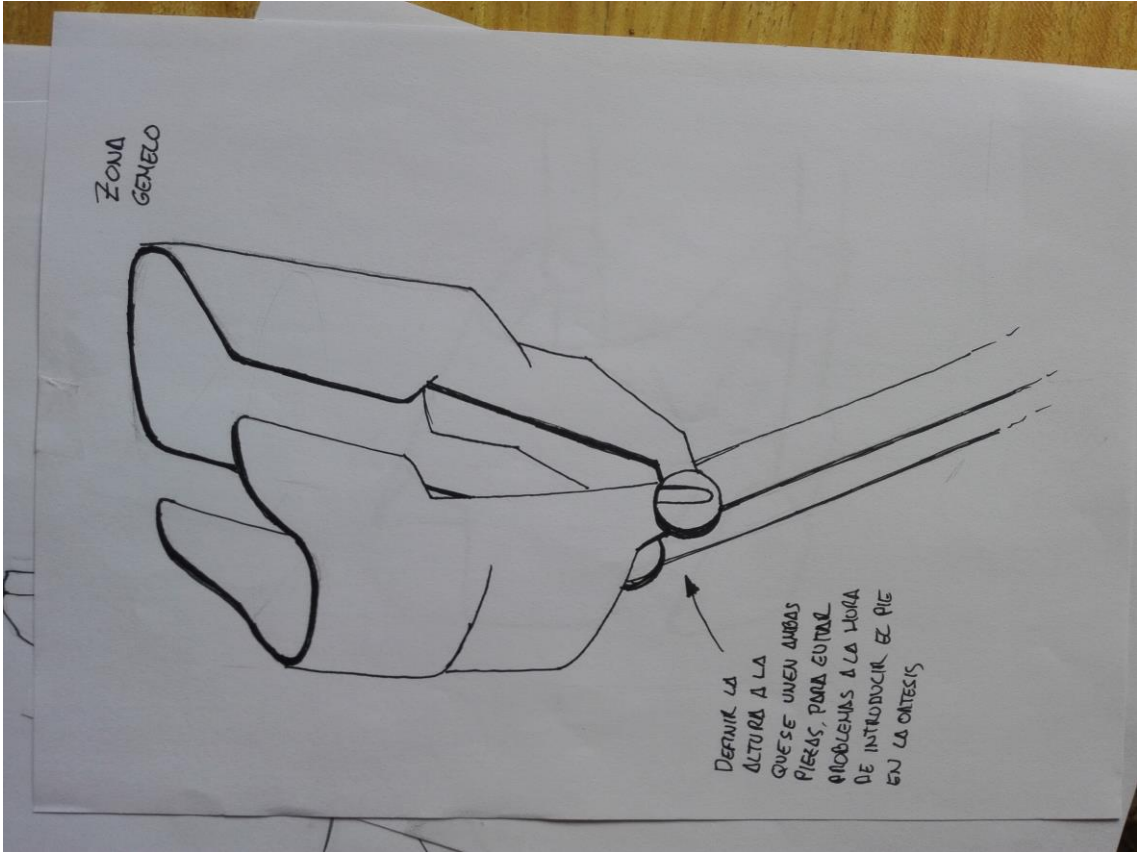








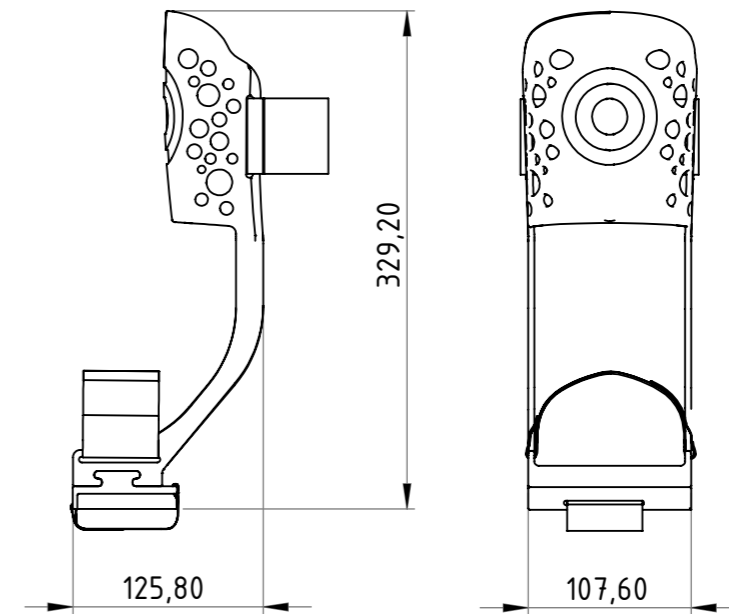
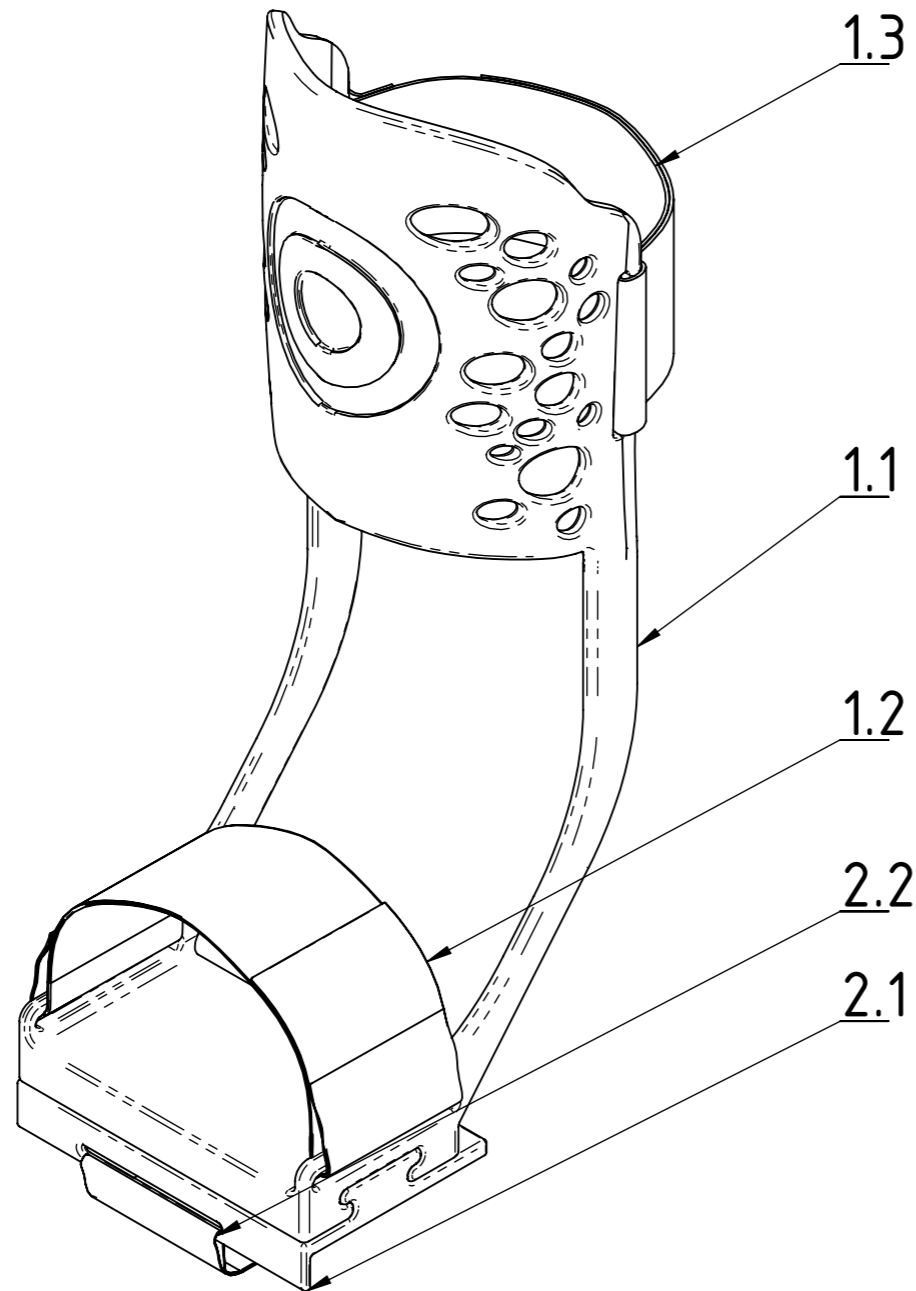






3. PLANOS

3.1 PLANO DE CONJUNTO

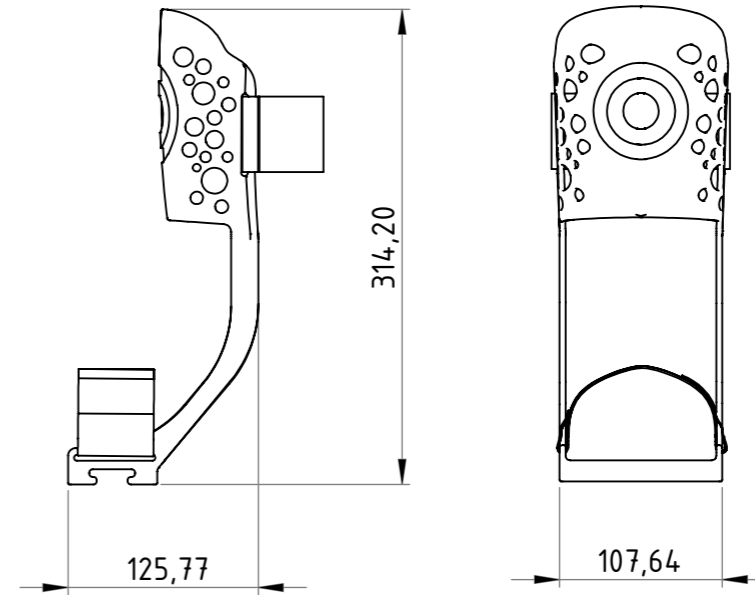
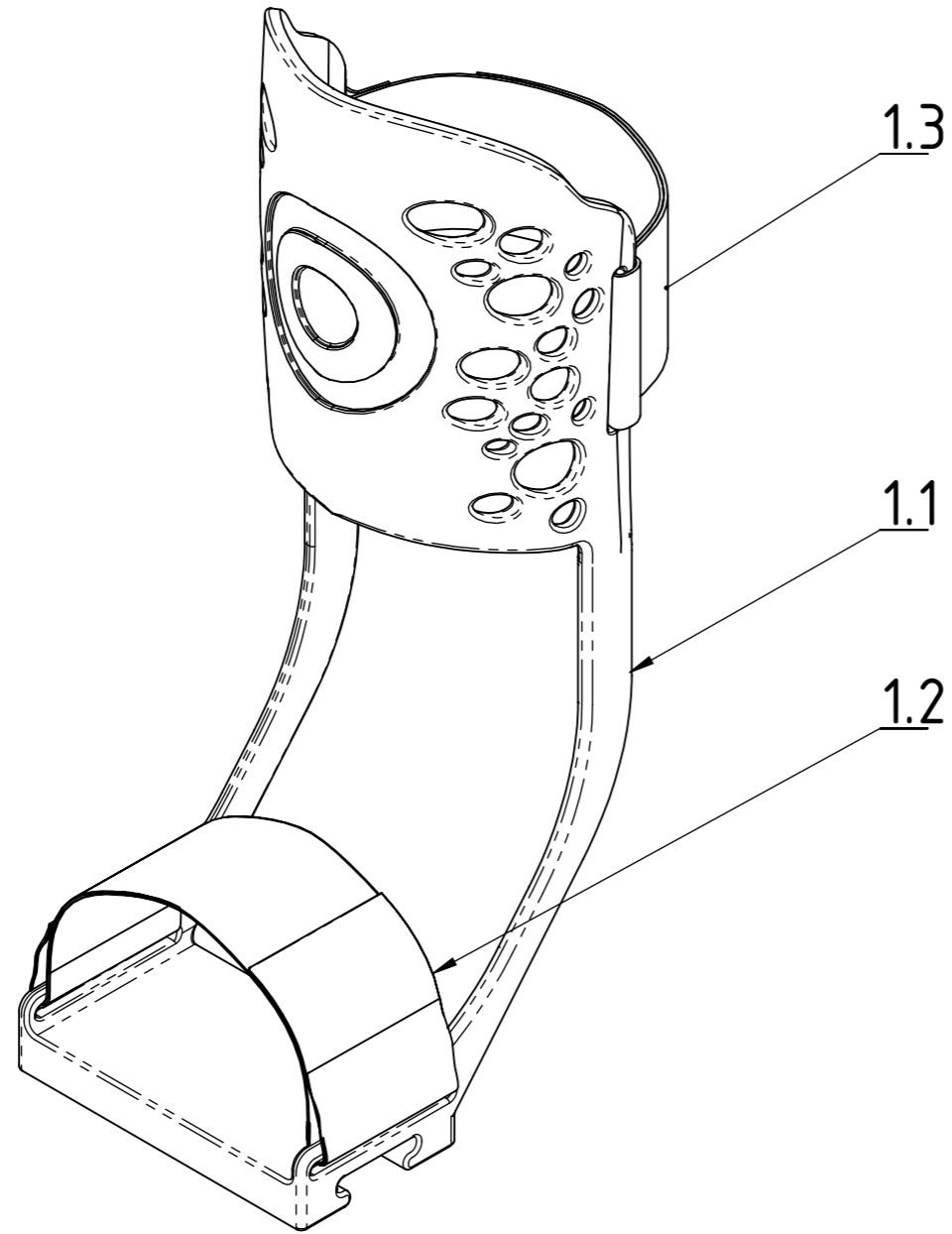
ESCALA 1:2





2.2	CINTA (PEDAL) (0,05x0,15m)	1		VELCRO
2.1	AJUSTE PEDAL	1		PA12
1.3	CINTA (GEMELO) (0,05x0,3m)	1		VELCRO
1.2	CINTA (PIE) (0,05x0,3m)	1		VELCRO
1.1	ORTESIS	1		PA12
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	REFERENCIA	MATERIAL
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		Diseño preliminar: Afiche		
		Plano de conjunto		
Creado por: ANG	Unidad:	Nº Identificación: Albert Navarro Gil		FECHA: 01/09/16
Aprobado por:	ESCALA: 1:5	Revisión:		HOJA: 1
				

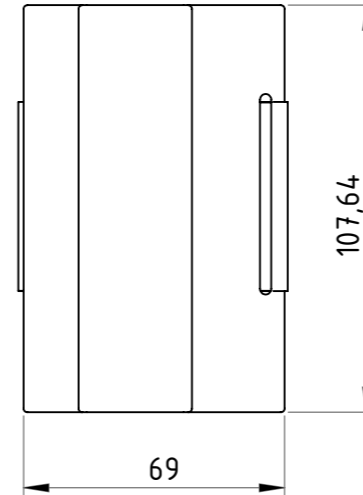
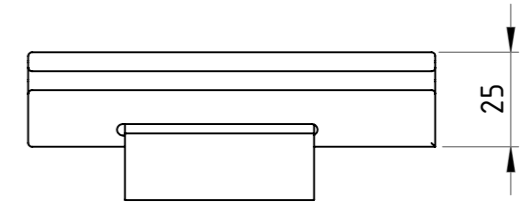
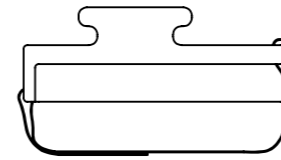
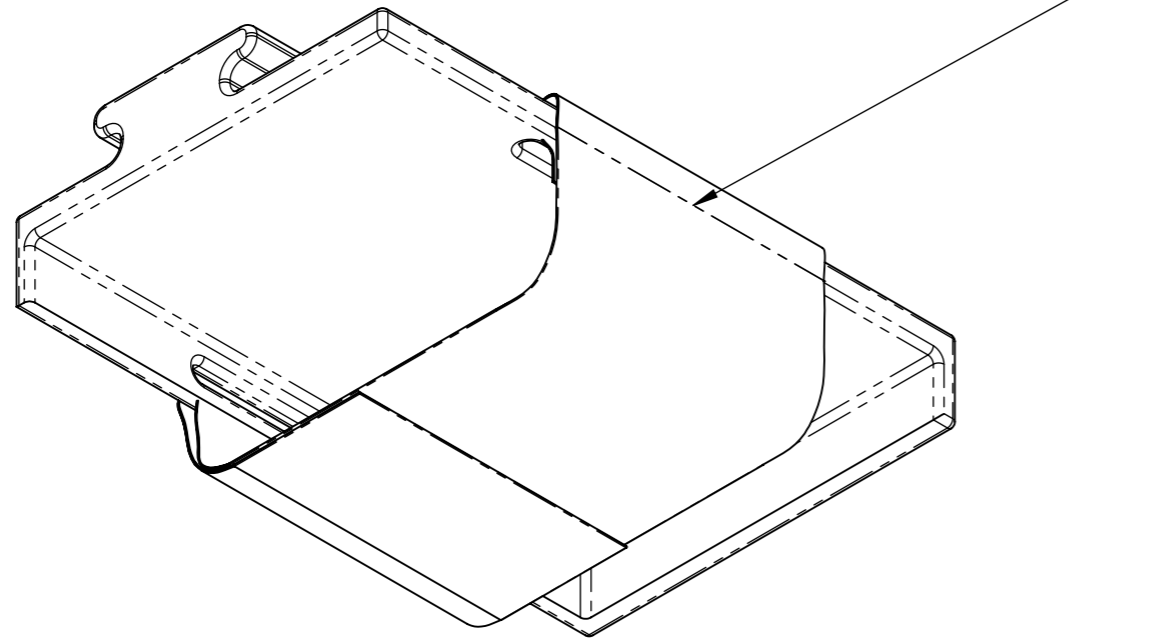
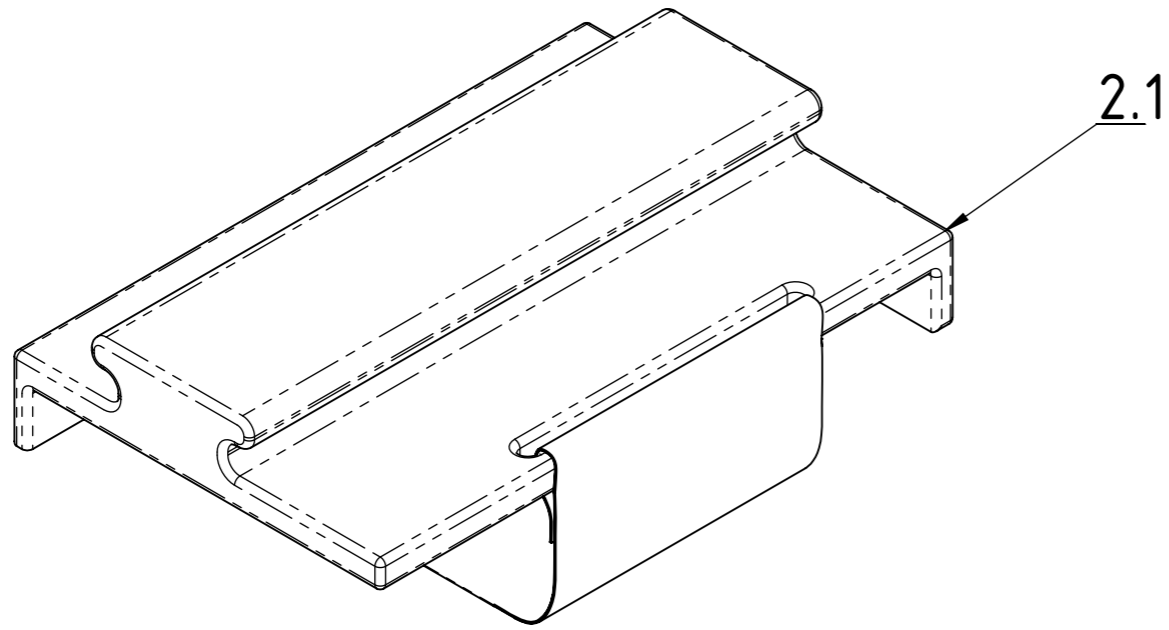
3.2 PLANOS DE SUBCONJUTO



ESCALA 1:2



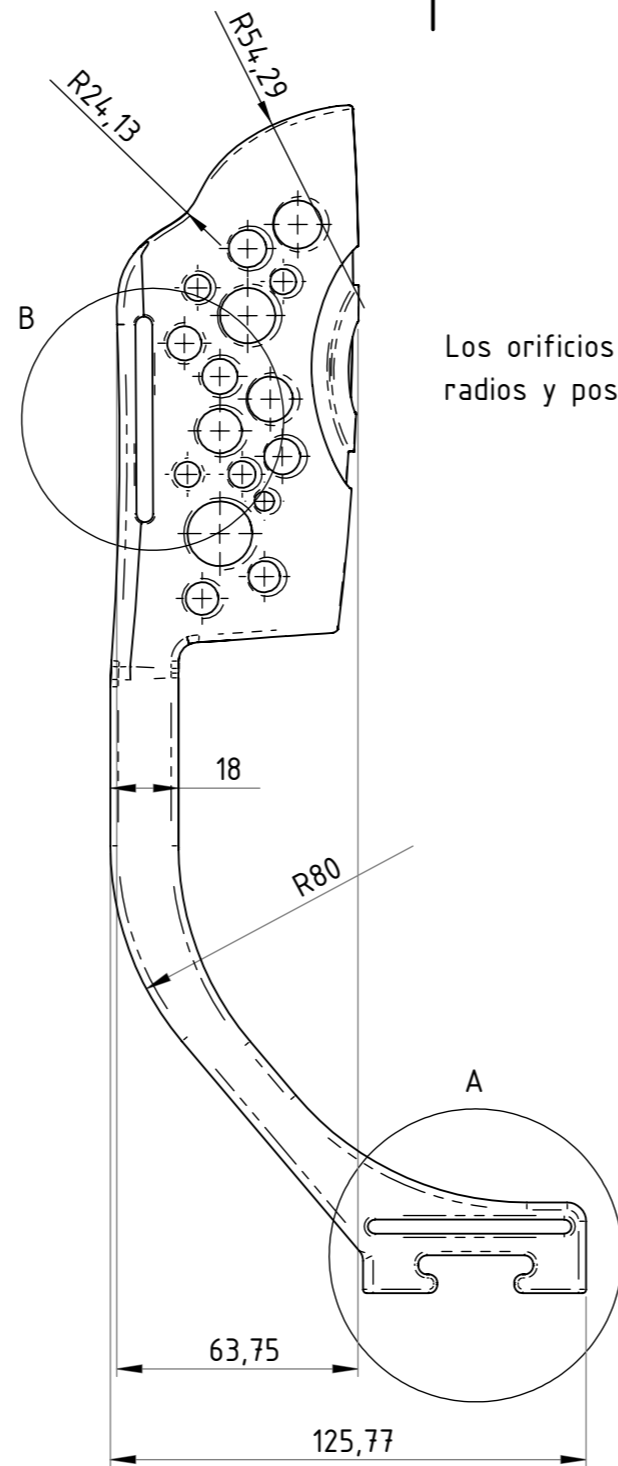
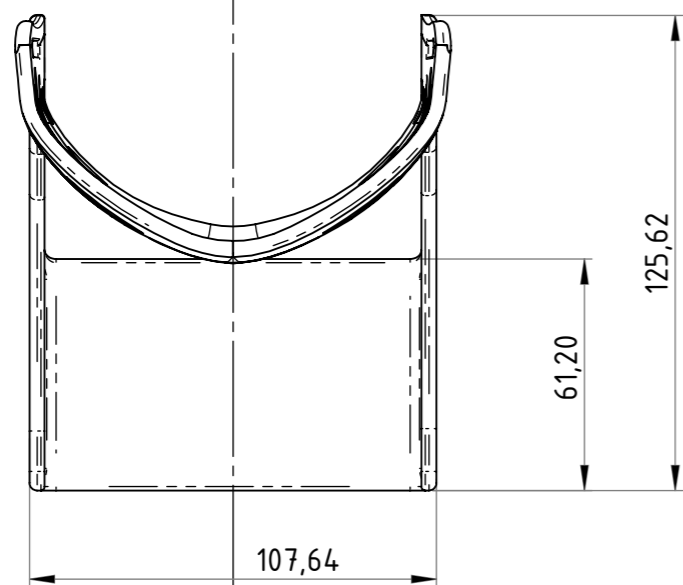
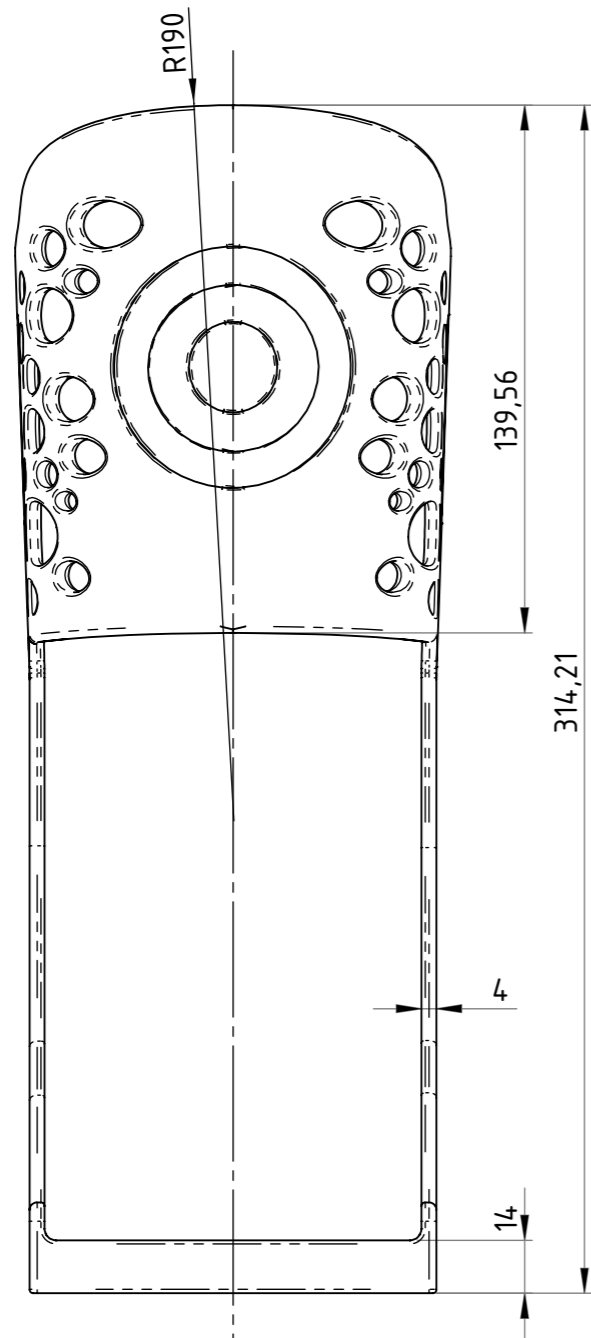
1.3	CINTA (GEMELO) (0,05x0,3m)	1		VELCRO
1.2	CINTA (PIE) (0,05x0,3m)	1		VELCRO
1.1	ORTESIS	1		ABS
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	REFERENCIA	MATERIAL
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		Diseño preliminar: Afiche		
		Plano de subconjunto 1		
Creado por: ANG	Unidad:	Nº Identificación: Albert Navarro Gil		FECHA: 01/09/16
Aprobado por:	ESCALA: 1:5	Revisión:		HOJA: 1
				

ESCALA 1:1



2.2	CINTA (PEDAL) (0,05x0,15m)	1		VELCRO
2.1	AJUSTE PEDAL	1		PA12
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	REFERENCIA	MATERIAL
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		Diseño preliminar: Afiche		
		Plano de subconjunto 2		
Creado por: ANG	Unidad:	Nº Identificación: Albert Navarro Gil		FECHA: 01/09/16
Aprobado por:	ESCALA: 1:2	Revisión:		HOJA: 1
				

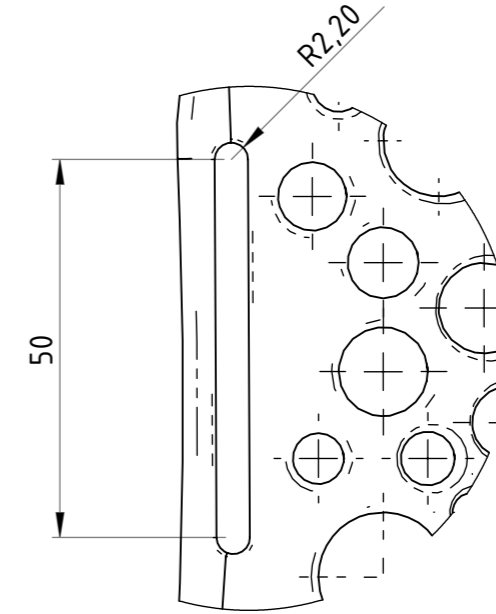
3.3 PLANOS DE DESPIECE



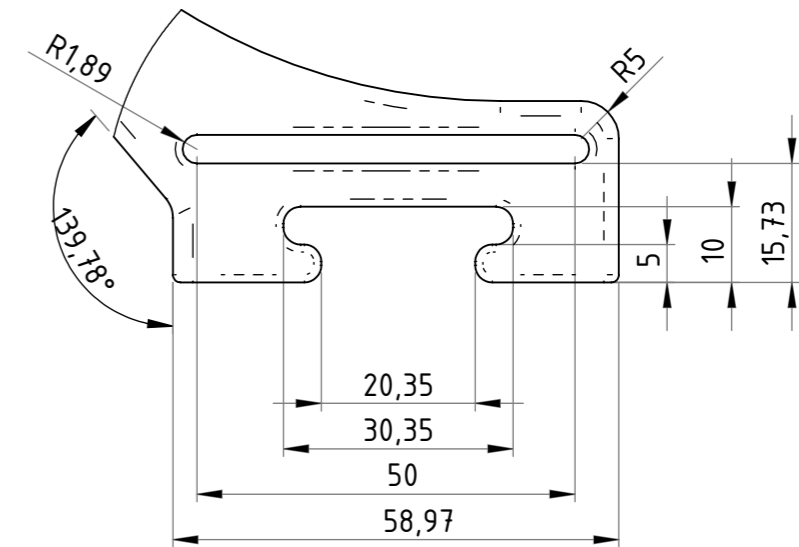
Los orificios circulares tienen radios y posiciones aleatorias


Toda las aristas y esquinas de la pieza tienen un redondeo de radio de 0,5 mm

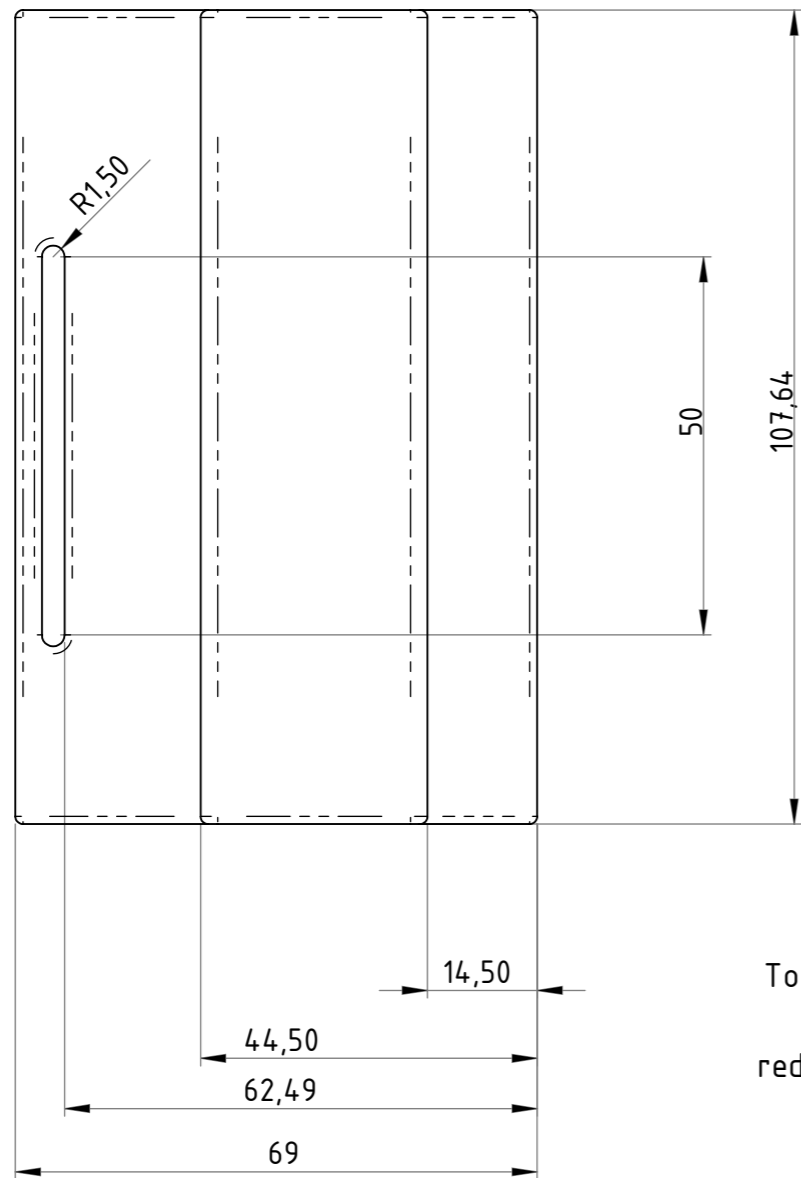
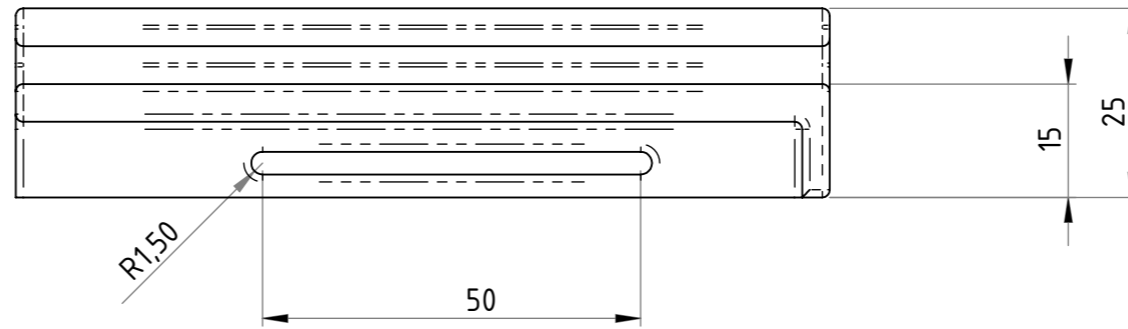
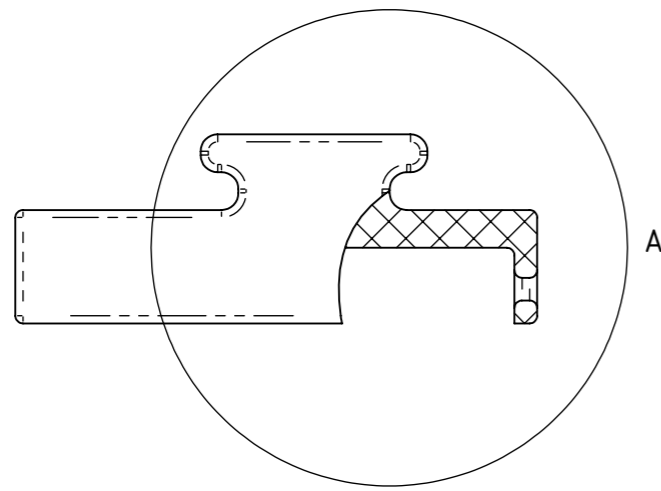
DETALLE B (ESCALA 1:1)



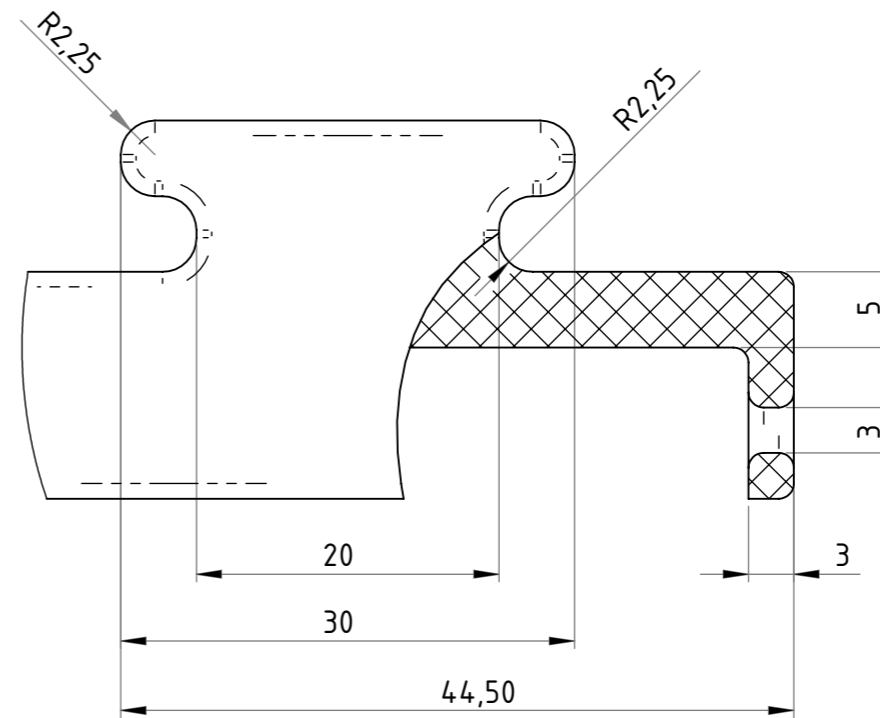
DETALLE A (ESCALA 1:1)




 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		Diseño preliminar: Afiche	
		Plano de despiece (1.1 Ortesis)	
Creado por: ANG	Unidad:	Nº Identificación: Albert Navarro Gil	FECHA: 01/09/16
Aprobado por:	ESCALA: 1:2		HOJA: 1
		Revisión:	



DETALLE A
ESCALA 2 : 1

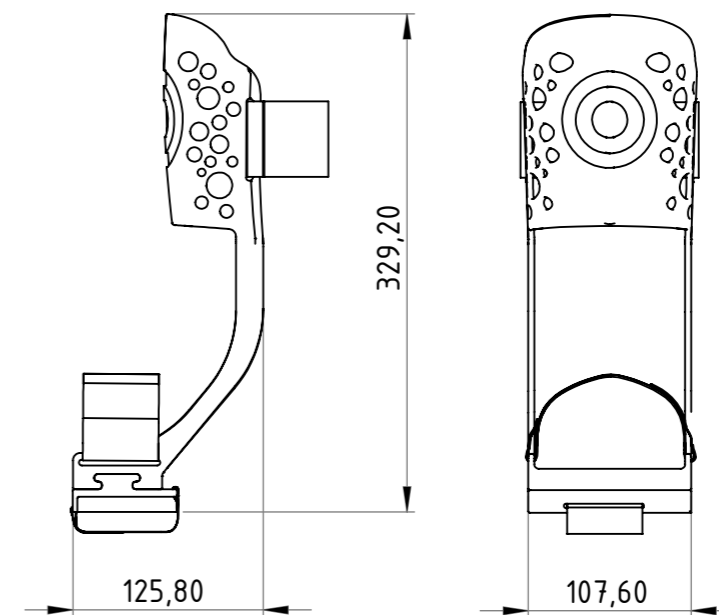
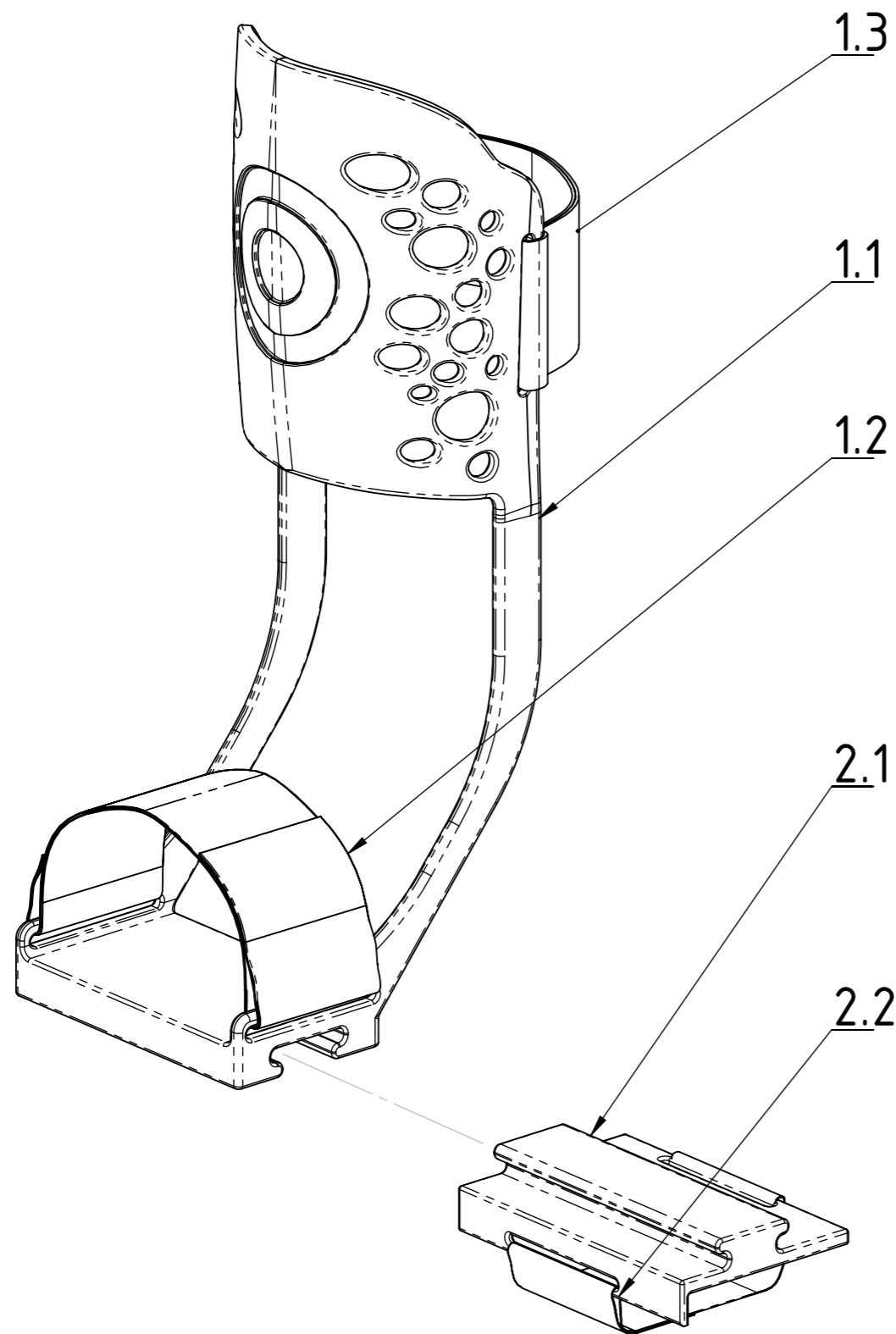




Toda las aristas y esquinas
de la pieza tienen un
redondeo de radio de 0,5 mm

 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		Diseño preliminar: Afiche	
		Plano de despiece (2.1 Ajuste pedal)	
Creado por: ANG	Unidad:	Nº Identificación: Albert Navarro Gil	FECHA: 01/09/16
Aprobado por:	ESCALA: 1:1		HOJA: 1
		Revisión:	

3.4 PLANO EXPLOSIÓN

ESCALA 1:2

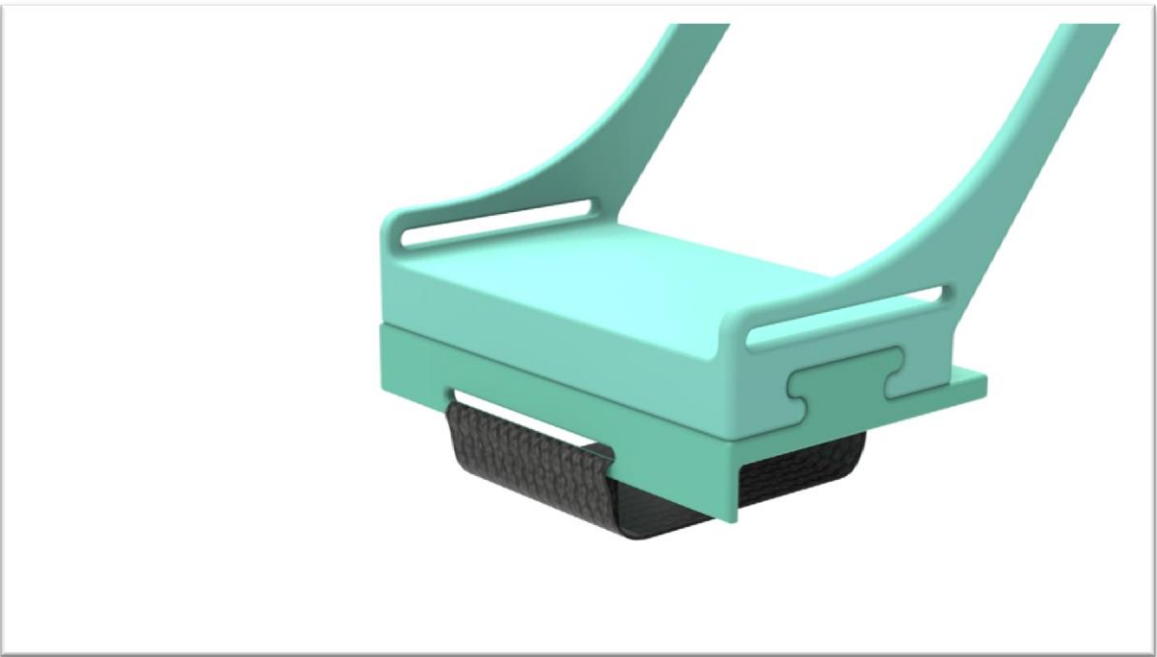
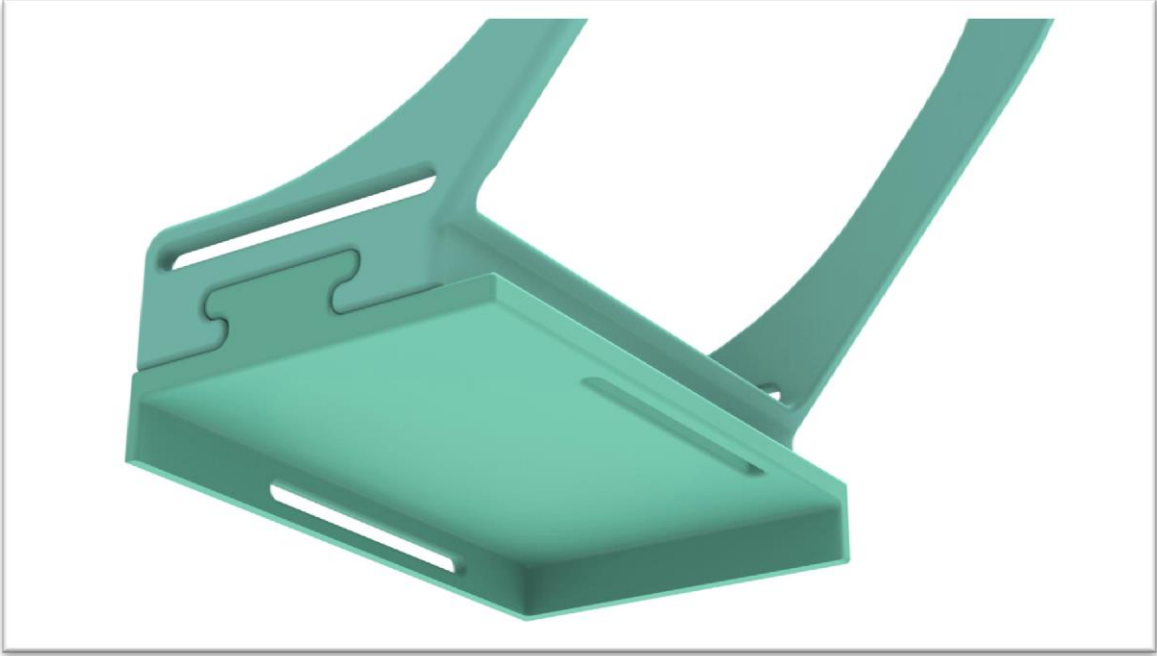


2.2	CINTA (PEDAL) (0,05x0,15m)	1		VELCRO
2.1	AJUSTE PEDAL	1		PA12
1.3	CINTA (GEMELO) (0,05x0,3m)	1		VELCRO
1.2	CINTA (PIE) (0,05x0,3m)	1		VELCRO
1.1	ORTESIS	1		PA12
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	REFERENCIA	MATERIAL
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		Diseño preliminar: Afiche		
		Plano de explosión		
Creado por: ANG	Unidad:	Nº Identificación: Albert Navarro Gil		FECHA: 01/09/16
Aprobado por:	ESCALA: 1:5			HOJA: 1
		Revisión:		

4. PROTOTIPADO

A continuación se exponen las siguientes imágenes que representan las partes del modelo 3D







5. PLIEGO DE CONDICIONES

5.1 MATERIALES

En este apartado se especifican los materiales necesarios para producir el producto.

En primer lugar para realizar las piezas impresas se utiliza la Poliamida-Nylon(PA12). Este es un polímero termoplástico y semicristalino de gran dureza y resistencia química, con múltiples aplicaciones.

Este material en la impresión 3D usando la tecnología SLS se utiliza como polvo. Al ser un material sólido, no genera soportes durante la construcción, es el propio polvo de la cuba el que hace de soportes, por lo cual es perfecto material para geometrías complicadas, permite construir prototipos completamente funcionales, alta resistencia mecánica y térmica, piezas estables a largo plazo y resistentes a productos químicos.

Otras propiedades:

- Menor absorción al agua.
- Muy buena resistencia al impacto.
- Buena resistencia química.
- Muy buena resistencia al agrietamiento
- Buenas propiedades de deslizamiento.

Por otro lado el resto de elementos del producto son cintas de velcro. Estas cintas tienen por una cara la parte macho y por otra la parte hembra. Este es un tipo de fijación que se utiliza sobretodo como sistema de ajuste.

Este material se suele obtener en forma de cintas dependiendo del ancho y del largo. Para este prototipo se utilizan cintas de 0,05x2m.

5.2 PLIEGO CONDICIONES FUNCIONALES DE USO

A partir de las condiciones iniciales y el estudio de mercado, se consideró que el producto deberá de tener la siguiente relación de **FUNCIONES DE USO**:

FUNCIONES PRINCIPALES DE USO

- Que sea aplicable en problemas en miembros inferiores por debajo de la rodilla
- Que sea ajustable a zona de gemelo y pie.
- Que sea fácil de quitar y poner.
- Que tenga dimensiones adecuadas para niños de 6 a 10 años.
- Que se acople a cualquier tipo de pedal.
- Que sea ligero y resistente

FUNCIONES COMPLEMENTARIAS DE USO

A continuación se presenta la relación de funciones derivadas del uso según su funcionamiento propio, manipulación y entorno de uso; las funciones derivadas de productos análogos según Estudio de Mercado y otras funciones complementarias de uso según propuesta del equipo de proyecto:

FUNCIONES DERIVADAS DEL USO:

- Fácil de transportar y manipular.
- Fácil de guardar.
- Fácil de limpiar.

FUNCIONES DE PRODUCTOS ANÁLOGOS:

- Tener estética diferente a los productos similares en el mercado.

OTRAS FUNCIONES COMPLEMENTARIAS DEL USO:

- Tener el mínimo número de piezas para poder ser impreso en

3D.

FUNCIONES RESTRICTIVAS

A continuación se exponen las funciones de seguridad, las funciones de uso esporádico, sin fallo y temporal, las funciones derivadas de impactos negativos y las funciones propias derivadas de su fabricación, comercio, uso, mantenimiento, reparación y retirada.

FUNCIONES DE SEGURIDAD EN EL USO:

- Aristas redondeadas para evitar cortes en zonas de contacto con el cuerpo.
- Debe ser resistente a impactos.
- Debe ser ergonómico

FUNCIONES DE GARANTÍA DE USO:

- Ser duradero.
- Poder usarse después de un tiempo sin uso.
- Ser fiable.

FUNCIONES REDUCTORAS DE IMPACTO NEGATIVO:

- Acciones del medio sobre el producto: Debe de poder utilizarse en sitios descubiertos, al aire libre.
- Acciones del producto hacia el medio:
- Acciones del producto en el usuario (ergonomía): El usuario debe de ser capaz de colocarse la ortesis sin problema y que no le resulte una molestia su uso
- Acciones del usuario en el producto: El producto debe resistir a los movimientos de la zona antiequino.

FUNCIONES INDUSTRIALES Y COMERCIALES:

- Fabricación: Utilización impresora 3D para el producto
- Ensamblaje: Dos únicas piezas que el usuario ensambla.
- Envase: Caja de cartón o envase simple (bolsa de tela).
- Almacenaje: Si el envase es una caja de cartón será apilable
- Transporte: las cajas de envasado deben tener unas dimensiones que permitan ocupar la máxima cantidad en el mínimo espacio.
- Mantenimiento: los materiales y recubrimientos de los elementos componentes del producto deben de resistir la acción de los productos de limpieza

FUNCIONES ESTÉTICAS

A continuación se exponen las funciones relativas a las emociones y/o estado de ánimo que se pretende comunicar al usuario del producto

FUNCIONES EMOCIONALES

- Debe transmitir alegría y diversión con sus colores.

A continuación se exponen las funciones relativas al significado o simbolismo que debe representar el producto en el status social y/o cultura del grupo de usuarios al que se destina.

FUNCIONES SIMBÓLICAS

- Debe tener un aspecto innovador

P. DE C. FUNCIONALES DE USO						
FUNCIONES		CARACTERÍSTICAS DE LAS FUNCIONES				
Nº orden	Designación	Criterio	Nivel	Flexibilidad		
				Restricción	F	VI
1.1.-FUNCIONES PRINCIPALES DE USO						
1.1.1	Ser aplicable en problemas en miembros inferiores por debajo de la rodilla	Uso				
1.1.2	Ser ajustable a gemelo y pie	Dimensión				
1.1.3	Ser fácil de quitar y poner					
1.1.4	De 5 a 10 años	Edad	Años			
1.1.5	Acoplable a cualquier pedal	Dimensión				
1.1.6	Ser ligerero	Peso	Kg			
1.2.-FUNCIONES COMPLEMENTARIAS DE USO						
1.2.1- FUNCIONES DERIVADAS DEL USO						
1.2.1.1	Fácil de transportar	Peso y volumen	Kg,cm ³			
1.2.1.2	Fácil de manipular	Forma				
1.2.1.3	Fácil de guardar	Forma				
1.2.1.4	Fácil de limpiar					
1.2.2- FUNCIONES DE PRODUCTOS ANÁLOGOS						
1.2.2.1	Estética diferente a los productos similares en el mercado					

1.2.3- OTRAS FUNCIONES COMPLEMENTARIAS DE USO						
1.2.3.1	Imprimible en 3D					
1.3.- FUNCIONES RESTRICTIVAS O EXIGENCIAS DE USO						
1.3.1- FUNCIONES DE SEGURIDAD EN EL USO						
1.3.1.1	Aristas redondeadas					
1.3.1.2	Resistente a impactos					
1.3.1.3	Ser ergonómico					
1.3.2- FUNCIONES DE GARANTÍA DE USO						
1.3.2.1	Durabilidad	Tiempo	Horas de uso			
1.3.2.2	Disponibilidad					
1.3.2.3	Fiabilidad					
1.3.3- FUNCIONES REDUCTORAS DE IMPACTOS NEGATIVOS						
1.3.3.1	Acciones del medio sobre el producto: Utilizable en el exterior					
1.3.3.2	Acciones del medio sobre el producto: No contaminar					
1.3.3.3	Acciones del producto en el usuario: Fácil de usar y colocar					
1.3.3.4	Acciones del usuario en el producto: Resistir los movimientos de la articulación					
1.3.4- FUNCIONES INDUSTRIALES Y COMERCIALES						
1.3.4.1	Fabricación	Impresión 3D				

1.3.4.2	Ensamblaje	Dos únicas piezas				
1.3.4.3	Envase	Caja de cartón o similar				
1.3.4.4	Almacenaje	Apilable				
1.3.4.5	Transporte	Volumen	M ³			

5.3-PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Para la producción del producto se seguirán los pasos indicados en el apartado 1.9 Planificación.

A continuación se exponen las condiciones técnicas necesarias para la construcción del producto.

-Elemento 1.1 Ortesis

Material: Nylon (PA12)

1º Operación: Impresión 3D

Maquinaria: Impresora 3D (SLS)

Mano de obra: La realización del trabajo de impresión puede ser llevada a cabo por un operario de categoría de "Oficial de tercera"

Medios auxiliares:

-Espátula

-Cepillo

Modo de realización:

-Escoger archivo STL del modelo deseado para imprimir.

-Abrir el archivo en un software de corte para posicionar el objeto sobre la cama de impresión, para asegurar la menor cantidad de material de soporte.

-Enviar archivo a la impresora e imprimir.

-Retirar el producto de la cama de impresión y utilizando una espátula o similar retirar las sobras de material en polvo.

-Finalmente pasar un cepillo por todo el producto para quitar todas las partículas de polvo que quedan, si es necesario también se puede utilizar aire a presión para retirar el material sobrante

Seguridad: Guantes de Látex

Controles:

- Comprobar el buen estado de la máquina (Precisión).
- Comprobar el estado del extrusor.
- Comprobar que el archivo STL es del modelo deseado.

Pruebas: No precisa

2º Operación: Acabado superficial

Maquinaria: No precisa.

Mano de obra: La realización del trabajo de impresión puede ser llevada a cabo por un operario de categoría de “Oficial de tercera”

Medios auxiliares:

- Papel de lija de grano fino
- Spray de pintura

Modo de realización:

- Si fuera necesario alisar la superficie haciendo uso de Papel de lija
- Aplicar spray de pintura.

Seguridad: Guantes de Látex.

Controles: No precisa.

Pruebas: No precisa.

-Elemento 1.2 Cinta Velcro

Materiales: Cinta de velcro de doble cara de 0'05m de ancho por 2 m de largo

1º Operación: Cortar Velcro

Maquinaria: No precisa

Mano de obra: La realización del trabajo de impresión puede ser llevada a cabo por un operario de categoría de “Oficial de tercera”

Medios auxiliares:

-Regla medidora

-Tijeras

Modo de realización:

-Medir 30 cm de cinta de velcro y posteriormente cortar

Seguridad: No precisa.

Controles:

-Comprobar que la medida de corte es exacta.

Pruebas: No precisa.

2º Operación: Coser Velcro

Maquinaria: Maquina de costura.

Mano de obra: La realización del trabajo de impresión puede ser llevada a cabo por un operario de categoría de "Oficial de tercera"

Medios auxiliares: No precisa.

Modo de realización:

-Introducir un extremo de la cinta por uno de los orificios de la parte de la Ortesis (1.1) que se ajusta a la zona del pie.

-Coser el extremo para fijar la cinta a la Ortesis.

Seguridad: No precisa.

Controles:

-Comprobar que la costura es correcta.

Pruebas: No precisa.

-Elemento 1.3 Cinta Velcro

Materiales: Cinta de velcro de doble cara de 0,05m de ancho por 2m de largo

1º Operación: Cortar Velcro

Maquinaria: No precisa

Mano de obra: La realización del trabajo de impresión puede ser llevada a cabo por un operario de categoría de “Oficial de tercera”

Medios auxiliares:

-Regla medidora

-Tijeras

Modo de realización:

-Medir 30 cm de cinta de velcro y posteriormente cortar

Seguridad: No precisa.

Controles:

-Comprobar que la medida de corte es exacta.

Pruebas: No precisa.

2º Operación: Coser Velcro

Maquinaria: Maquina de costura.

Mano de obra: La realización del trabajo de impresión puede ser llevada a cabo por un operario de categoría de “Oficial de tercera”

Medios auxiliares: No precisa.

Modo de realización:

-Introducir un extremo de la cinta por uno de los orificios de la parte de la Ortesis (1.1) que se ajusta a la zona del gemelo.

-Coser el extremo para fijar la cinta a la Ortesis.

Seguridad: No precisa.

Controles:

-Comprobar que la costura es correcta.

Pruebas: No precisa.

-Elemento 2.1 Ajuste pedal.

Material: Nylon (PA12)

1º Operación: Impresión 3D

Maquinaria: Impresora 3D (SLS)

Mano de obra: La realización del trabajo de impresión puede ser llevada a cabo por un operario de categoría de “Oficial de tercera”

Medios auxiliares:

-Espátula

-Cepillo

Modo de realización:

-Escoger archivo STL del modelo deseado para imprimir.

-Abrir el archivo en un software de corte para posicionar el objeto sobre la cama de impresión, para asegurar la menor cantidad de material de soporte.

-Enviar archivo a la impresora e imprimir.

-Retirar el producto de la cama de impresión y utilizando una espátula o similar retirar las sobras de material en polvo.

-Finalmente pasar un cepillo por todo el producto para quitar todas las partículas de polvo que quedan, si es necesario también se puede utilizar aire a presión para retirar el material sobrante

Seguridad: Guantes de Látex

Controles:

-Comprobar el buen estado de la máquina (Precisión).

-Comprobar el estado del extrusor.

-Comprobar que el archivo STL es del modelo deseado.

Pruebas: No precisa

2º Operación: Acabado superficial

Maquinaria: No precisa.

Mano de obra: La realización del trabajo de impresión puede ser llevada a cabo por un operario de categoría de “Oficial de tercera”

Medios auxiliares:

-Papel de lija de grano fino

-Spray de pintura

Modo de realización:

- Si fuera necesario alisar la superficie haciendo uso de Papel de lija

-Aplicar spray de pintura.

Seguridad: Guantes de Látex.

Controles: No precisa.

Pruebas: No precisa.

Pruebas: No precisa.

-Elemento 2.1 Cinta Velcro

Materiales: Cinta de velcro de doble cara de 0,05m de ancho por 2m de largo

1º Operación: Cortar Velcro

Maquinaria: No precisa

Mano de obra: La realización del trabajo de impresión puede ser llevada a cabo por un operario de categoría de “Oficial de tercera”

Medios auxiliares:

-Regla medidora

-Tijeras

Modo de realización:

-Medir 15 cm de cinta de velcro y posteriormente cortar

Seguridad: No precisa.

Controles:

-Comprobar que la medida de corte es exacta.

Pruebas: No precisa.

2º Operación: Coser Velcro

Maquinaria: Maquina de costura.

Mano de obra: La realización del trabajo de impresión puede ser llevada a cabo por un operario de categoría de “Oficial de tercera”

Medios auxiliares: No precisa.

Modo de realización:

-Introducir un extremo de la cinta por uno de los orificios de la parte del Ajuste del pedal (2.1).

-Coser el extremo para fijar la cinta a la pieza.

Seguridad: No precisa.

Controles:

-Comprobar que la costura es correcta.

Pruebas: No precisa.

5.3-PLIEGO CONDICIONES FACULTATIVAS

Funciones del DIRECTOR DE OBRA:

- Dirigir los trabajos, coordinándolos con lo expuesto en el trabajo proyectual.
- Redactar las modificaciones al trabajo que crea oportunas.
- Personarse allí donde se estén realizando los trabajos cuantas veces sea requerido o necesario.
- Consignar en el “Libro de Órdenes”, o documento de comunicación entre director de obra y contratista, las instrucciones e incidencias.
- Expedir los “Certificados parciales” convenidos y el “Certificado Final de Obra”.

Funciones del CONTRATISTA:

Obligaciones:

- Conocimiento de las leyes.
- Comprensión del trabajo proyectual.
- No iniciar la ejecución de los trabajos sin la autorización del Director de Obra.
- Cumplir las indicaciones del Libro de Órdenes.
- Poner los medios adecuados para ejecutar los trabajos.
- No ejecutar modificaciones sin consulta ni permiso del Director.

Derechos:

- Exigir un ejemplar completo de todos los documentos que componen el trabajo.
- Recibir soluciones a problemas técnicos no previstos en el trabajo y que aparecen durante la ejecución del mismo. Trabajos que no son imputables a una mala ejecución del mismo.
- Recibo de materiales y maquinaria en tiempo estipulado cuando éstos estén a cargo del Promotor.

6. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

En el siguiente apartado se listan los distintos elementos des producto con el presupuesto de ejecución material.

En esta tabla se listan los materiales de cada elemento.

MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	REFERENCIA	MATERIAL
1.1	Ortesis	1		PA12
1.2	Cinta (Pie)	1		Velcro
1.3	Cinta (Gemelo)	1		Velcro
1	Subconjunto	1		
2.1	Ajuste pedal	1		PA12
2.2	Cinta (pedal)	1		Velcro
2	Subconjunto	1		
0	Conjunto	1		

A continuación se expone la siguiente tabla de mediciones y presupuesto. En el presupuesto solo se tendrá en cuenta el coste de materiales, ya que es el presupuesto de lo que costaría el prototipo inicial. Si se fueran a producir una cantidad elevada de productos, seguramente se reduciría el precio.

En las unidades de obra 1.1 Ortesis y 2.1 Ajuste de pedal se ha tenido en cuenta únicamente el importe final ya que se produce mediante una empresa externa.

La Cinta de Velcro tienen las siguientes dimensiones 0,05x2m (0,1 m²) y tiene un coste de 3€. De cada cinta de 0,05x2m se pueden sacar 5 cintas de 30 cm (1.2 Cinta (Pie) y 1.3 Cinta (Gemelo)) y 3 cintas de 15 cm (2.2 Cinta (Pedal)).

Unidad de obra	Mediciones		Descripción	Precio unitario (euro/ud)	Importe (euros)	Total
	Can.	Unid.				
1.1	1	Ud.	Ortesis		229,2	229,2
	0,165	Kg	-Material: PA12 -Trabajos de impresión: Maquinaria: Impresora SLS Mano de obra: Oficial de 3 Medios auxiliares: -Espátula			

			-Cepillo -Acabado superficial: Maquinaria: No precisa Mano de obra: Oficial de 3 Medios auxiliares: -Spray de pintura -Papel de lija			
1.2	1 0,015	Ud. m ²	Cinta (Pie) -Material: Velcro 2 -Trabajos de costura: Maquinaria: Maquina de costura Mano de obra: Oficial de 3 Medios auxiliares: -Regla -Tijeras	0,45		0,45
1.3	1 0,015	Ud. m ²	Cinta (Gemelo) -Material: Velcro -Trabajos de costura: Maquinaria: Maquina de costura Mano de obra: Oficial de 3 Medios auxiliares: -Regla -Tijeras	0,45		0,45
2.1	1 0,069	Ud. Kg	Ajuste pedal -Material: PA12 -Trabajos de impresión: Maquinaria: Impresora SLS Mano de obra: Oficial de 3 Medios auxiliares: -Espátula -Cepillo -Acabado superficial: Maquinaria: No precisa Mano de obra: Oficial de 3		95,80	95,80

			Medios auxiliares: -Spray de pintura -Papel de lija			
2.2	1 0,007 5	Ud. m ²	Cinta (Pedal) -Material: Velcro -Trabajos de costura: Maquinaria: Maquina de costura Mano de obra: Oficial de 3 Medios auxiliares: -Regla -Tijeras	0,225		0,225
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (P.E.M.)						326,125€