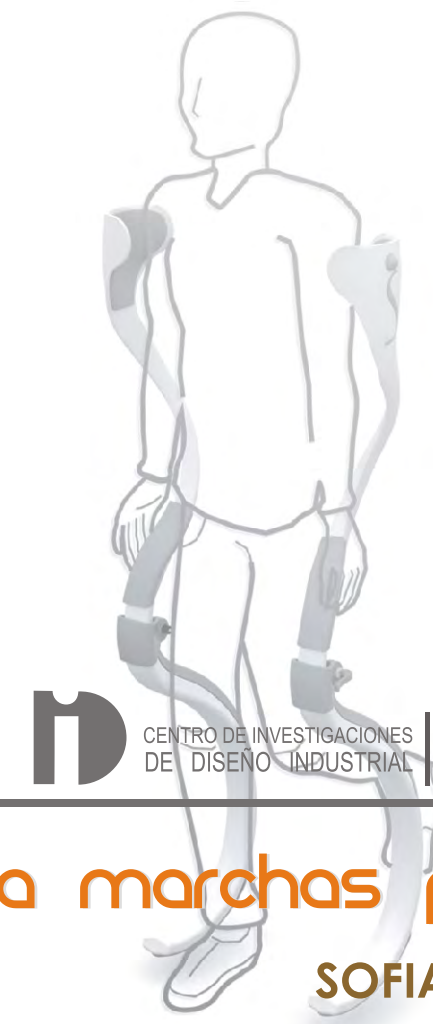


apoyo auxiliar para marchas patológicas

SOFIA SOTO TREVIÑO

2009.





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



CENTRO DE INVESTIGACIONES
DE DISEÑO INDUSTRIAL



Facultad de Arquitectura UNAM

apoyo auxiliar para marchas patológicas

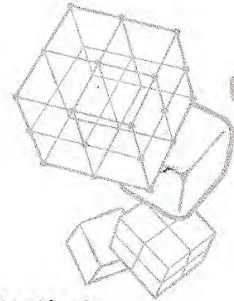
Tesis profesional para obtener el
Título de Diseñadora Industrial presenta: **SOFIA SOTO TREVIÑO**

"Con la dirección de: **D.I. HÉCTOR LÓPEZ AGUADO AGUILAR**"

"Y la asesoría de: **M.D.I. MAURICIO MOYSSÉN CHÁVEZ**
D.I. JOAQUÍN ALVARADO VILLEGAS
DRA. IRENE MUJICA MORALES
D.I. JUAN CARLOS ORTÍZ NICOLÁS"

" Declaro que este proyecto de tesis es totalmente de mi autoría
y que no ha sido presentado previamente en ninguna otra
Institución Educativa y autorizo la UNAM para que
publique este documento por los medios que
juzgue pertinentes."

AGOSTO 2009.



**Coordinador de Exámenes Profesionales
Facultad de Arquitectura, UNAM
PRESENTE**

EP01 Certificado de aprobación de
impresión de Tesis.

El director de tesis y los cuatro asesores que suscriben, después de revisar la tesis del alumno

NOMBRE SOTO TREVIÑO SOFIA

No. DE CUENTA 403051649

NOMBRE DE LA TESIS Apoyo auxiliar para marchas patológicas

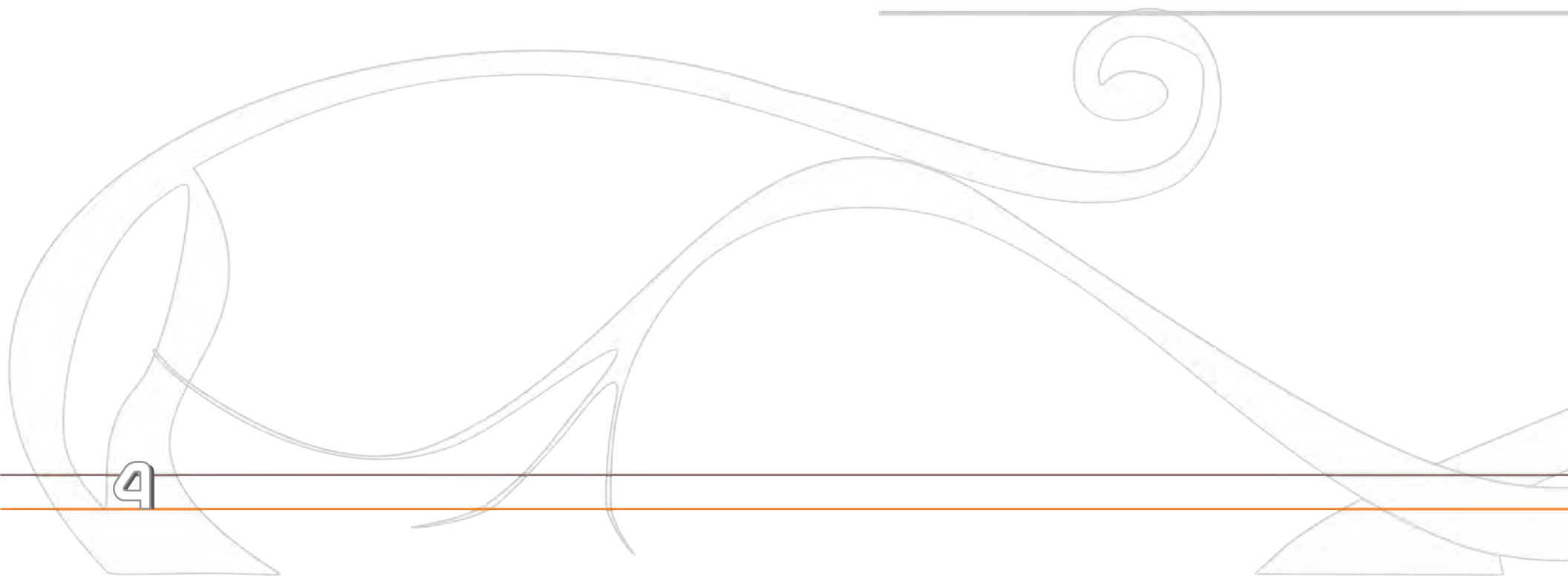
Consideran que el nivel de complejidad y de calidad de la tesis en cuestión, cumple con los requisitos de este Centro, por lo que autorizan su impresión y firman la presente como jurado del

Examen Profesional que se celebrará el día	de	de	a las	hrs.
--	----	----	-------	------

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Ciudad Universitaria, D.F. a 18 junio 2009

NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE D.I. HECTOR LOPEZ AGUADO AGUILAR	
VOCAL M.D.I. MAURICIO MOYSSEN CHAVEZ	
SECRETARIO D.I. JOAQUIN ALVARADO VILLEGAS	
PRIMER SUPLENTE DR. IRENE MUJICA MORALES	
SEGUNDO SUPLENTE D.I. JUAN CARLOS ORTIZ NICOLAS	

ARQ. JORGE TAMÉS Y BATTA
Vo. Bo. del Director de la Facultad

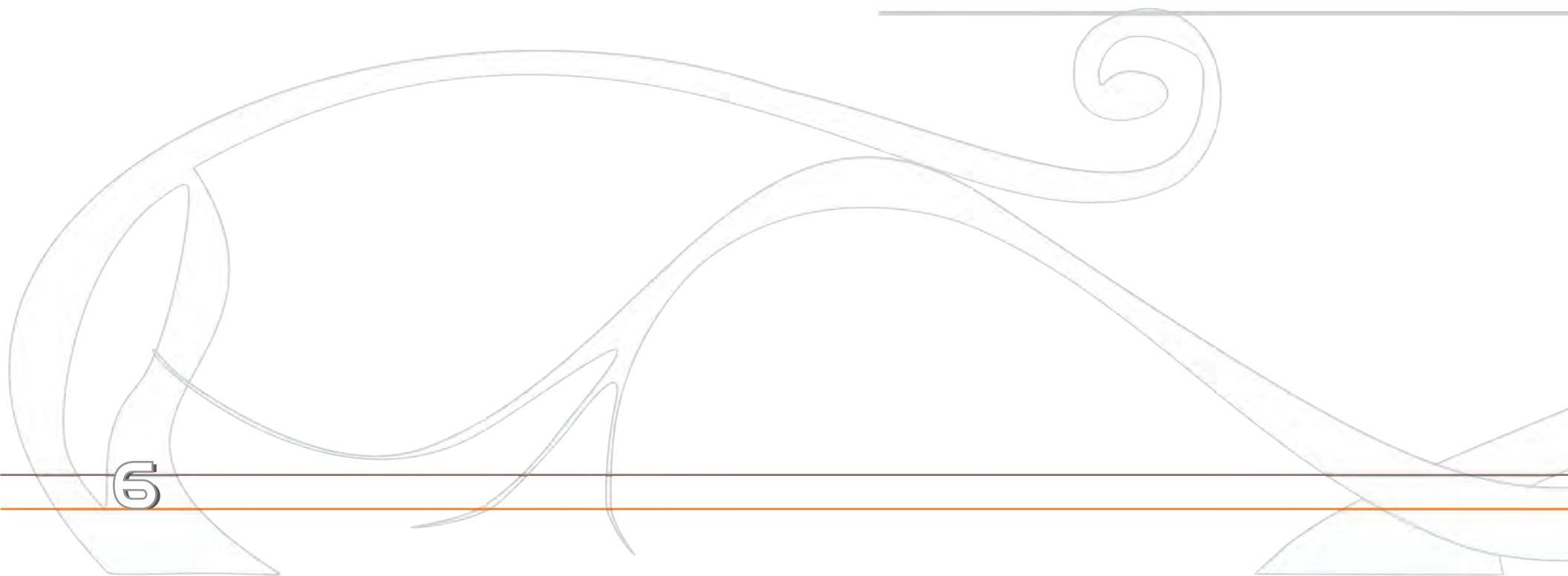




“minusválido significa para mi que hay algo que no pueda hacer
y no hay nada que no pueda hacer”

• oscar pistorius 2008





agradecimientos Gracias:

A mi **Mamá**: Se que en el lugar en donde te encuentras estas conmigo, gracias por nunca dejarme sola y sobre todo gracias por que desde que partiste me hice mas fuerte y todo lo aprendí por tu coraje y entrega a nosotros como familia TE QUIERO.

A mi **Papá** por ser un pilar importante en mi vida, y que con su apoyo la realización de este sueño hoy es una realidad. Gracias TE QUIERO.

A mi **Hermano Leo** quien me ha procurado toda mi vida y quien a estado ahí para apoyarme.

A mis **Abuelos**: Gracias por haber depositado tanta confianza en mi y gracias por siempre regalarme una sonrisa cuando más lo necesité y siempre seré la niña de la casa: LOS QUIERO

Tia Maggi, Tia Elizabeth y Tio Manuel: Gracias por ser parte de mi familia y sobre todo gracias por todo el apoyo que me han demostrado SIEMPRE.

A **Eliana**: gracias en verdad por dejarme reír, llorar en tu hombro gracias por ser más que Una prima, una amiga.

A mis primos **Franz y Elias** quienes han sabido en que momento sonreír y hacerme sonreír y espero lo sigan haciendo por mucho tiempo.

A mi director de tesis **Héctor López Aguado**: Gracias por siempre depositar tu confianza en mi pero sobre todo gracias por hacerme entender lo valioso que es que yo confíe en mi.
Gracias por dejarme ser tu mano derecha

A **Mauricio Moyseen**: Gracias por tus conocimientos tanto profesionales como vivenciales, gracias por confiar en mi tanto como diseñadora como amiga y créeme no es casualidad que te haya escogido de sinodal.

A **Joaquín Alvarado**: Gracias por siempre inyectarme esa fuerza para concluir este proyecto con calidad y constancia.

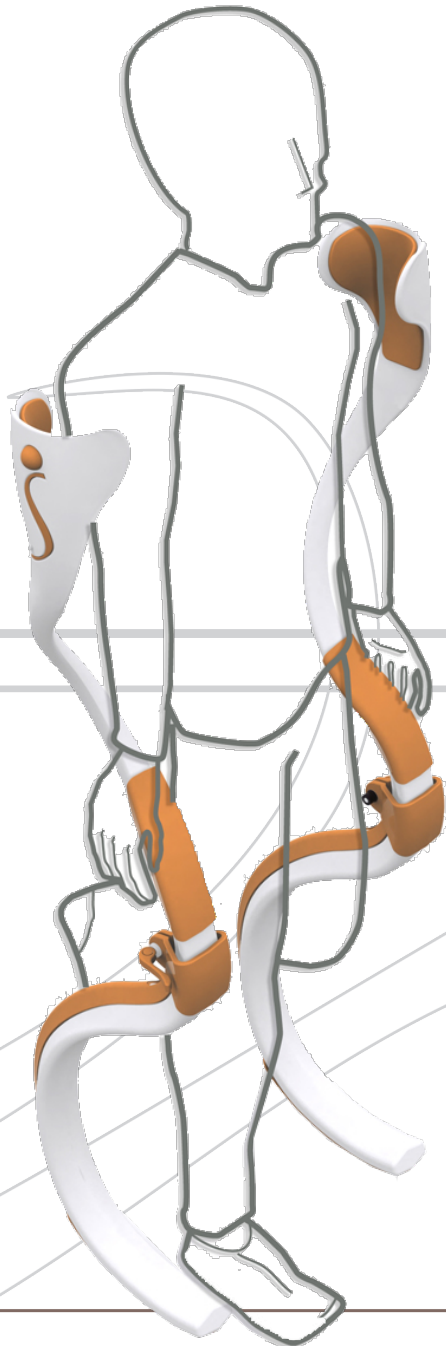
A **Dany**: Gracias por ser de las primeras personas que me dejó conocerla en este camino de la licenciatura y ser una gran amiga en verdad **LOKA** te quiero mucho y siempre serás mi mejor amiga.

A **Yali, Pako Rubis, Mike, Baduel, Primo Richard, Amadeus, Normita**: Los adoro mis niños gracias por compartir esta vida de diseñadora conmigo y sobre todo gracias por hacerme entender que los amigos son algo más que un buen equipo de trabajo; pueden llegar a convertirse en hermanos **LOS QUIERO**.

A mis **Compañeros de trabajo La vecina, El niño piño, Domitito, Don Yisus, Omar y Alets** que me han enseñado cuan importante es la conclusión de un proyecto y que en el trabajo también existe la amistad.

A **La Banda Atípica** por que mucho de lo que soy hoy es gracias al hecho de haberlos conocido y convivido con ustedes.

Y en general gracias a todos los que confiaron en este proyecto, y que me acompañaron en el largo trayecto de la conclusión de este sueño.



Spiral crutche ficha técnica

+ apoyo auxiliar para marchas patológicas

Es un auxiliar para marchas patológicas que ofrece un diseño innovador enfocado a cubrir las necesidades de pacientes con discapacidad motriz ya sea temporal o permanente quienes son capaces de levantar su propio peso para realizar las fases de la marcha. Su principal aportación es que analiza los problemas existentes en torno a estos productos y plantea el diseño de los mismos considerando aspectos ergonómicos que ayudan a reducir lesiones que ocurren con el diseño actual; al mismo tiempo busca ser competitivo en costos con un rango de precio de venta de 70 a 100 dólares por lo cual innova en los procesos de manufactura y materiales utilizados teniendo como resultado una nueva geometría en el producto. Es importante enfatizar que Spiral Crutches es un producto que no minimiza la condición del paciente sino busca facilitar la integración del mismo al entorno en el que se desenvuelve aportando las siguientes ventajas sobre los productos actuales:

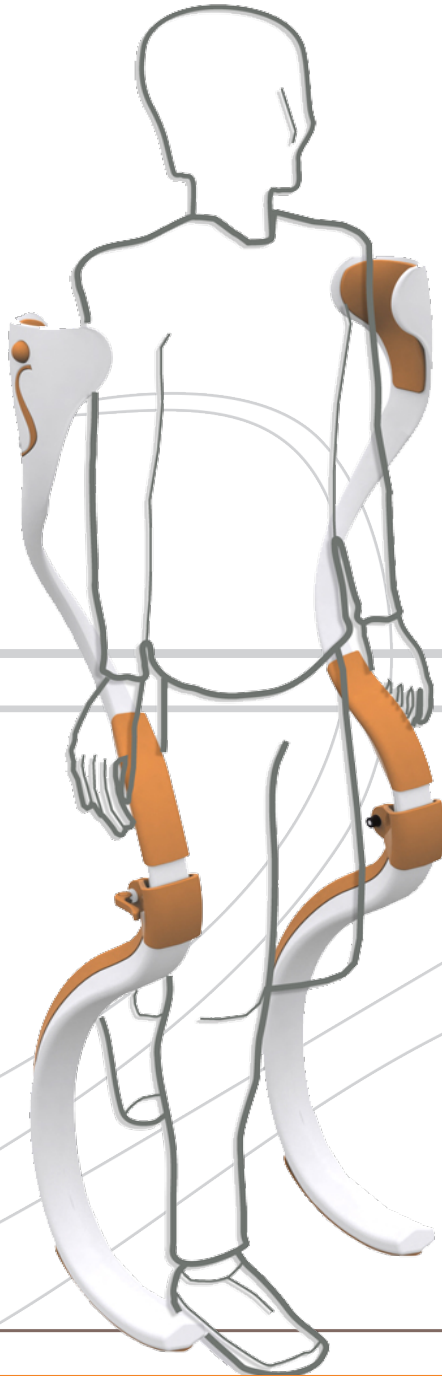
El diseño toma en consideración elementos de la anatomía humana como son: la columna vertebral y el funcionamiento pie, teniendo como consecuencia un sistema de muelle que permite descargar de manera homogénea el peso del usuario en una base de sustentación más amplia brindando estabilidad y seguridad al usuario.

apoyo auxiliar para marchas patológicas

Cuenta con un sistema de acojinamiento neumático para lograr el ajuste a nivel del deltoides evitando el apoyo en el área axilar, así como una regulación de alturas en forma libre para los tres modelos existentes: chica, mediana y grande, creando un producto versátil para diferentes rangos de altura.

Piezas intercambiables que cumplen con dos funciones: la sustitución de piezas que sufren desgaste por el uso, así como la personalización de este producto para generar un vínculo usuario-producto.

Todo lo anterior con lleva a una configuración formal novedosa que rompe con los paradigmas estético, ergonómico y funcional que ha existido en torno a estos productos desde hace mas de 5,000 años.



Spiral S

crutche

colaboración

+ apoyo auxiliar para marchas patológicas

El presente proyecto tiene la finalidad de documentar la elaboración de un producto conocido como Apoyo Auxiliar para Marchas Patológicas. Para ello se buscó la asesoría de varios diseñadores industriales así como de terapeutas en rehabilitación.

Este proyecto fue dirigido por el D.I. Héctor López Aguado Aguilar, encargado de dar el seguimiento estético del mismo así como la estructuración de todo el proyecto, planificando y orientando para la presentación del producto final. El asesor M.D.I Mauricio Moyssén Chávez ayudó a canalizar todos los datos estadísticos de discapacidad para poder visualizar el mercado que se atacará con este objeto; al mismo tiempo compartió sus conocimientos referentes al diseño universal y diseño incluyente para ser aplicados al proyecto. El D.I. Joaquín Alvarado Villegas revisó todos los aspectos productivos del mismo enfocándolo hacia el uso de plásticos para lograr cumplir el precio establecido en el perfil de diseño de producto. Por último se contó con la visión tanto de pacientes como rehabilitadores físicos que con sus conocimientos y experiencias lograron dar la pauta de realismo al proyecto pues fueron ellos quienes marcaron muchas de las características con que cuenta el producto final.



perfil de diseño de producto

Aspectos Generales:

Auxiliar para marchas patológicas de tipo muleta, que ofrece una propuesta nueva basada en estudios biomecánicos y ergonómicos existentes hasta el día de hoy, cumpliendo con las necesidades del usuario temporal o del usuario permanente, definido éste como aquellas personas con imposibilidad o dificultad de realizar traslados de forma independiente o con alteraciones del tono muscular y el control voluntario en miembros inferiores (de manera temporal o permanente), capaces de levantar su propio peso para poder realizar las fases del movimiento.

Aspectos de mercado:

El mercado que atienden los auxiliares de marcha es principalmente el grupo que tiene discapacidad motriz que cuenta con poco más de 814 mil personas: de este número se estima que aproximadamente el 35 % de la población utiliza dispositivos auxiliares de tipo muleta(1). Dentro de este porcentaje encontramos:

-Usuarios permanentes: aquéllos que cumplan con las siguientes características: amputados de un miembro inferior, parapléjicos y hemipléjicos (situaciones en donde es irreversible su condición física) pero cuentan con fortaleza muscular en miembros superiores y dominio de movilidad a nivel de tronco.

-Pacientes temporales: aquéllos que hayan sufrido algún tipo de lesión en donde el uso del objeto no es definitivo (situaciones en donde su condición física es momentánea), por ejemplo: fracturas en miembro inferior, esguinces, post-operado de rodilla.

Este producto se dirige al grupo de personas que se encuentran en una edad productiva (18 - 65 años de edad) entendido como aquellas personas que son económicamente independientes (2). Es importante remarcar que este grupo de personas es el que tiene mayor susceptibilidad a los accidentes debido al tipo de actividades que desarrolla en su vida. Estos productos facilitan las actividades de traslado del paciente como son: desplazarse de un lugar a otro, subir y bajar escaleras, rampas y banquetas (barreras arquitectónicas) al mismo tiempo que cuentan con ventajas ergonómicas con el fin de no lesionar al usuario y por último aspecto, no menos importante, ayuda a reducir el impacto emocional para buscar la máxima integración del sujeto a la sociedad. Las ventajas que ofrece este diseño se jerarquizan conforme a lo siguiente:

Primero: en **términos ergonómicos** el producto se apoya en el uso de investigaciones biomecánicas donde enfatizando puntos claves para el mejoramiento del mismo, representa una **ventaja competitiva**, ya que se facilita la actividad de deambulación sin tener efectos secundarios en el usuario.

Segundo: en **términos estético**, se rompe con el ícono actual, teniendo como finalidad que el producto ayude al usuario en el proceso de aceptación de su situación actual y haciendo que el rechazo del producto sea cada vez menor; se posiciona como un objeto de uso personal, pues para los usuarios permanentes funciona así.

Tercer: en **términos productivos** existen dos variantes importantes: la primera hace referencia a los materiales posibles a utilizar como son: PET-G, poliuretanos y estirenos y la segunda hace referencia a los procesos productivos: termoformado de doble hoja y RIM; ambas variantes crean ventajas competitivas para el producto en términos de: **peso, costos y fabricación**.

Para determinar el número de objetos a producir, se toman los datos proporcionados por el INEGI (3) con respecto a la discapacidad motriz y se estima que de esta población de 814 mil personas el 35% utiliza muletas; aunado a esto se suman todos los pacientes temporales que anualmente utilizan las muletas por periodos cortos, por lo cual se sugiere una producción inicial que cubrirá el 5.5%, lo cual representa 10,000 pares (entendidas como 20,000 unidades anuales) y el resto conforme la demanda lo requiera.

Aspectos Funcionales:

Spiral Crutches funciona como una **extensión del los brazos** para permitir realizar **la fase de deambulación**; cuenta con un apoyo a nivel de la palma de la mano, ayudando a transferir todo el peso del cuerpo hacia el piso. Se retoman investigaciones biomecánicas de la columna vertebral donde se afirma que para aumentar el grado de elasticidad y resistencia deben existir una serie de curvas que aumentarán dichas características repartiendo el peso con **mayor uniformidad y eficiencia**. Dependiendo del tipo de paciente será la frecuencia de uso pero en general se utiliza durante las actividades de la vida diaria.

Aspectos Ergonómicos

En las muletas actuales el regatón mide aproximadamente 5 cm de diámetro, lo que es insuficiente en usuarios con problemas de equilibrio; una de las ideas principales del desarrollo biomecánico de este producto es retomar como concepto básico del funcionamiento del pie y anatomía del pie ampliando la base de sustentación para compensar el apoyo del miembro inferior incapacitado. Cuenta con una inclinación en el apoyo de la mano con la finalidad de lograr repartir el peso uniformemente.

Aspectos Estéticos:

Durante mucho tiempo la configuración formal de estos productos respondía principalmente al cumplimiento de su función; sin embargo se ha observado en usuarios permanentes que el empleo de éstos representa un impacto emocional muy importante. Por este motivo se recurrió a investigaciones biomecánicas que ayudan a crear un cambio de configuración estética, rompiendo totalmente la imagen actual de estos productos. En este sentido se inserta entre los objetos de uso personal, con la finalidad de que el paciente se apropie del producto y hasta cierto punto busque personalizarlo, adueñarse de él y así lograr romper los paradigmas sociales y personales que se encuentran en torno al uso de estos productos.

contenido

Agradecimientos.....7

Ficha Técnica.....9

Colaboración.....11

Perfil de diseño de producto.....13

Capítulo 1: Definición del proyecto....17

Objetivos.....19

1.1 Antecedentes.....19

Evolución a través del tiempo.....19

1.2 Definición general del producto.

ODT.....20

Conclusión.....21

Capítulo 2: Investigación y

análisis de factores condicionantes23

Objetivos.....25

2.2 Modelo de interacción entre
áreas.....25

Modelo interdisciplinario.....25

2.1 Identificación del mercado.....29

Mercado Potencial.....29

Características del usuario. Marchas
patológicas.....31

Aspectos psicológicos que afectan
al usuario.....33

2.3 Auxiliares de marcha.....35

Dispositivos auxiliares para mejorar el nivel de
independencia.....35

Funcionamiento de los auxiliares de marcha. Muletas.....42

Evolución biomecánica de las variaciones del
diseño de la muleta.....43

Conclusión.....52

Capítulo 3: Desarrollo evolución y conclusión

del proyecto... 55

Objetivos.....57

3.1 PDP. Perfil de diseño
de producto57

3.2 Generación de conceptos.....60

Conceptos rectores del proyecto.....60

Bocetos de propuesta experimental.....61

3.3 Fase experimental.....65

Primer Simulador de la estructura escogida65

Segundo simulador de la estructura escogida.....73

Encuesta de uso segundo simulador. Conclusiones.....77

3.4 Propuesta final.....84

Conclusión.....85

Capítulo 4: Memoria descriptiva....89

Objetivos.....57

4.1 Aspectos generales.....91

4.2 Factor Ergonómico.....91

4.3 Factor funcional.....95

4.4 Factor Estético.....100

4.5 Factor Productivo.....106

4.6 Costos.....120

Capítulo 5: Planos....124

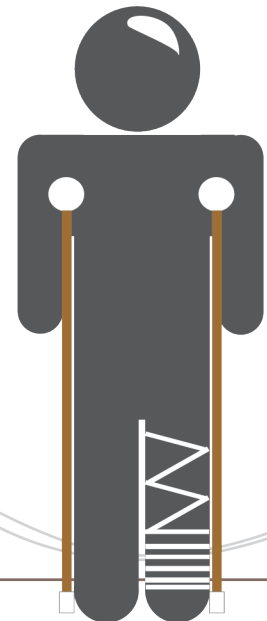
Conclusión23

Glosario de términos.....173

Fuentes documentales.....177

capítulo 1

definición del proyecto



objetivos

Definir los antecedentes del proyecto con la finalidad de entender los motivos de la lenta evolución de los apoyos auxiliares de tipo muleta y comprender la necesidad que existe para crear un cambio en ellos, plateando así la orden de trabajo de este proyecto documentado.

1.1 antecedentes

evolución a través del tiempo

Los auxiliares de marcha han ayudado al hombre desde el comienzo de su evolución. El primero en aparecer fue el bastón que ha auxiliado al hombre en su desempeño en diversas actividades como son: escalar, como apoyo, una extensión del brazo, un arma, un modo de expresión artística, pero sin duda lo ayudada a facilitar su movilidad cuando el hombre presenta debilidad muscular en las extremidades inferiores. Conforme el humano se volvió más sofisticado los bastones fueron desarrollando funciones especializadas de acuerdo a las distintos usos, como el bastón en forma de gancho que tenía como finalidad ayudar a controlar a las ovejas; por ejemplo el bastón en forma de "T" que se colocaba en la parte media del antebrazo y funcionaba como una muleta rudimentaria.

A mediados del siglo XIX existieron dos puntos importantes que cambiaron para siempre el concepto del bastón: la **Revolución Industrial** y la medicina aplicada en la **Guerra Civil**. Estas situaciones, principalmente la segunda, ocasionaron que los avances en el área médica se incrementaran rápidamente; tal fue el caso de los auxiliares de marcha, en donde se buscaba crear diseños que solucionaran con gran rapidez y eficiencia las diferentes situaciones de emergencia que se suscitaban en los campos de batalla, surgiendo así las primeras muletas (a mediados siglo XIX).

Como primer avance se creó la muleta con un soporte que se colocaba entre las axilas en forma de V. Fue utilizado por todos aquellos pacientes a los que se les amputaba alguno de los miembros inferiores; era un producto útil, ya que era posible meter el elemento de soporte entre las axilas sin que éste se desplazara ajustándose al cuerpo de la persona; lo anterior permitía que caminaran sin utilizar algún tipo de apoyo para la mano, garantizando libertad de movilidad en las extremidades superiores. En este momento también se creó un diseño: la muleta con apoyo en antebrazo, a las que comúnmente se refiere como muletas Lofstrand.



Fig. 1.1 Primera Guerra Mundial



Fig. 1.2 Rediseño Lofstrand. 1970.

Sin embargo, el diseño que ha perdurado hasta nuestros días es el de la muleta con apoyo axilar en forma de "T"; una de sus principales virtudes es que es un objeto de bajo costo, lo que lo hace viable para su adquisición por cualquier persona; uno de los factores más importantes que se observaron en este tipo de muletas es que después de usarlo durante 2 a 3 meses causan dolor en los hombros, esto se debe a que se carga aproximadamente tres veces el peso del cuerpo cada vez que se hacen los movimientos de desplazamiento; es decir, que una persona que recorre entre 68,000 pasos por día carga toneladas de peso negativo que impacta principalmente a nivel de manos, brazos y hombros. (1)

De acuerdo a lo anterior se puede concluir que el diseño en general de los auxiliares de marcha sigue esperando ser renovado. Uno de los problemas que siempre van a enfrentar es que son objetos que no son utilizados por el grueso de la población y es por ello que ha existido un estancamiento en cuanto a la función y la estética del objeto puesto que se sigue respetando la configuración formal de las muletas de la Segunda Guerra Mundial. Actualmente se está dando un auge importante tanto en la investigación biomecánica de este producto, como en la configuración formal del mismo. Uno de los precursores de esta nueva tendencia es la revista Business Week, que en el mes de marzo del 2006 publicó una convocatoria dirigida a los diversos despachos de diseño de los Estados Unidos de Norteamérica con la finalidad de generar distintos conceptos sobre el rediseño de las muletas, buscando un cambio en la estética que por tantos años ha caracterizado a este tipo de productos. El principal objetivo de dicha convocatoria era **“crear un nuevo producto que brinde posibilidades de innovación a través del uso, experiencia e interacción con el mismo, haciendo que la configuración formal se guíe por los parámetros anteriormente señalados, buscando obtener productos totalmente opuestos a los que actualmente se encuentran en el mercado”**.⁽²⁾

1.2 definición general del producto

orden de trabajo

Se han encontrado vestigios de hace más de 5000 años, provenientes de todo el mundo y de diversas culturas, de objetos auxiliares para marchas patológicas, entendiendo éstas como todo tipo de marcha anormal donde es requerido el uso de algún aditamento debido a que el apoyo de la extremidad inferior está limitado, ya sea total o parcialmente a causa de un padecimiento, por ejemplo el amputamiento de alguna extremidad inferior; hoy en día encontramos en el mercado este tipo de objetos comúnmente llamados muletas, bastones, andaderas, etc; sin embargo han permanecido sin cambio desde el siglo XIX hasta nuestros días.

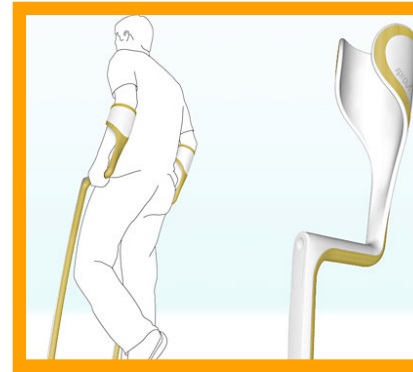


Fig. 1.3 Astro Design 2006.



Fig. 1.4 John F. Kennedy 1952.
Fig. 1.5 Diseño One & Co. 2006.

Durante el último siglo se han realizado investigaciones que buscan modificar el diseño tradicional de las muletas dando como resultado distintos tipos de innovaciones, como por ejemplo, las muletas canadienses que combinan el uso de las muletas tradicionales con apoyo axilar con una abrazadera a nivel de antebrazo. Sin embargo, existen tres factores principales por los que los diseños no han generado cambios de gran interés para mejorar el desempeño de las personas en sus actividades diarias. El primer factor se encuentra relacionado con la ergonomía del producto, ya que biomecánicamente aún no satisface a los usuarios en el mayor número de sus necesidades. El segundo factor tiene que ver con la experiencia relacionada con el uso de estos objetos, vinculada con las emociones que se puedan comunicar a través del producto.

1.- FETTERMAN; Thomas.- "Crutches Anyone?". www.thomasfetterman.com. Junio 2007.

2.- SCANLON; Jessie.- "A leg up for a crutch design". Business week online . Marzo 23, 2006.

Sin embargo, la complejidad de este punto radica en la dificultad para manipular e incluso predecir el impacto emocional del diseño, debido a que las emociones son esencialmente personales y por lo tanto difieren de un sujeto a otro. El tercer factor es el económico, ya que realizar este tipo de investigación y cambios significativos a nivel de producción puede representar un incremento en el costo individual, haciendo difícil su adquisición.

Nivel de Pertinencia:

Este producto está dirigido a un grupo específico de usuarios: pacientes temporales que cuentan con fracturas, esguinces u operaciones de miembros inferiores en donde el uso del objeto es por un tiempo determinado; usuarios permanentes con las siguientes características: amputados de un solo miembro inferior, paraplégicos (parálisis bilateral simétrica de ambas extremidades inferiores) y pacientes hemipléjicos en una etapa en la que lo único que está afectado es el miembro inferior. Es indispensable que el usuario que lo vaya a utilizar cuente con fortalecimiento de miembros superiores y dominio de movimientos a nivel del tronco.

Nivel de Certidumbre:

Las muletas no cumplen con una necesidad primaria para la mayoría de la población, sino que se considera como un objeto de uso circunstancial, a pesar de que una parte de la población dependa de estos objetos para su movilidad. Lo anterior representa una oportunidad para atender este mercado que se encuentra poco explotado por el Diseño Industrial en México; teniendo como canales de distribución tiendas particulares especializadas en aparatos ortopédicos (Ortopedia Mostkof u Ortho support), así como grandes tiendas de autoservicio. La tendencia actual es la utilización de materiales ligeros y resistentes, así como procesos que agilicen y abaraten su producción, abriendo el campo para desarrollos tecnológicos que encuentran cabida dentro de la industria nacional haciendo más viable la producción de este proyecto.

Nivel de alcance:

Desarrollo de la investigación ergonómica y funcional con la finalidad de alcanzar una justificación adecuada. Se elaboró un modelo virtual, un simulador y modelo a escala, mismos que podrán ser ofrecidos a distintas empresas interesadas en el desarrollo del proyecto con la finalidad de colocarlo en el mercado.

Nivel de Complejidad:

El tema se aborda por dos puntos principalmente: **el factor ergonómico**, en el cual se retoman todas las investigaciones ya publicadas por ingenieros biomecánicos y el segundo se enfoca a **romper el paradigma formal** creando un nuevo concepto de producto. Al mismo tiempo este producto ayudará a crear una ventaja competitiva para la empresa que desee desarrollarlo, que ofrece un alto potencial de mercado, al incursionar en un campo poco explorado.

conclusión

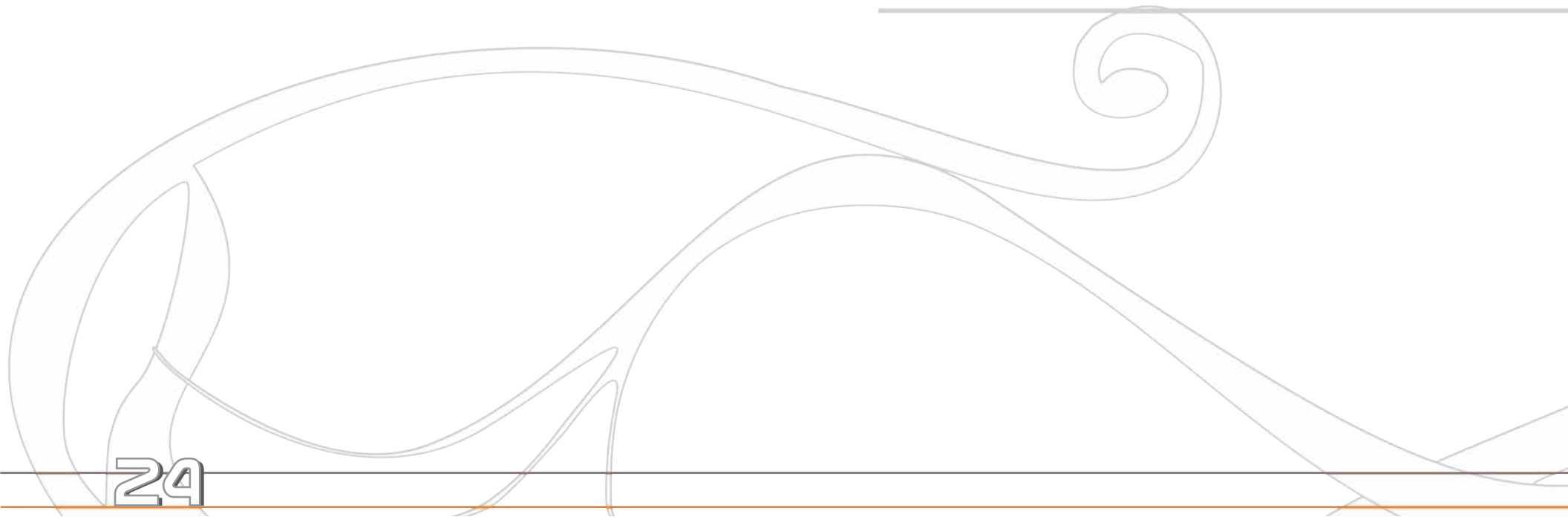
Las referencias sobre la evolución del objeto sirven para enmarcar la necesidad de crear un giro en el producto que resuelva las necesidades del usuario.

La meta principal en la orden de trabajo es lograr obtener al final del proyecto un objeto-producto que sea viable en sus cuatro factores: de producción, función, ergonomía y estéticos; buscando que estos dos últimos sean los factores que rijan el desarrollo del producto, pues se considera que es en estos dos puntos en los que más atraso presentan los productos actuales.

capítulo 2

investigación y análisis de factores condicionantes





objetivos

Analizar el modelo de interacción entre áreas con la finalidad de crear una visión de trabajo multidisciplinario en donde cada área involucrada acepta y cumple sus funciones y responsabilidades con la finalidad de lograr una meta establecida (en este caso el desarrollo de una muleta).

Establecer el mercado al que se dirige el producto así como analizar los diferentes tipos de marchas patológicas que existen para enmarcando sus características que sirve de pauta para el nuevo diseño.

Definir los diferentes auxiliares de apoyo para entender los tipos de auxiliares, las características así como la competencia existente, con la finalidad de ofrecer un producto competitivo para un mercado demandante

2.1 modelo de interacción entre áreas multidisciplinario

Para acercarse a un diseño en donde la responsabilidad se comparte entre diferentes disciplinas, se utiliza el siguiente modelo que sirve para estructurar el proceso de diseño del presente proyecto documentado. El objetivo es verificar cómo este acercamiento puede representar una herramienta útil cuando todos los involucrados en la creación y desarrollo de un objeto o servicio innovador son vistos como partes interesadas; entendidas estas últimas como aquellas involucradas en el proyecto. Sus perspectivas son tomadas en consideración para obtener un proyecto más exitoso. Pueden tener enfoques positivos y negativos con respecto al proyecto y comúnmente no concuerdan una parte con la otra, constituyendo un reto el hacer coincidir los diferentes puntos de vista.

El enfoque general del diseño incluyente busca asegurar la creación de productos y servicios que satisfagan las necesidades de la mayoría de la población. La posición central es ocupada por el usuario, mismo que representa el punto de partida del siguiente modelo. Para este proyecto las partes involucradas son : Diseñadores Industriales, Industria, Investigación bio-ingeniería, Organizaciones socio-políticas. Cada una cuenta con su responsabilidad como a continuación se describe:

Diseñadores Industriales:

Responsabilidad: Filtrar la experiencia del usuario y traducir las necesidades de éste, así como conjuntar datos de la industria y de las organizaciones para crear una oportunidad innovadora en cuanto a los auxiliares de marcha se refiere.

Impacto: Crear oportunidades innovadoras y tangibles cuando se propone una estrategia para el producto en la industria y subsecuentemente cuando las características innovadoras necesiten ser probadas.

Beneficio: Desarrolla un rol de vinculación entre los sujetos creando colaboraciones cooperativas.

Industria:

Responsabilidad: Traslada la idea del objeto hacia una oportunidad de mercado, aplicando políticas enfocadas en la satisfacción del cliente como principal valor o misión.

Impacto: Distribuye el soporte financiero directamente a los centros de investigación o entre las organizaciones participantes con el fin de construir relaciones de colaboración con aumento en la calidad del producto.

Beneficio: Adquiere parte del mercado y lealtad del cliente.

Centro de investigaciones:

Responsabilidad: Verifica mediante pruebas de bioingeniería si un producto con características innovadoras puede traer beneficios tangibles al usuario, especialmente si se compara con diseños tradicionales de auxiliares de marcha.

Impacto: Diseña un modelo de bioingeniería de prueba para uso con el mercado objetivo.

Beneficio: Difunde mediante publicaciones especializadas los resultados de las investigaciones y pruebas para divulgar el conocimiento científico.

Organizaciones socio-políticas Sistema Nacional de Salud, Seguros Médicos:

Responsabilidad: Desarrolla un programa de salud usado también como herramienta para apoyar proyectos con un manejo correcto de fondos privados y públicos.

Beneficio: Desarrolla una sociedad próspera, autónoma y saludable.

Usuario:

Responsabilidad: Transfiere como usuario su experiencia activa. Es parte importante y pro-activa envuelta en las actividades anteriores y posteriores al lanzamiento del producto.

Beneficio: Mejora la correspondencia entre el producto y servicio y sus necesidades.(1)

1.-RIBOLDI Marzio, VISENTI Matteo "CTRL-Designing fore arm crutch with improved user's comfort and safety-" Industrial designers. Viale Marche 70. Milano Italia. www.hhc.rca.ac.uk/archive/hhrc/programmes/include/2005/proceedings/pdf/riboldim.pdf. Agosto 2006. p. 1- 2

Modelo interdisciplinario

La finalidad de este estudio es sustentar uno de los objetivos del presente proyecto: *entender que al utilizar investigaciones ya existentes el diseñador puede hacer uso de ellas y conformar un proyecto más amplio*. La tarea del diseñador es trabajar en conjunto con otras áreas para poder llegar a un proyecto que abarque, en su mayoría, las necesidades del usuario, partiendo de que él es el objetivo al cual van dirigidas las actividades de diseño y fabricación.

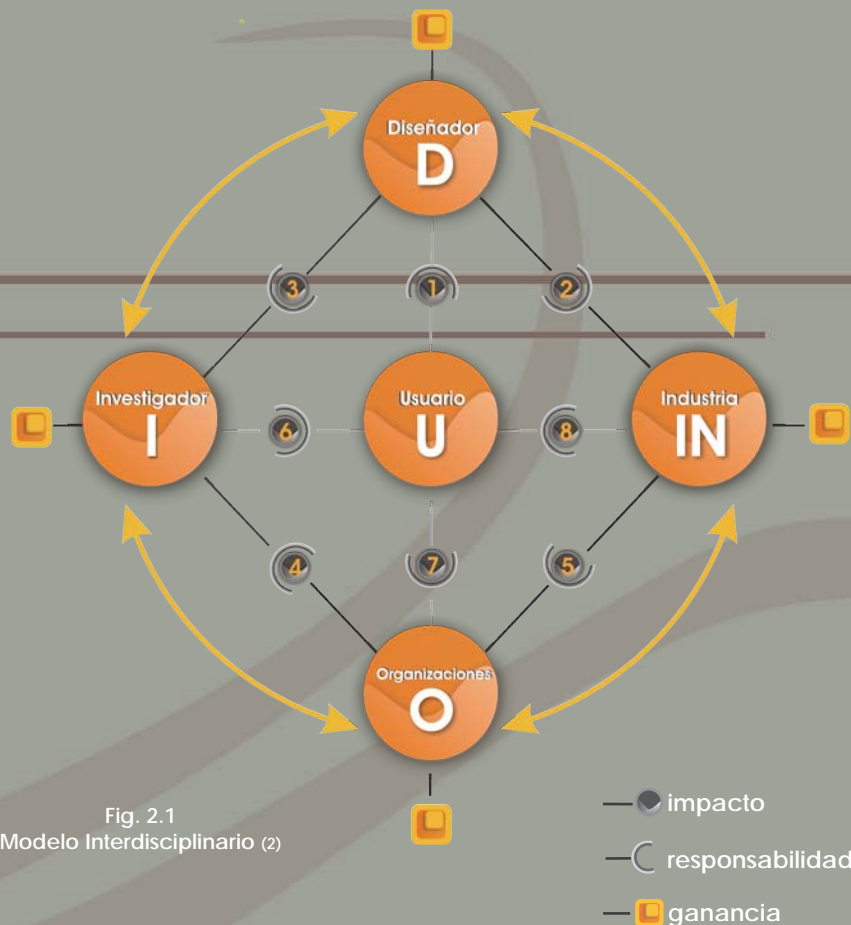


Fig. 2.1
Modelo Interdisciplinario (2)



Durante la etapa de investigación se realizó una constante interacción entre tres áreas ya que el usuario proporcionó toda la información en cuanto a la experiencia de uso, misma que se analizó para plasmar nuevos conceptos, innovando tanto en su estética.

La interacción entre el diseño y la investigación ayuda a que dichos conceptos tengan una validación tanto funcional como ergonómica, ya que las innovaciones que se dieron también se apoyaron en las investigaciones existentes.

La interacción de las tres áreas genera una idea conceptual que al ir trabajando y desarrollando fue creando un producto, pero para que éste sea considerado es necesario poderlo llevar a la fase de producción. Para ello se evaluaron diversos procesos para lograr acoplarlos a la propuesta de diseño generada. Hasta este punto este proyecto documentado aplicó el modelo interdisciplinario; sin embargo si se lleva hasta la venta del producto la interacción entre áreas continúa.

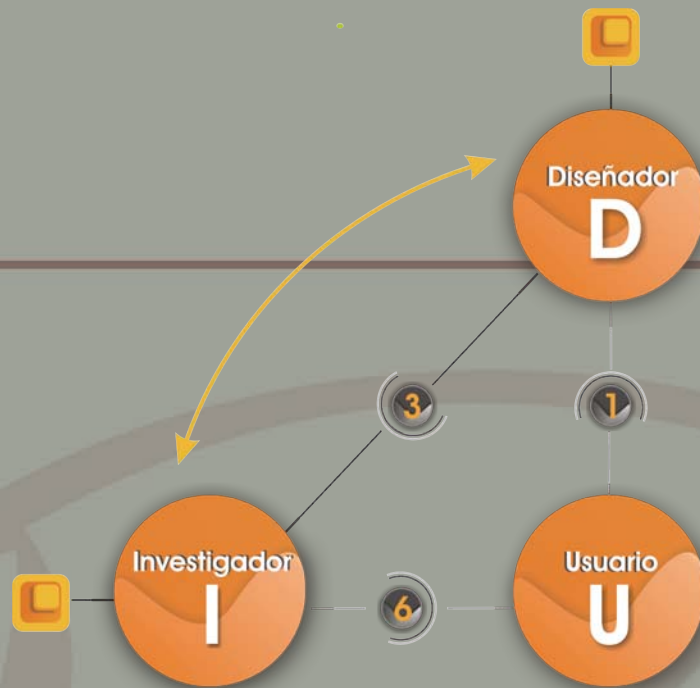


Fig. 2.2 Interacción en la fase de investigación

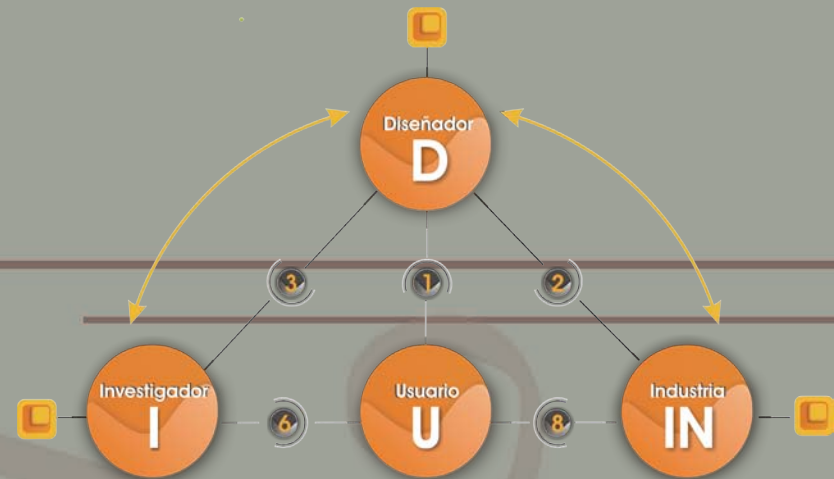


Fig. 2.3 Interacción en la fase de conceptualización

2.2 Identificación del mercado

mercado potencial

Aunque es difícil precisar la incidencia y prevalencia de la discapacidad, existen elementos para afirmar que tiende a aumentar, no sólo de manera absoluta como resultado del crecimiento de la población, sino en forma relativa como consecuencia del proceso de cambio demográfico, epidemiológico y social, siendo este último uno de los cambios que han provocado mayor incremento de discapacidades tanto en términos temporales como permanentes; principalmente esto se da debido a los cambios asociados a la industrialización, mecanización y a los estilos de vida, que ocasionen que el número de accidentes aumente en forma considerable, impactando directamente en las deficiencias y discapacidades.

La población con discapacidad es un grupo de especial atención, básicamente porque constituye una situación social que interesa desde diversas perspectivas a los sectores de: administración pública, instituciones privadas y organizaciones no gubernamentales.

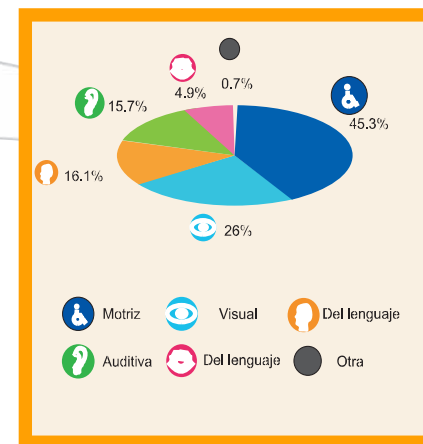
Las personas con discapacidad no presentan únicamente una limitación física en sus funciones (que se traduce en un déficit en la realización de sus actividades), sino también muestran un desajuste psicológico y una limitación en su desarrollo socioeconómico, educativo y cultural. Según el XII Censo General de Población y Vivienda 2000 en México, una persona con discapacidad **“Es aquella que presenta una limitación física o mental de manera permanente o por más de seis meses, que le impide desarrollar sus actividades en forma que se considera normal para un ser humano”**. Según el Censo, las personas que tienen algún tipo de **discapacidad** son 1 millón 795 mil, lo cual representa **1.8% de la población total**.⁽³⁾

Por edad y sexo

En la **Gráfica 2.1** se observa que en los grupos de edad de 10 a 14 y de 60 a 79 años se incrementa el porcentaje de personas con discapacidad. Por el contrario, los puntos más bajos se presentan en los grupos de edad de 0 a 4, de 15 a 39, así como en el de 80 años y más. Las discapacidades más frecuentes son: motriz, visual, mental, auditiva y del lenguaje sin embargo para efectos de este proyectos se analizará únicamente **la discapacidad motriz**.



Gráfica 2.1 Distribución porcentual de población según grupos de edad y sexo, 2000 INEGI



Gráfica 2.2 Distribución porcentual de la discapacidad en México

Nota: La suma de los porcentajes puede superar 100% porque algunas personas presentan más de una discapacidad.

3.-INEGI. "Las personas con discapacidad en México y sus características." INEGI. Comunicado de prensa. Aguascalientes. 8 de diciembre de 2004. NÚMERO 173/2004.

Discapacidad Motriz. Las personas que tienen este tipo de discapacidad pueden ser semiambulatorias (caminan ayudadas por elementos complementarios) o no ambulatorias (sólo pueden desplazarse con sillas de ruedas). Por lo tanto, las silla de ruedas, los bastones y las muletas son elementos imprescindibles para quienes los usan. Cabe señalar que la mitad de la población con discapacidad motriz (50.4%) es mayor de 60 años, lo que permite suponer que ésta se encuentra asociada al proceso de envejecimiento; por otro lado, 38.5% se concentra en la población en edad de trabajar y 10.1% es menor de 15 años. En general, la principal causa que provoca esta discapacidad se relaciona con enfermedades (37.4%).

Causas de discapacidad

Los motivos que producen discapacidad en las personas pueden ser variados, pero el INEGI los clasifica en cuatro grupos de causas principales: nacimiento, enfermedad, accidente y edad avanzada (4). De cada 100 personas discapacitadas:

- 32 Sufrieron alguna enfermedad.
- 23 Están afectados por edad avanzada.
- 19 Son por resultados de herencia, descuidos durante el embarazo o al momento de nacer
- 18 Son consecuencias accidentales.

El resto corresponde a las personas que no especificaron el motivo de su discapacidad (6.7%) y a las que tienen una causa de discapacidad diferente (1.9%).

Los auxiliares de marcha se dirigen a pacientes de una enfermedad o accidente lo que corresponden al 40% de la población. Existen distintas formas de clasificar a las personas con discapacidad motriz o física; una de ellas se refiere al grado de la discapacidad y es la siguiente:

Mínima: cuando la reducción de la capacidad funcional del individuo limita parcialmente su independencia en las actividades de la vida diaria, pero no su productividad.

Moderada: cuando la reducción de la capacidad funcional del individuo limita parcialmente su independencia en las actividades de la vida diaria y su productividad.

Total: cuando la reducción de la capacidad funcional del individuo es tan importante que lo hace totalmente dependiente.

También es posible clasificarlas de acuerdo a la duración de la discapacidad:

Temporales: son con las cuales la persona vive por un tiempo restringido y que mediante los cuidados médicos y de rehabilitación adecuados no se generan secuelas de por vida y es posible regresar al estado previo a la discapacidad.

Permanentes: son aquellas con las cuales la persona vive a partir del inicio de la discapacidad y cuyas secuelas pueden minimizarse, pero la recuperación no es total o, dicho de otra forma no es posible regresar al estado previo a la discapacidad.

En México, 45 de cada cien personas con discapacidad la padecen de tipo motriz, lo que ubica a este tipo de discapacidad como la más importante del país por el monto de población que concentra (5).

características del usuario marchas patológicas

La marcha se produce como resultado de la acción coordinada de diversos sistemas musculares. El hombre, por su condición bípeda, utiliza principalmente los de la cintura pélvica y miembros inferiores.

Determinados procesos neurológicos modifican las características de la marcha normal como consecuencia de la alteración de la fuerza de los músculos que intervienen, o de la coordinación que debe existir entre ellos, condicionando la marcha. Existen características para determinar como debe de realizarse la marcha:

1.- La amplitud de la base no debe ser mayor a, de 5 a 10 cm de talón a talón.

2.- El centro de gravedad del cuerpo se debe encontrar a 5 cm enfrente de la segunda vértebra sacra.

3.- La rodilla debe conservarse en flexión durante toda la secuencia de la fase postural para impedir el desplazamiento vertical excesivo del centro de gravedad.

4.- La pelvis y el tronco se desplazan en sentido lateral aproximadamente 2.5 cm hacia el lado que carga durante la marcha para centrar el peso

5.- La distancia promedio de un paso es de 38 cm.

6.- El adulto promedio marcha a un ritmo de 90 a 120 pasos por minuto, con un costo promedio de energía de 62 kilocalorías por kilómetro. Los cambios en este patrón coordinado reducen de manera notable la eficiencia y aumentan mucho el costo de energía (6).

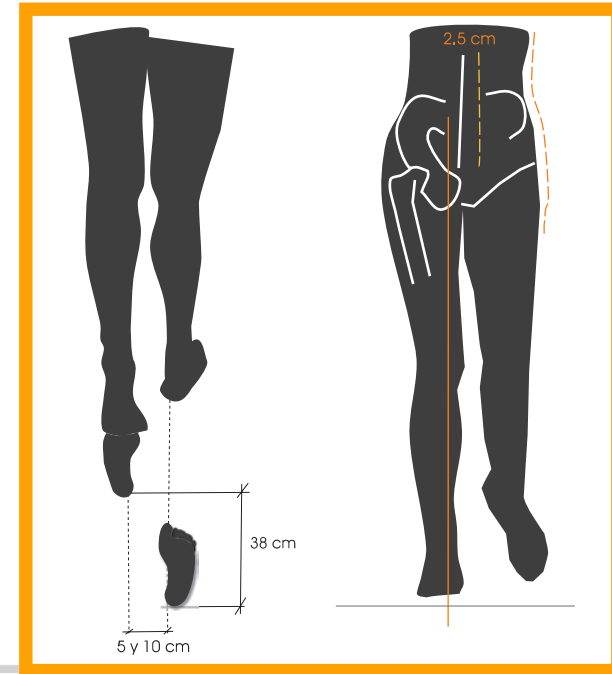


Fig. 2.4 Amplitud de la base desplazamiento del tronco y la pelvis

a) Mecanismo de la marcha normal.

Hay dos fases del ciclo normal de la marcha: fase postural, cuando el pie se encuentra sobre el piso y la fase de oscilación cuando se mueve hacia delante. Se invierte 60% del ciclo normal en la fase postural (25% en la posición doble, con ambos pies sobre el piso) y 40% en la fase de oscilación. En la marcha normal siempre hay un pie apoyado en el suelo (estático) y el otro avanzando, en el aire (dinámico). Cuando un pie apoya, el otro despega, de forma que cuando uno es estático el otro es dinámico y viceversa. **El peso del cuerpo se mantiene en el miembro estático**, pasando alternadamente de uno a otro miembro a medida que se desplaza el centro de gravedad.(7)

6.-STANLEY; Hoppenfeld. "Exploración Física de la Columna Vertebral y las Extremidades" Editorial El Manual Moderno. México 1990,pp. 232-249.

7.-Ibidem. pp.260.

Fases de la marcha:

1. Despegue. Cuando se inicia el movimiento, el miembro dinámico se eleva y se lanza hacia delante impulsado por los músculos distales (sóleo y gemelos).
2. Avance. El miembro dinámico se eleva en el aire desplazándose hacia delante. Para ello se realiza la anteversión del muslo (iliopsoas), flexión de la rodilla y extensión del pie, mientras los glúteos mantienen fija la pelvis, evitando que caiga del lado del miembro dinámico.
3. El apoyo en el suelo se alcanza por el talón con la rodilla ligeramente flexionada

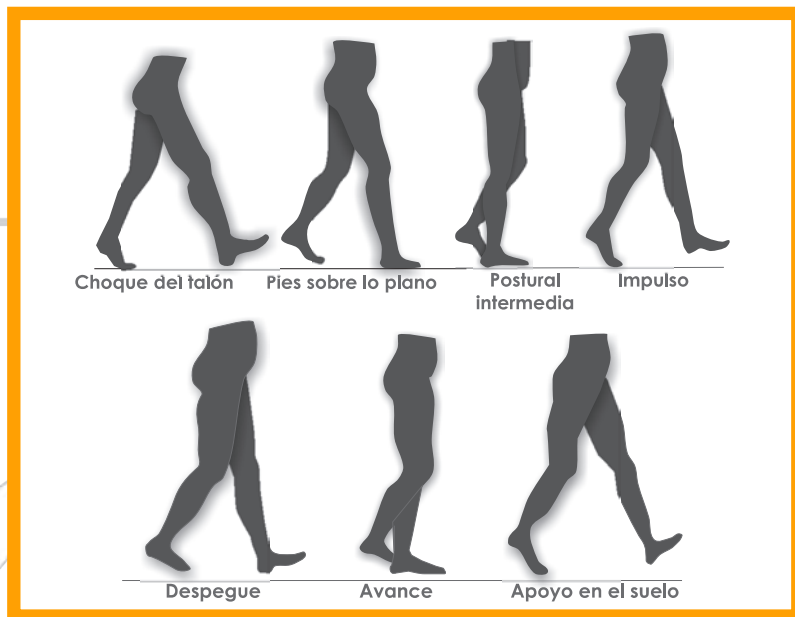


Fig. 2.5 Fase postural y fases de la marcha

b) Tipos principales de marcha patológica

La marcha puede alterarse como consecuencia de disminución de la fuerza muscular, alteración de la coordinación, causas funcionales o combinaciones de ellas.

1.-Deficit de fuerza (Paresias). La paresia puede ser de origen central o periférico. Por ejemplo:

Marcha balanceante. También llamada “de pato o ánade”, aparece cuando existe paresia de los músculos de la cintura pélvica. Al fallar la sujeción de la pelvis, que cae del lado del miembro dinámico, se produce un balanceo lateral característico por la inclinación compensadora del tronco al lado contrario.

Marcha en stepagge. Cuando son los músculos distales los afectados, la pierna se flexiona y eleva para evitar que la punta del pie arrastre y tropiece en el suelo. El apoyo no se realiza con el talón, sino con la punta o la planta del pie.

Marcha paraparésica. La espasticidad y el equinismo de los miembros inferiores obligan a arrastrar los pies y a balancear la pelvis como mecanismo compensador y para facilitar el despegue.

2.-Alteración de la coordinación muscular sin déficit de fuerza

Marcha cerebelosa. Aumento de la base de sustentación. Incoordinación muscular en el automatismo de la posición erecta.

Marcha vestibular. Desviación lateral en el sentido de una pulsión vectorial hacia el lado del vestíbulo anulado.

3.-Causas Funcionales.

Marcha antiálgica. Cuando la marcha provoca dolor en un miembro, el apoyo sobre el mismo se reduce, proyectando rápida y vigorosamente el miembro sano.

Marcha histórica. Frecuente en niños y variable en su morfología, pudiendo parecer desequilibrada en algún momento y realizar después prodigios de equilibrio para recuperar la posición erecta tras alguna contorsión extraña.⁽⁸⁾

aspectos psicológicos que afectan al usuario

El por qué las personas deciden aceptar o rechazar el uso de una tecnología auxiliar depende mucho del entorno social en que el paciente haya crecido. Se sabe, gracias a investigaciones, que es un problema que envuelve toda una serie de factores complejos, que dichos factores pueden ser clasificados de acuerdo a las características del usuario, como son:

- Necesidad que percibe el usuario.
- Factor funcional.
- Evaluación personal de la discapacidad.
- Relación con el entorno.
- Desempeño físico y social que va de acuerdo al contexto en el que el auxiliar es utilizado.

Otro punto importante son las características del propio auxiliar, como son:

- Factor de durabilidad.
- Facilidad de uso.
- Factor estético.
- Capacidades de adecuarse a las necesidades del usuario y su entorno.

Además, el uso de los auxiliares siempre ocurre dentro de un contexto socio cultural. Los atributos y juicios culturales que la sociedad pueda brindar a este tipo de dispositivos referentes al tema de dependencia e independencia, representan influencias poderosas para que los pacientes puedan aceptarlo para su uso diario.

La perspectiva del usuario: Mientras muchos investigadores han descrito la frecuencia de uso de los auxiliares, se ha prestado menor atención a la perspectiva que tienen los pacientes hacia el uso de estos dispositivos; poco se ha puesto atención en el punto en que el paciente reconoce la necesidad de utilizar estos objetos y cómo se tiene que adaptar a ellos. Actualmente se reconoce que la experiencia tanto en enfermedades como en discapacidades afecta el modo en que las personas se perciben a sí mismas; cuando sus habilidades se han disminuido o incluso perdido. Cómo es que los pacientes atraviesan este proceso personal de recuperación y comienzo de reconstrucción del sentido de adaptación y aceptación de su situación.

Aunque los auxiliares se consideran objetos que promueven la independencia del paciente, se ha llegado a reconocer que generan un rango de respuestas subjetivas por parte del mismo. **Positivamente se consideran como mecanismos que ayudan a ganar independencia, pero negativamente son símbolos que enfatizan la pérdida de alguna función, así como de habilidades.** En la vida cotidiana se provoca que se modifique el modo en que una actividad se realiza cuando se altera el entorno físico o bien al pasar a ser una extensión del cuerpo; por ello, el paciente debe ajustar su forma de vida a los requerimientos del auxiliar para poder llevar adelante las tareas de la vida diaria. Suele darse una comparación entre el pasado del paciente y la condicionante presente con que cuenta y se comienza una descripción utilizando palabras como discapacitado o minusválido que mal describen la realidad que vive el paciente.

"Ya no es como antes."

"Solía sentir pena por la gente que usa silla de ruedas."

"No me gusta ser dependiente de nadie ni de nada."

"La silla de ruedas me hace sentir como minusválido."

Todos estos comentarios hacen que se reafirme la evaluación social negativa y se infiere que esto puede ser un importante factor para entender la aceptación, constancia de uso o bien el abandono del auxiliar por parte del paciente. Pese a todos los aspectos de libertad e incluso de necesidad para llevar a cabo la vida diaria, los auxiliares representan un compromiso dramático para la vida social e incluso hasta la autoestima. Existen diversos casos clínicos en los cuales el paciente decide dejar de utilizar por su propia voluntad los dispositivos auxiliares; si a esta situación se le suma el costo que implican la compra, el adiestramiento y la utilización de éstos, el costo comienza a incrementarse. La comprensión correcta del abandono voluntario de dichos auxiliares logrará que se diseñen objetos con mayor eficiencia y reducción de costos por servicio. Se pueden dar las siguientes razones para la utilización de dispositivos auxiliares mismas que van jerarquizadas de menor a mayor importancia (1-5):

- 1.Las tareas son más fáciles de realizar.
- 2.Uso confortable.
- 3.Dan confianza.
- 4.Incrementan la seguridad.
- 5.Dan autonomía.

Razones por las que los pacientes pueden dejar de utilizar los auxiliares:

- 1.Falta de conocimiento en cuanto a cómo se utiliza dicho dispositivo.
- 2.No se adecua a sus necesidades del cliente.
- 3.Comúnmente se olvidan.
- 4.No funciona correctamente.
- 5.Los pacientes prefieren la ayuda de un asistente personal.
- 6.Se sienten apenados
- 7.Se niegan a utilizarlos por decisión propia

Estas razones también sugieren que el modo en que se instruye en el uso de los dispositivos y el contexto en que se ponen necesitan mayor atención para asegurar una apropiada prescripción y maximizar su utilización apropiada. Un tratamiento psicológico o bien una motivación suelen ser requeridos para que una persona obtenga un buen desempeño de su dispositivo. Una sensibilización adecuada de una persona discapacitada se siente frente a su cambio y el nivel de motivación con el que cuenta ayuda a que el profesional ayude al paciente, particularmente cuando éste se niega a usar estos auxiliares. También llega a ser muy común la preferencia por tener una asistencia personal para realizar las actividades, que generalmente es realizado por un miembro de la familia. Sin embargo, puede representar riesgos de seguridad que podrían ser minimizados por la utilización de los dispositivos auxiliares.

Estas razones destacan la importancia de evaluar las metas personales de cada individuo como una base para determinar el uso apropiado de un dispositivo auxiliar. Generalmente, los pacientes deciden utilizar estos dispositivos cuando se percatan de que no son capaces de realizar actividades que ellos identifican como personales, indispensables y satisfactorias. Las actividades personales incluyen desde vestirse, subir escaleras de manera segura hasta actividades pequeñas pero importantes como tomar objetos desde el piso. Aunque tendemos a pensar que un dispositivo auxiliar es primordial para las personas con limitaciones para mantener el nivel de independencia, pueden existir otras razones para utilizarlos; sin embargo, cada persona puede tener una percepción distinta sobre ellos.

Para examinar completamente el uso y abandono de los auxiliares de marcha, se debe tomar en cuenta cómo los auxiliares son ofrecidos a los pacientes, cuándo son introducidos durante la recuperación y el contexto en que son introducidos para poder lograr que el paciente acepte la utilización y continúe con su uso durante todo el tiempo necesario.

Finalmente es importante reconocer que la mentalidad y el uso de los auxiliares cambian durante el desarrollo de la discapacidad. Esta realidad tiene implicaciones significativas para desarrollar auxiliares eficientes para el desempeño de la vida diaria de los pacientes.(9)

2.3 auxiliares de marcha

dispositivos auxiliares para mejorar el nivel de autonomía

Los dispositivos de asistencia tienen como objetivo mejorar la independencia del sujeto que los utiliza, dependiendo de su padecimiento; es por ello que pueden ser clasificados de la siguiente manera:

- Auxiliares para movilidad y deambulaci3n.
- Auxiliares para actividades de la vida diaria o de higiene personal.
- Auxiliares auditivos, de visi3n.

Auxiliares para movilidad y deambulaci3n.

Los auxiliares para movilidad o auxiliares de marcha son utilizados como una extensi3n de la extremidad superior para ayudar al cuerpo a transmitir el peso y proveer un desplazamiento seguro para el paciente. Dentro de estos objetos encontramos a las muletas, bastones y andaderas. Dependiendo del tipo de enfermedad, el peso y el equilibrio del paciente, es el tipo de dispositivo que se prescribe. Generalmente, en cuanto m3s grave sea la discapacidad del individuo, mayor ser3 la complejidad que requiera el auxiliar para cumplir su funci3n. Partiendo de esta idea se entiende que el dispositivo que cuenta con menor complejidad es el bast3n, debido a que s3lo se descarga el 25 %del peso, en las muletas el 50% y en la andadera el 75%.

Padecimiento	Auxiliar de marcha
Problemas leve de sustentaci3n o equilibrio	Bast3n de un solo punto
	Bast3n de cuatro puntos
Problemas severos de sustentaci3n o equilibrio	Andadera
Par3lisis o debilidad extrema bilateral de miembros inferiores.	Muletas tradicionales
Impedimento en la funci3n de la mano o mu1eca	Muletas canadienses

Dentro de los requisitos a cubrir por estos auxiliares se encuentran los siguientes:

- Mejorar el balance
- Redistribuir y descargar el peso que no est3 cargando la extremidad inferior afectada
- Reducir el dolor del miembro inferior afectado.

Una adecuada fuerza de las extremidades superiores, coordinaci3n y una buena funci3n por parte de la mano son requeridas para la correcta utilizaci3n de dichos auxiliares.



Fig. 2.6 Andadera infantil



Fig. 2.7 Muletas Canadienses.

9.-GITLIN;N, laura. -" Why older people accept or reject assistive technology" Reimpreso bajo la autorizaci3n de generations, Journal of the american society on aging, Vol. Xix, no. 1, 1995.



Fig. 2.8 Paciente post-operado de rodilla



Fig. 2.9 Bastón de cuatro puntos.

Se han identificado cuatro criterios para evaluar y seleccionar el tipo de auxiliar que se requiere para pacientes que los utilizarán permanentemente:

- **Efectividad:** se entiende como el punto en donde la función del objeto mejora la calidad de vida, la capacidad funcional del individuo o bien su independencia..

- **Viabilidad:** para adquirirlo punto en donde la compra, el mantenimiento así como su reparación pueden representar la diferencia entre adquirir el objeto o no adquirirlo.

- **Operabilidad:** referente a la facilidad con que se usa el producto y la respuesta adecuada a la demanda del sujeto.

- **Dependencia:** el alcance que tiene el dispositivo en su operación con niveles repetibles y predecibles de precisión bajo condiciones de uso razonable

Es importante conocer las diferencias de uso y función de los **diferentes dispositivos de marcha**, como se describen a continuación:

Bastones:

La función principal de los bastones es incrementar la base de sustentación y disminuir el estrés en la extremidad inferior sana. Los bastones pueden reducir el peso que carga el miembro inferior hasta en un 25 % del peso corporal. Los materiales utilizados en su producción son principalmente madera y aluminio, siendo este último más ligero que el de madera. Otra ventaja que brinda el de aluminio es la posibilidad de ajustar el tamaño para que pueda ser utilizado por pacientes de diferentes alturas. Determinar el largo del bastón es importante, ya que si no se encuentra ajustado correctamente puede producir una manera de andar ineficiente.

Por ejemplo, un bastón que sea más corto de lo debido puede reducir el soporte durante el momento en que el sujeto se encuentra en la fase estática, haciendo que el codo se encuentre en una completa extensión todo el tiempo; un bastón que sea más largo puede causar un exceso de flexión del codo que provocará un incremento en la fatiga del músculo triceps y hombro. Para determinar el largo apropiado del bastón, se debe medir desde la punta del bastón (regatón) hasta el nivel del trocante mayor cuando el paciente se encuentra de pie. El codo debe estar flexionado aproximadamente 20°.

La clasificación de los bastones está dada en función del tipo de agarre con que cuentan:

1. Bastón de aluminio con ajuste de altura y agarre en forma de C
2. Bastón de aluminio sin ajuste de altura con agarre en forma de C
3. Bastón con mango en forma de T
4. Bastón de cuatro puntos.

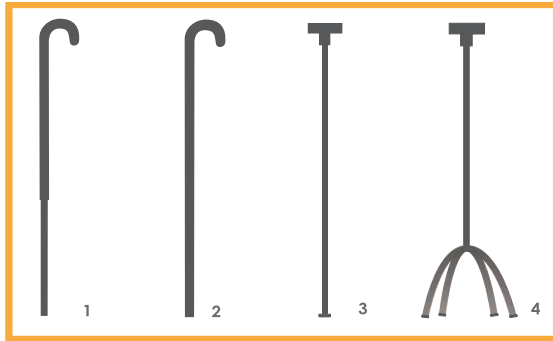


Fig. 2.10 Clasificación de los bastones

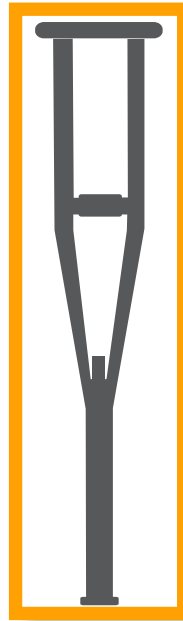


Fig. 2.11 Muleta tradicional

Biomecánica:

El bastón usualmente es utilizado en el lado opuesto del miembro que se desea soportar. Ayuda a disminuir la fuerza generada en la cadera afectada al reducir el trabajo del glúteo menor y medio. La fuerza es llevada por la extremidad superior a través del bastón para minimizar el desnivel pélvico en el lado contrario al peso del miembro inferior. Si el bastón es utilizado en el lado afectado, dicha cadera va a tender a cargar el peso del cuerpo cuatro veces más durante la movilidad.

Función:

El paciente usualmente utiliza el bastón para apoyarse del lado en que no se encuentra afectado para proveer soporte para el miembro inferior. El bastón avanza simultáneamente con el miembro inferior afectado. El peso es transmitido a través del brazo que sostiene el bastón.

Muletas:

En las muletas existen dos puntos de contacto con el cuerpo, lo cual genera mayor estabilidad. Existen dos tipos de muletas: las tradicionales con apoyo axilar y las canadienses.

Muletas Axilares

Son un tipo de órtesis que provee de soporte desde la axila hasta el suelo. Madera y aluminio son los materiales en los cuales se encuentran disponibles las muletas y ambas se pueden ajustar a distintas alturas.

Las muletas axilares estándar cuentan con dos apoyos verticales: uno a la altura del hombro y otro a la altura de la mano. La ventaja primordial de las muletas es que ayuda a transferir el 80% del peso del cuerpo del individuo. Las muletas axilares proveen un mejor soporte del tronco a diferencia de las muletas con apoyo en el antebrazo, además los pacientes pueden tener libres sus manos para realizar actividades al dejar la muleta recargada en la axila. Sin embargo, el paciente debe ser notificado de que al utilizar este tipo de objetos cuenta con la posibilidad de producirse una neuropatía braquial por una compresión sostenida; esto se ocasiona cuando los pacientes descansan el peso de su cuerpo constantemente en el área axilar y la muleta no se encuentra diseñado para esto. Las medidas para prescribir el uso de este tipo de muletas son las siguientes:

Determinar el largo de la muleta al medir la distancia que va desde el interior de la axila hasta 1.52 m. laterales al pie del paciente estando de pie. Una vez ajustada la altura del apoyo axilar se separa la muleta 76.2cm del pie del paciente y se coloca el travesaño para la mano. El codo del paciente debe ser flexionado 30°, la muñeca debe ser colocada en su máxima extensión y los dedos deben apretar el puño. El paciente debe ser capaz de levantar su cuerpo de 25.4 - 50 mm al realizar una extensión completa del codo.

Muletas Canadienses:

Permiten descargar de un 40 a un 50% del peso del paciente. Conocidas también como muletas con apoyo en antebrazo o bien bastones para brazo, este tipo de muletas requiere un buen control del tronco del cuerpo. El paciente necesita contar con seguridad para moverse. Con el largo adecuado de la muleta se coloca 76.2 mm separada con respecto al pie, la colocación de la mano es de la siguiente manera: el codo debe ser flexionado 20°, y la muñeca debe tener su máxima extensión y los dedos deben empuñar la muleta.

Ventajas:

- La movilidad es más fácil y segura.
 - Este tipo de muletas son un buen sustituto de los bastones por que el apoyo en el antebrazo estabiliza la muñeca al realizar el desplazamiento del cuerpo.
 - Las manos del paciente están libres para realizar cualquier tipo de actividad mientras el peso del cuerpo es soportado por el antebrazo por medio de las abrazaderas.
- El paciente no debe preocuparse por que las muletas se caigan, ya que se encuentran sujetas a su cuerpo.

Andaderas:

Tanto las ventajas como desventajas están contempladas cuando se prescribe una andadera en función del padecimiento y las necesidades del paciente:

Ventajas:

Máximo soporte para el paciente.

Desventajas:

- Se genera una mala postura y malos hábitos al caminar
- Se provoca un andar lento
- El uso en espacios interiores es limitado. (10)

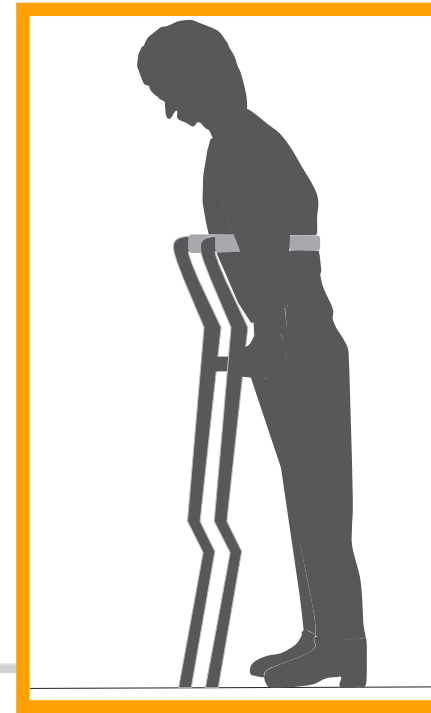


Fig. 2.12 Muletas con apoyo en axila

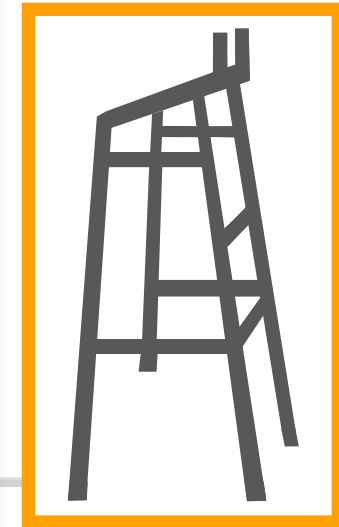


Fig. 2.13 Andadera cuatro puntos

productos análogos de muletas







Imagen	Materiales	Función	Interacción con el usuario.	Concepto formal	Precio al público
 <p>Muleta axilar de madera.</p>	Cuerpo de madera Apoyo axilar de plástico	Muleta con apoyo en el área axilar y en la palma de la mano. Altura ajustable.	Su apoyo se coloca entre la axila del paciente; sin embargo comúnmente causa molestias. Cuenta con poca resistencia. Altura ajustable.	Su configuración exactamente igual que la muleta de madera de la primera guerra mundial.	\$400.00
 <p>Muleta axilar de aluminio</p>	Cuerpo de aluminio Apoyo axilar y regatón de plástico.	Muleta con apoyo en el área axilar y en la palma de la mano. Altura ajustable.	Su apoyo se coloca en la axila del paciente; sin embargo comúnmente causa molestias debido a que este apoyo no cuenta con un diseño apropiado. Más ligeras que las de madera.	Su configuración formal coincide con su antecesor, la muleta de madera. Su forma sigue siendo llevada con respecto a su función. Principio de proximidad.	\$500.00
 <p>Muleta axilar de titanio</p>	Elaboradas en titanio. Los apoyos para la axila y para las manos son elaborados de un componente unicelular suave. El peso es de 500 gramos.	Muleta con apoyo en el área axilar y en la palma de la mano. Altura ajustable.	Se busca que el objeto no sufra desgaste: por ello la manufactura de este producto es personal, por lo cual ya no tiene la necesidad de ajustar la altura.	Los avances que se le hace se refiere más a aspectos de materiales e interacción con el usuario. El aspecto formal se mantiene igual que en los casos anteriores.	
 <p>Muleta shepherd</p>	Elaboradas en titanio, la estructura principal está conformada por una sola pieza. El regatón está elaborado por medio de un material que absorbe el impacto.	Muleta con apoyo en el área axilar y en la palma de la mano. Altura ajustable.	Son muletas que se elaboran a la medida del cliente con la finalidad de evitar un mecanismo de ajuste de altura que representa un desgaste para la estructura.		
 <p>Muleta para antebrazo</p>	Ligera con un peso entre 100 y 200 gramos. Se utiliza titanio para darles mayor resistencia.	Sujeción a nivel de antebrazo y apoyo gracias a un travesaño de puño.	Tiene una sujeción a altura del antebrazo evitando que la muleta se caiga teniendo libres las manos.	Cuenta con la innovación de la abrazadera que cambia su configuración formal.	\$ 4,000.00
 <p>Muleta warm spring</p>	Elaborada en titanio y cuenta con abrazaderas de neopreno para brindar protección al paciente. Construida en una sola pieza.	Abrazadera a nivel de brazo y antebrazo y un apoyo en un travesaño de puño.	Utilizada por pacientes que cuentan con problemas en miembros superiores e inferiores.	Rediseño de las muletas utilizadas por el presidente Roosevelt, las innovaciones radican en aspectos productivos y ergonómicos más que estéticos.	\$ 7,000.00

Tabla 2.1 Comparación de productos en el mercado Agosto 2006.



Imagen	Materiales	Función	Interacción con el usuario.	Estética	Precio al público
 <p>Muleta para antebrazo portátil</p>	Ligera con peso cercano a los 500 gramos. Se utiliza titanio para darles mayor resistencia. Estas ventajas se encuentran reflejadas en el precio del producto.	Sujeción a nivel de antebrazo y apoyo gracias a un travesaño de puño. Es portátil.	Ergonómicamente tienen una innovación, ya que la sujeción es a la altura del antebrazo en forma de abrazadera evitando que la muleta se caiga teniendo libres las manos y se puede guardar cuando no está siendo utilizado.	Fisicamente cuenta con la innovación de la abrazadera cambiando su configuración formal.	\$ 3.500.00
 <p>Muleta con apoyo en antebrazo cuatro puntos de apoyo</p>	Tubular de aluminio pintado. Mango de vinil texturizado. Altura 56.8 a 70.4 cm. Peso: 900 gramos.	Sujeción a nivel de antebrazo creando un apoyo para mejorarla de movilidad.	Para pacientes que no cuentan con la fuerza suficiente para apoyar los miembros superiores y este diseño mejora esta situación. Se puede ajustar tanto en altura como en la parte de sujeción.	El único avance estético fue el cambio de colores para buscar que fuera más llamativa para el cliente. Dirigida también para el mercado infantil	\$3000.00

Tabla 2.1 Continuación: Comparación de productos en el mercado

La tendencia de estos objetos es la utilización de materiales más ligeros en su producción, existe en el mercado tres tipos: las de madera que son económicas, las de aluminio que son el punto medio de estos auxiliares de marcha y las de titanio que representan un mayor gasto para los usuarios. Básicamente la función es proporcionar un apoyo cuando existe una deficiencia en algún miembro inferior. Sin embargo, las innovaciones radican según el área en donde se realiza el apoyo. Por ejemplo, se ha modificado el apoyo axilar hasta crear una abrazadera a nivel de antebrazo. Estos cambios se han dado debido a todas las complicaciones que las muletas estándar han ido creando, sin embargo sigue careciendo de aceptación por parte del mercado potencial al mismo tiempo que no cuenta con algún atractivo visual que llame la atención del comprador y/o usuario final, ya que cuando son adquiridas no importa tanto su estética como su función.

Existen avances a nivel de producción sin embargo el costo se incrementa representando una desventaja, provocando que estas muletas sólo puedan ser adquiridas por un sector social muy reducido de usuarios.



Fig. 2.14 Tendencia de precios en el mercado (11)

En este cuadro comparativo se hace una clasificación de los diferentes productos que existen en el mercado, dividiéndolos principalmente por el factor de precio para el usuario; se denota claramente una franja que corresponde al mercado no cubierto por ningún producto y que puede ser adquirido por un porcentaje alto de pacientes. Este rango de precio da la posibilidad de utilizar procesos productivos que puedan mejorar la concepción del producto; esta observación plantea claramente una oportunidad de negocio y es aquí en donde este proyecto busca insertar el producto, pues es claro que es un mercado que no ha sido atacado y se puede abrir la posibilidad de crear un nicho fuerte para este tipo de productos, con un desarrollo biomecánico, productivo y estético.



Fig. 2.15 Accesorios para las muletas

funcionamiento de los auxiliares de marcha: muletas

Si se ha sufrido en algún momento de fractura a nivel de pierna o pie, o bien procedimientos quirúrgicos en alguno de los miembros inferiores, o la pérdida de los mismos, existe una probabilidad alta de que se tengan que utilizar auxiliares de marcha como pueden ser muletas, bastón o andadera. Para ello se debe entender correctamente el funcionamiento de los mismos, para poderles sacar el mayor provecho posible. Sin embargo, para este caso de estudio únicamente se analiza lo referente a la función de las muletas y cómo se deben utilizar.

Muletas

Este tipo de auxiliares se recomienda cuando existe algún tipo de lesión o bien ha existido procedimiento quirúrgico y se requiere cargar el peso de la pierna o pie. La parte superior de la muleta debe alcanzar de 25.4 a 38.1 mm por debajo de la axila cuando se está completamente parado. Las empuñaduras de la muleta deben estar a la altura de la línea de la cadera. Los codos deben flexionarse ligeramente cuando se están usando las empuñaduras. Se debe detener fuertemente la parte superior de la muleta al costado del cuerpo y se utilizan las manos para absorber el peso. La parte superior de la muleta no debe presionar el área de las axilas, puesto que puede provocar lesiones en los nervios.

Al caminar: Se debe balancear ligeramente hacia atrás y colocar las muletas un pie delante de uno. Primero se da el paso, pero en lugar de utilizar la extremidad inferior lastimada se debe cargar el peso hacia la muleta. El cuerpo tiende a balancearse hacia delante entre las muletas. Se cierra el movimiento al avanzar la extremidad no afectada: cuando ésta se encuentra tocando el piso se deben avanzar las muletas hacia delante para continuar con el movimiento.

La concentración se dirige hacia el lugar donde se está caminando y no en la extremidad que se debe mover.

Sentado: se coloca el miembro afectado en frente y ambas muletas en una sola mano. Con la otra mano se toca el asiento de la silla y apoyarse en éste para levantarse, colocando las muletas de modo que puedan ser tomadas con facilidad; colocadas en la mano que corresponde a la extremidad sana empieza a empujar hacia arriba y ponerse de pie al apoyar todo el peso sobre la extremidad sana.

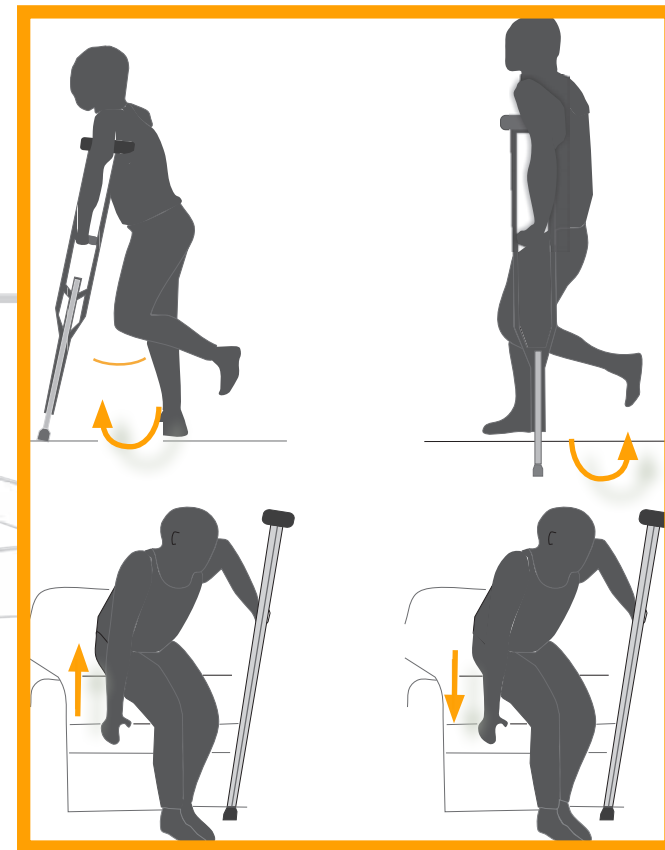


Fig. 2.16 Esquemas del uso de muletas al caminar y levantarse de una silla

Escaleras: Para subir y bajar escaleras se necesita tener tanto fuerza como flexibilidad en el tronco del cuerpo. En primer lugar se coloca de frente a las escaleras, se toma el pasamanos con una mano y con la otra se toma las muletas y se colocan por debajo de la axila del lado que no se encuentra lastimado. Cuando se van a subir las escaleras se debe ir hacia delante con la extremidad no lastimada, manteniendo la otra levantada en la parte de atrás tomando un escalón a la vez. Si se encuentra con una escalera que no tenga pasamanos, se utilizan las muletas una debajo de cada axila y brincar al siguiente escalón utilizando la extremidad que no está lastimada; esta actividad requiere de una fuerza mayor.(12)

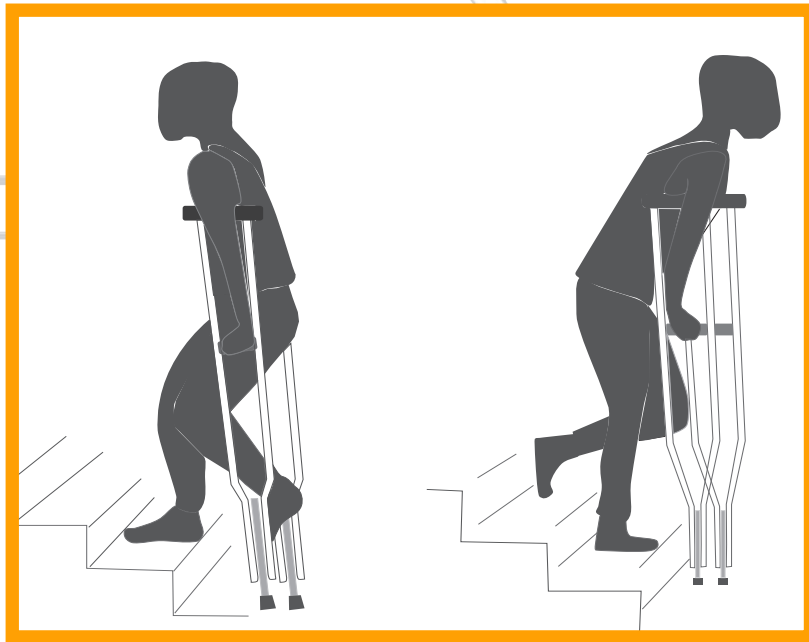


Fig. 2.17 Esquemas del uso para subir y bajar escaleras

evolución biomecánica de las variaciones del diseño de la muleta

Es importante para las personas con cualquier discapacidad motriz ser capaces de utilizar de una manera confortable los auxiliares de marcha. Estar de pie y caminar adecuadamente permite un mejor crecimiento de huesos, mejoramiento en el sistema circulatorio, reducción de infecciones urinarias y reducción de infecciones por lesiones que causen presión en alguna parte del cuerpo. El uso de muletas ofrece ventajas tanto psicológicas como fisiológicas de las que no puede gozar una persona si utiliza silla de ruedas. El uso de muletas ayuda a que las personas puedan tener un desplazamiento con mayor libertad. Sin embargo, las muletas convencionales pueden presentar numerosos problemas para los usuarios y es por ello que muchas veces llegan a representar un estorbo más que un beneficio.

Las muletas tradicionales con apoyo axilar transmiten las fuerzas de manera desigual tanto a las muñecas como a los hombros, causando lesiones a los usuarios. Muchos llegan a sufrir molestias en el área axilar, cuando se presionan ciertos nervios de dicha área, provocando una parálisis parcial o total de los músculos del brazo y de la mano. Un usuario puede recuperarse rápidamente de esta situación al interrumpir el uso de las muletas. Sin embargo, existen casos más complicados debido al uso prolongado de muletas axilares, como por ejemplo la formación de un aneurisma o de un trombo en la arteria axilar. Otro factor que llega a molestar a los usuarios es el ruido que se llega a percibir cuando el sujeto empieza a caminar.

Existe una tendencia a modificar el diseño de las muletas estándar, entre las que se destaca el diseño de las muletas canadienses, que son una combinación de una muleta axilar y las muletas con apoyo en el codo. Sin embargo, los diseños no han generado mucho interés ni han representado un avance marcado para los usuarios de estos objetos.

Es importante desarrollar una muleta que sea más **eficiente, segura y confortable para los usuarios**. Aproximadamente el doble de energía es requerido para caminar con muletas y las personas con esta necesidad no deberían gastar tanta energía únicamente en la actividad de caminar. Actualmente existen dos diseños de muletas generalmente son prescritos a los pacientes temporales es el caso de: muletas axilares y muletas con soporte en el antebrazo. A continuación se describirá cada una de ellas tomando en cuenta las ventajas y desventajas que presenta su diseño.

Muletas Axilares:

Son muletas que cuentan con una empuñadura así como con un travesaño que se coloca en un costado del cuerpo por debajo de la axila. Este tipo de muletas es utilizado generalmente por pacientes temporales. Algunas veces las personas evitan su uso debido al alto número de problemas que se presentan al utilizarlas principalmente en el área de la mano, brazo y axila. En 1979 se realizó un estudio en el cual unos sujetos caminaban con muletas axilares y otros con muletas canadienses, lo que arrojó como resultado que existía un incremento del 20 % en el ritmo cardiaco de las personas que utilizaban las muletas axilares. Los investigadores concluyeron que esto podía deberse a una estimulación artificial del corazón debido al contacto del travesaño axilar con la caja torácica.

Otro estudio que se realizó fue comparar la cantidad de oxígeno utilizado al usar las muletas axilares y las muletas con apoyo en codo durante la deambulaci3n. Se encontró que el oxígeno requerido cuando se usaban las muletas axilares era menor que con las otras, concluyendo que se requiere menor energía con las primeras. Sin embargo, existen estudios que no encuentran diferencia en el consumo de oxígeno con referencia al tipo de muleta empleado por el paciente.

Muletas con apoyo en codo:

Son también conocidas como muletas para antebrazo; como las muletas axilares, tienen una empuñadura pero únicamente obligan a tener extendido el codo. No existe ningún travesaño en el área axilar, por lo tanto no existen fuerzas que lastimen esta zona; sin embargo, siguen existiendo puntos de fuerza a la altura de mano y muñeca. Se han hecho estudios donde se demuestra que este tipo de muletas requieren mayor energía para realizar el movimiento de desplazamiento. Principalmente son utilizadas por paciente temporales.

Las fuerzas corporales:

El apoyo que se centra en el regat3n se transforma en fuerzas que son transferidas directamente a la mano, muñeca y al área axilar, determinando que las dos fuerzas más importantes que actúan sobre el cuerpo son las fuerzas horizontales en el área axilar y la descarga total que se da en la mano. Estudios han revelado que el peso total del cuerpo es soportado por las manos y se combina con la inercia. Sin embargo, la axila sólo la afectan las fuerzas horizontales. En 1982 como resultado de un estudio se determinó que el punto máximo de la fuerza horizontal del cuerpo sobre la axila ocurre en el punto máximo de la etapa de oscilaci3n. De acuerdo a este estudio las manos de los usuarios de las muletas soportan del **1.1 al 3.4 veces el peso corporal y la axila soporta una descarga horizontal de 3 al 11% de su peso corporal**. Se ha demostrado que cuando se utilizan correctamente las muletas axilares, el área axilar ha descargado alrededor del 5% del peso corporal, pero cuando se utilizan incorrectamente se descarga alrededor del 34% del peso corporal.

Condiciones Médicas:

Existen varias complicaciones médicas que han sido documentadas. Parálisis en el área axilar es uno de los más serios problemas causados por el uso de muletas axilares.

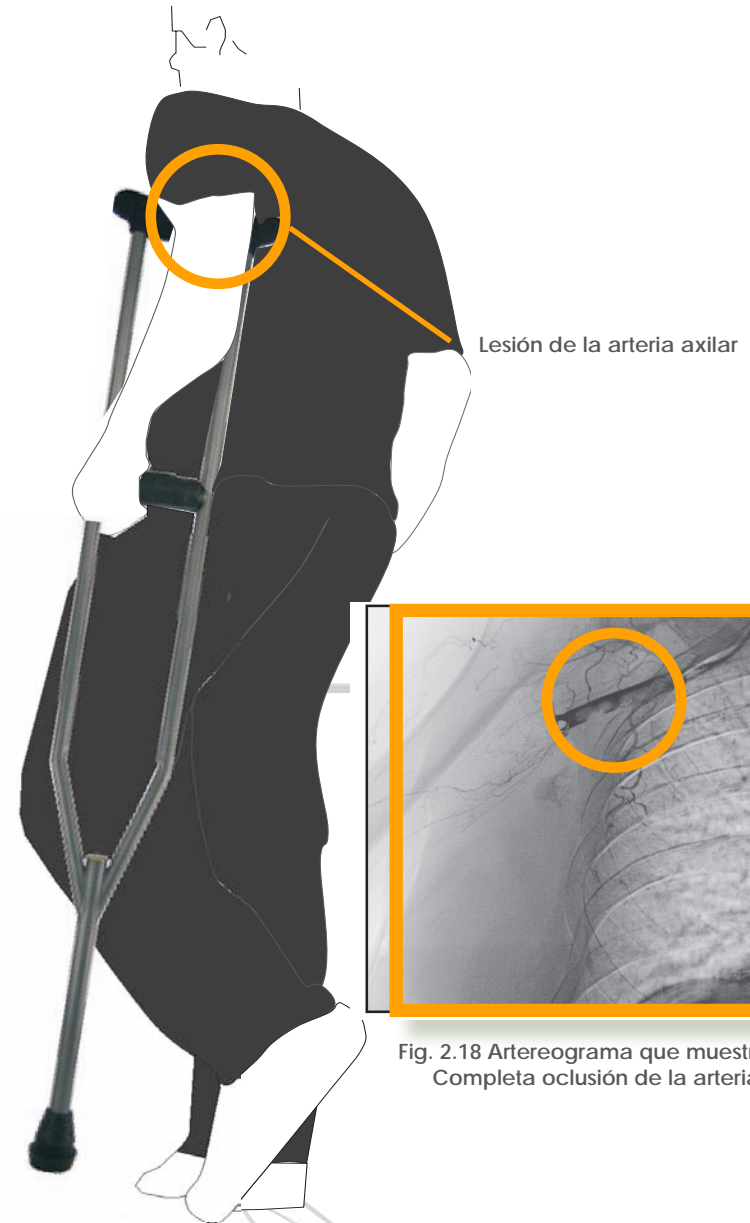
Esto puede provocar que los pacientes tengan lesiones a nivel de los nervios radial y ulnar, lo cual puede provocar que los conductos de esos nervios se bloqueen. Otro factor que puede presentarse debido al uso de muletas es la aparición de acné en esta área debido a las lesiones que se pueden provocar por la presión y fricción que existen con estos objetos. Una situación más grave es la formación de un aneurisma debido al roce que ocurre con el travesaño axilar, que puede conllevar a la formación de un trombo en esta área. Si se padece esto, el usuario debe ser intervenido quirúrgicamente utilizando un injerto como puente para cerrar el hueco formado en la arteria.(13)

Desventajas en el diseño de la muleta tradicional y lesiones que produce. Casos de estudio.

La mayor desventaja de las muletas axilares es que utilizan la zona axilar para cargar peso, siendo que la misma no está preparada para ello. Miles de personas alrededor del mundo han sufrido lesiones debido al uso de este tipo de muletas y los principales problemas asociados con el diseño de las muletas se pueden enlistar de la siguiente manera:

- El uso de las muletas es incómodo.
- Las muletas axilares distribuyen pobremente las fuerzas de desplazamiento del cuerpo.
- El esfuerzo físico requerido para el desplazamiento sólo se distribuye en algunos músculos no es equitativo.

Estos puntos serán considerados al estar realizando la etapa de conceptualización del producto. El uso constante de muletas axilares es asociado con una enfermedad Trombo-embólica-axilo-braquial. Al apoyar el travesaño axilar directo en esta área repetidamente se provoca un trauma en la arteria axilar que conlleva a la formación de una estenosis o un aneurisma.(14)



13.-SEGURA A, MC NAIR S, STATE P. "Biomechanical Evaluation of Crutch Design Variations" Departments of Kinesiology, Mechanical Engineering, Bioengineering, Orthopedics and Rehabilitation Penn State. 2002. Pp 55-56

14.-B MCFALL, N ARYA, C SOONG, B LEE, R HANNON. "Crutch induced axillary artery injury" The Ulster Medical Journal, Volume 73, No.1, pp 50-52 . Mayo 2004.

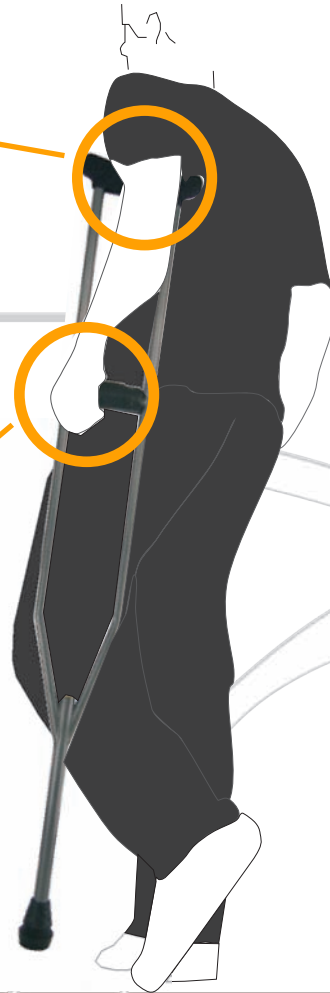
Fractura por estrés del hueso ulnar. Una niña de once años de edad fue ingresada al hospital con dolor en el antebrazo y sin ningún trauma previo. Ella había estado usando muletas de aluminio debido a un tratamiento de osteocondritis disecante de la rodilla derecha. En la palpación se observó que en el antebrazo izquierdo existía dolor, rigidez y una mínima hinchazón en el tercio medio y distal del hueso ulnar, aunado a un dolor mínimo al realizar pronación y supinación del antebrazo y la flexo-extensión de la muñeca y codo. (15)



Fig. 2.19 Lesión del nervio torácico largo



Fig. 2.20 Fractura ulnar por estrés



Al prescribir muletas axilares se debe considerar las consecuencias que puede traer el mal uso de dichos auxiliares por ejemplo: el caso de un paciente de 42 años de edad con una parálisis de nervio torácico después de usar muletas axilares. Conforme fue progresando el paciente comenzó a utilizar una muleta axilar del lado derecho. Esto forzó a que recargara la muleta en costado del pecho, provocando una parálisis del nervio torácico largo. (16)

Propuestas. Innovaciones actuales.

Se analizan 3 conceptos de muleta con la finalidad de retomarlos y aplicarlos como oportunidades de diseño.

Muletas Canadienses:

Son básicamente una combinación entre las muletas axilares y las de antebrazo, cuentan con una abrazadera que se coloca alrededor del antebrazo que está diseñada para reducir la cantidad de fuerza transmitida al área axilar durante la deambulacion. Existen estudios que enfatizan que la muleta canadiense reporta los niveles más bajos de palpitations cardiacas comparada con otro tipo de muletas y al mismo tiempo muestra los niveles más bajos de gasto energético con respecto a las demás muletas. Se deduce que el uso de muletas canadienses es mucho más eficiente que las demás, ya que permiten una mayor distancia de movilidad por unidad de energía gastada.

Muletas Rocker- Bottom

Esta idea se remonta en 1918 se desarrolló una muleta con una modificación en la base en donde se adaptaba una especie de arco que proporcionaba un movimiento de oscilación.

15.-SUAREZ, G. GARCIA; GARCIA, J. GARCIA; CARRO, L. PEREZ. -" Stress Fracture of the Ulna Associated With Crutch Use". Servicio Ortopedia Infantil, Hospital Marqués de Valdecilla, Santander, España Septiembre 7, 2000.

16.-MURPHY, Michael Thomas BPhy, BHMS; Journeaux, Simon Francis BSc, FRCS(Orth), FRACS "CASE REPORTS: Long Thoracic Nerve Palsy after Using a Single Axillary Crutch" From the Physiotherapy Department, Mater Adult Hospital, South Brisbane, Queensland, Australia. Received: August 17, 2005. Revised: December 9, 2005. Accepted: January 10, 2006

Entre las ventajas con que cuenta están la rapidez de deambulación, mayor número de pasos, menor es latidos de corazón y la seguridad del paciente; sin embargo, cuenta con poca aceptación ya que presenta desventajas como inestabilidad y está clasificada como un objeto pesado.

Muletas Spring-loaded

Cuentan con un sistema que actúa como resorte en la base de la muleta y que permite disminuir el impacto que se recibe en la mano y muñeca entre el 20% y el 25%; su principal ventaja es la de proporcionar una absorción del impacto y las desventajas radican en que tiene muchas piezas móviles, no es un objeto rígido y no permite un movimiento adecuado durante la etapa de oscilación.



Fig. 2.21 Bastón: movimiento



Fig. 2.22 Rocker-Bottom

Existen dos casos de estudios en donde se hacen propuestas biomecánicas innovadoras y las toma en consideración para el nuevo diseño.

Métodos de estudio:

Este estudio evalúa si existen o no diferencias entre las fuerzas que se generan cuando se cambian los puntos de aplicación de la fuerza en las travesaños tanto en la zona axilar como de la empuñadura. Se tomaron como referencia dos muletas auxiliares, en ambas se colocaron travesaños de madera tanto en la zona axilar como en la empuñadura. Las variaciones que se hicieron fueron que en una de ellas se colocó el travesaño de puño con un ángulo de 17° en desviación ulnar; también se le colocó un medidor de presión para registrar la cantidad de presión aplicada en el eje de las "x", en el eje de las "y" y la máxima presión al realizar movimiento de oscilación. Ocho personas sin ningún problema músculo-esquelético entre las edades entre 19-24 años participaron para dicho estudio. Ninguno en realidad necesitaba ningún tipo de asistente para marcha. Tampoco se tomaron en consideración padecimientos como el sobrepeso y la obesidad. A cada uno se le dieron instrucciones de cómo caminar con las muletas utilizando el sistema de marcha oscilatoria. Se les explicó que casi todo el peso corporal debe ser llevado al área de la mano y no a la de la axila. Se les dieron cinco minutos de práctica para que se sintieran cómodos durante el uso de las muletas, posteriormente se les dio un tiempo para descansar y continuar con las pruebas de las diferentes configuraciones de las muletas. Cinco de los ocho usuarios determinaron que preferían el uso de la empuñadura de la muleta estándar debido a que la forma de agarre era mucho más sencilla y pequeña, ya que cuando se realizó el estudio no se tomó en consideración la forma del travesaño de la otra muleta, lo cual sí causó alguna diferencia.

El travesaño que se encontraba totalmente horizontal sólo concentró el peso en un solo punto evitando la distribución equitativa del mismo; **por el contrario el travesaño con ángulo potencialmente provee más confort a los usuarios de las muletas, ya que distribuye el peso del cuerpo en toda la mano y no en un solo punto.**(17)



Fig . 2.23 Muletas para experimentación
"Biomechanical Evaluation of Crutch Design Variations"

El diseño de una muleta de materiales compuestos. (18)

La deambulaci3n mediante el uso de muletas toma el doble de energa que cualquier manera normal de andar y puede llevar a tener lesiones a nivel de mano y brazos. La muleta con apoyo en antebrazo que se describe a continuaci3n busca solucionar dichos problemas. Est3 compuesta de una sola pieza fabricada en material compuesto y tiene una curva en forma de S en el cuerpo principal que la provee de un medio para absorber los impactos y regresar la energa, con la meta de reducir el impacto y lesiones repetitivas. Se busca que sea m3s ligera y durable que los productos actuales . La parte del apoyo a nivel de antebrazo da soporte a la mu1eca para proveer mayor confort y apoyo; esto mismo se conjunta con una apariencia de alta tecnologa. El primer paso fue realizar una serie de entrevistas para evaluar los objetos actuales, creando una lista de requerimientos para el nuevo producto:

- 1.- Soportar el peso de un usuario
- 2.- Emplear tanto la absorci3n del impacto como el regreso de energa.
- 3.- Durable
- 4.- Ligera
- 5.- Maximizar la movilidad
- 6.- Facilidad de cercanfa del objeto
- 7.- Confort
- 8.- Realizar actividades de una manera silenciosa
- 9.- Brindar apoyo para la autoestima del paciente.

18.-DOROTA SHORTELL, MSME; JEFF KUCER, MSME; W. LAWRENCE NEELEY, BSME; MAURICE LEBLANC, MSME, CP. "The design of a compliant composite crutch" Stanford University, Department of Mechanical Engineering, Design Division, Stanford. Journal of Rehabilitation Research and Development Vol. 38 No. 1, January/February 2001

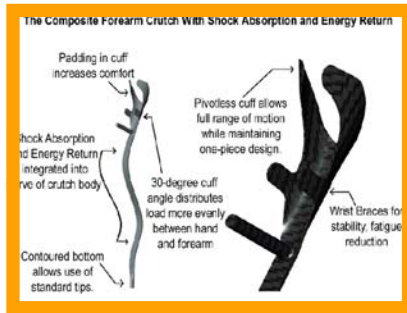


Fig . 2.24 Bocetos

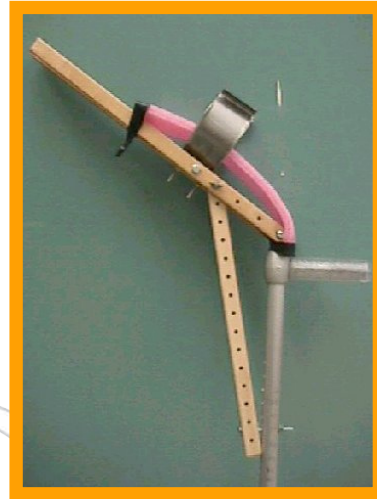


Fig. 2.25 Prototipo de ángulo

SEl primer cambio que se plantea es la empuñadura con cierto ángulo con la finalidad de reducir la carga que se pone en el brazo y la muñeca. El prototipo permite ajustar entre los 20 y 90 grados con incrementos de cinco grados. Este concepto también fue explorado por Nils Hageberg.

Un apoyo para la muñeca fue producido en respuesta al dolor que se siente en la mano y muñeca cuando se está utilizando la muleta. Como se observo al probarlo con los usuarios, un agarre con gran fuerza es utilizado para mantener estabilidad cuando el máximo de la carga es aplicado. Para compensar, se colocaron elementos que abrazan a la muñeca para estabilizarla y permitir un agarre más relajado.

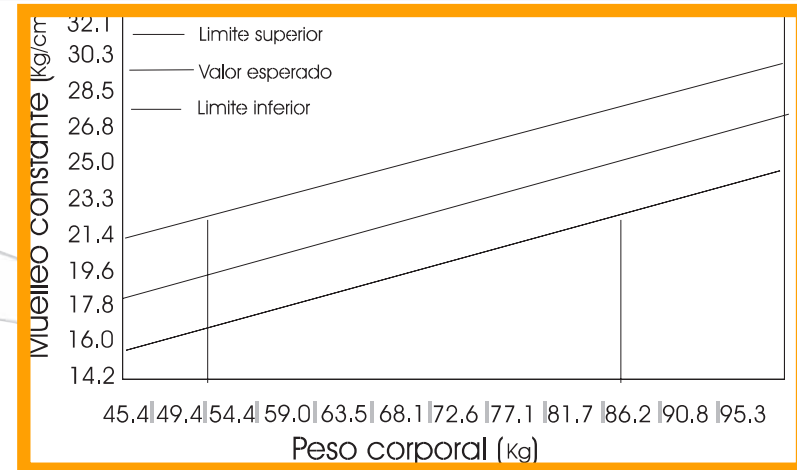
Aunque el prototipo sí consiguió su meta al ser utilizado por los pacientes se notó que existía una desventaja que era el no poder liberarse de la muleta cuando existía una caída. Se realizó un estudio para entender la geometría que se iba a utilizar para el apoyo del antebrazo.

El segundo cambio parte de las sugerencias de usuarios entrevistados expresaron la necesidad de tener una parte que absorbiera el impacto en sus muletas. Como respuesta se colocaron unos resortes cuyo funcionamiento oscilara entre los 55 a 409 kg/cm. Obteniendo lo siguiente.

1.No se puede aceptar que exista algún movimiento brusco cuando el resorte alcanza la parte final de su recorrido. Esto fue unos de los puntos que el usuario señaló para rechazar el producto.

2.Si la fuerza del resorte es menor a 90 kg/cm. es aceptable por una persona adulta.

En la **Gráfica 2.2** se evalúa el tipo de resorte de acuerdo al peso corporal del paciente.



Gráfica 2.2 Evaluación del tipo de resorte contra el peso corporal.

El primer prototipo que se elaboró fue de fibra de vidrio y en su interior contenía resortes helicoidales de compresión y un ángulo de antebrazo de 45°. Las conclusiones fueron las siguientes:

-El resorte que se utilizó sí debe de continuar para las siguientes muestras.

-Se debe encontrar alguna manera para tener absorción al impacto

-Se debe reducir de 45° a 30° el ángulo del apoyo para antebrazo para incrementar la estabilidad

-El apoyo para abrazar la muñeca debe utilizarse justo en la unión de la muñeca

-Todas los apoyos deben ser cubiertos con un material que prevenga el contacto directo con la piel e incremente el confort.

Prototipo final

Los rasgos identificados en el primer prototipo fueron incorporados en el diseño final. Requerimientos adicionales fueron suscritos: como eran durabilidad, ligereza, confort, uso silencioso y una estructura formal. Se utilizaron materiales compuestos de fibra de carbón. Este acercamiento permitió implementar el mecanismo de resorte para que fuera integrado a la misma estructura y toda la muleta pudiera ser hecha de una sola pieza.

Para incorporar la absorción de impacto directamente en el cuerpo de la muleta se tomó la inspiración de las prótesis para pie. Después de una serie de pruebas con diferentes geometrías el equipo de diseño sugirió una curva en forma de "S". El efecto de resorte se logra al unirse los dos arcos de la "S". Conforme la fuerza es aplicada cada curva se comprime y absorbe el impacto. Cuando se deja de ejercer fuerza todo regresa a su posición original y se obtiene energía residual de regreso. La última parte del estudio consistió en descubrir la geometría de la abrazadera para el antebrazo.

La solución final tiene dos lados que rodean en la parte superior del antebrazo y sólo están separadas 50 mm. Esto funciona como un mecanismo de fácil liberación debido al material con que están fabricadas. El apoyo se encuentra a unos 30° y tiene otro alrededor de la muñeca.

Modelo del elemento finito

Se analizaron las posibles desviaciones del movimiento y se llegó a la siguiente conclusión: Existen cuatro posibles parámetros que pueden reducir dicha desviación: incrementar el espesor de la curva, disminuir el ángulo de la empuñadura, reducir la cantidad de curvatura en la parte superior de la figura y cambiando la cumbre de la curva superior. Un cambio en el espesor de la parte superior de la curva no era deseable debido a que complicaría el proceso de manufactura. Disminuir el ángulo de la empuñadura no era favorable debido a que las manos iban a cargar mayor peso. Por esto la solución que se escogió fue la de cambiar la curvatura y la cumbre de la parte superior de la curva. La última optimización fue la de desplazar la curva entre 12.7 y 25.4 mm hacia dentro.

Visión final del producto:

La curvatura en S puede ser realizada en diferentes espesores cumpliendo las necesidades de cada individuo según su peso, englobándolas en ligeras, medianas y pesadas. La muleta será cortada al largo que de del piso hasta el agarre. Todas las muletas pueden ser fabricadas en la medida más larga y posteriormente pueden ser cortadas y adaptadas a las necesidades del paciente.

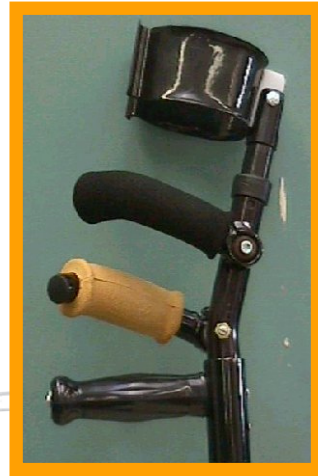


Fig 2.26 Prototipo del soporte para muñeca

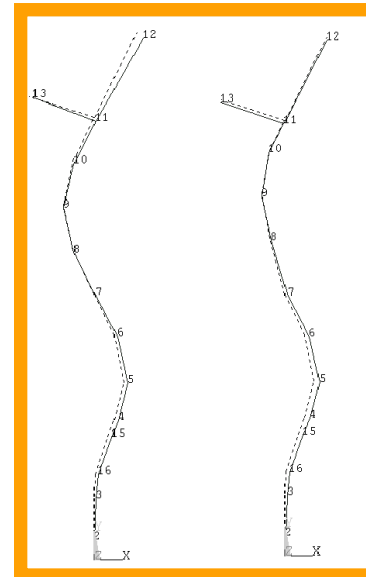


Fig. 2.28 Configuración estructural



Fig. 2.29 Vistas del prototipo final



Fig 2.27 Prototipo del soporte para muñeca



Fig. 2.30 Vistas del prototipo final



Fig. 2.31 Prototipo final

El alto costo de manufactura es un problema potencial. Los materiales compuestos son típicamente muy elevados en costos. Para mantener las muletas en un precio razonable, el proceso de manufactura deberá ser explorado con mayor detenimiento. Las posibilidades incluyen el uso de fibra de vidrio en lugar de fibra de carbón haciendo que el diseño se realice en dos partes. Uno de las mejoras que se plantea es buscar que el diseño permita hacer el objeto más compacto. Esto se puede lograr al poner un mecanismo en la parte de unión de ambas curvas para empalmarlas.

conclusión

En este capítulo se dió todo un panorama de como se atacará el proyecto por ello se llegó a varias conclusiones:

“El presente proyecto documentado no busca realizar estudios de bio-ingeniería pues no es la tarea del diseñador industrial quien, al contrario, se apoya en la información generada por instituciones, revistas, artículos, publicaciones electrónicas, etc, creando conceptos aplicables al producto, basada en aspectos ergonómicos y estéticos.”

Básicamente este modelo enfatiza que los diseñadores tienen la capacidad de resolver hasta cierto punto el producto, (simplemente forman parte de una cadena de eslabones en donde a fractura de dicha cadena afecta el resultado del modelo planteado), basándose en términos de interacción entre el usuario y el objeto enmarcando dos puntos importantes:

1° El funcionamiento del objeto resuelva en mayor medida las necesidades del usuario.

2° Experiencia de uso y percepción que se tiene sobre estos objetos.

En México 45 de cada 100 casos con discapacidad son de tipo motriz, ubicándola como la más importante en el país, haciendo claro que existe una oportunidad de negocio si se mejoran los productos que se utilizan para este tipo de discapacidad. Con base en toda la información generada y al tipo de características que cada padecimiento tiene se establece que existen dos tipos de mercado para el presente proyecto:

-Pacientes permanentes: entendidos como aquéllos que cumplan con una de las siguientes características: amputados de un miembro inferior, parapléjicos y hemipléjicos que cuenten con fortaleza muscular en miembros superiores y dominio de movilidad a nivel de tronco (mercado potencial)

-Pacientes temporales: aquéllos que hayan sufrido algún tipo de lesión en donde el uso del objeto es temporal, por ejemplo fracturas en miembro inferior, esguinces, post-operados de rodilla (mercado cautivo)

Al definir como se realiza la marcha normal se hace claro el concepto de funcionamiento del pie y sus fases de movimiento, lo que ayuda a crear un concepto para el proyecto **“la búsqueda de que el objeto a diseñar cree o imite lo más cercano el funcionamiento del pie, pues al final es la parte que está sustituyendo.”** Cada marcha patológica cuenta con sus diferentes características y es importante que al final el producto debe de cubrir las necesidades de dichas marchas pues son el mercado potencial.

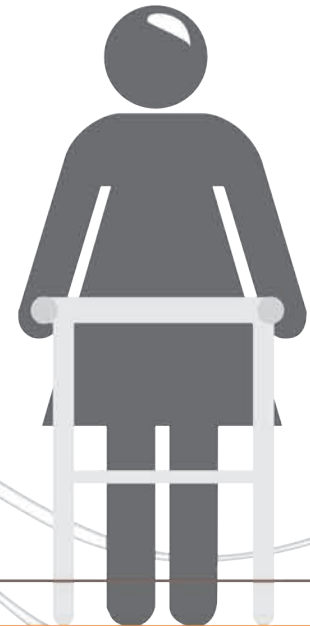
Como parte final de este capítulo se hace referencia a los tipos de auxiliares de marcha que existen, haciendo evidente que su uso depende del tipo de lesión con que cuenta el paciente, es en este punto en el que se clarifica qué objeto se va a re-diseñar, el cual será una muleta, debido a las oportunidades de innovación que se pueden lograr. Se desglosan los diferentes tipos de muletas que existen en sus factores: según los materiales, la función, la interacción con el usuario y el concepto formal dando un análisis claro sobre las características que han marcado este producto y cuáles serían los factores que se retomarían y cuáles serán modificados en el diseño, por ejemplo el apoyo en el área axilar será evitado. Es importante enmarcar que este análisis arrojó datos sobre el costo del producto y enfatiza la idea de que existe un rango de precios que no ha sido atacado por los productos y abre la posibilidad de que este proyecto cubra dicho rango creando una oportunidad de negocio, pues al final un diseñador industrial tiene como objetivo colocar productos exitosos en el mercado.

Otro sub-tema hace referencia al estudio sobre el funcionamiento del objeto, es decir cómo el usuario se desplaza con él en diferentes escenarios como por ejemplo: subir y bajar escaleras, sentarse y desplaza por sí solo; lo anterior clarifica que actividades como mínimo se deben realizar correctamente.

Al mismo tiempo que se ha evaluado en términos funcionales se hace un análisis del desarrollo biomecánico desde las desventajas de los diseños actuales, las lesiones que provocan, hasta las propuestas actuales tanto en términos de prototipos hasta productos comerciales. Esto sirve para retomar conceptos y conjuntarlos en una propuesta de diseño enfatizando uno de **los objetivos del modelo de interacción entre disciplinas que es lograr interpretar tanto las necesidades del usuario como la información generada por el área de investigación, reuniéndola en un objeto-producto que se introduce en un mercado meta específico con la finalidad de ser adquirido y cubriendo las necesidades de dicho mercado.**

capítulo 3

definición del proyecto



objetivos

Crear un perfil de producto, así como 3 conceptos que plasmen las bases a considerar para la etapa de diseño de producto. Realizar una etapa de experimentación donde se registren las diversas pruebas que se le apliquen al simulador diseñado. Plantear la propuesta formal final del producto *Spiral Crutches*

3.1 pdp

perfil de diseño de producto

Aspectos generales:

Auxiliar para marchas patológicas de tipo muleta, basado en estudios biomecánicos y ergonómicos existentes hasta el día de hoy, cumpliendo con las necesidades del usuario. Estos productos son prescritos para personas con imposibilidad de realizar traslados de forma independiente o con alteraciones del tono muscular y el control voluntario en miembros inferiores; sin embargo, una característica importante para poder utilizar este producto, es que el paciente debe ser capaz de **levantar su propio peso** para poder realizar las fases del movimiento, por lo cual debe existir un dominio del equilibrio y fuerza en las extremidades superiores.

Aspectos de mercado:

Aunque es difícil precisar la incidencia de la discapacidad en México, existen elementos para afirmar que tiende a aumentar. Según el Censo 2000, las personas que tienen algún tipo de discapacidad son **1 millón 795 mil**, lo cual representa **1.8% de la población total**.⁽¹⁾ El mercado que atienden los auxiliares de marcha corresponde principalmente al grupo conocido como discapacidad motriz que cuenta con poco más de **814 mil personas** con capacidades recidivantes de deambulación.

De este número se estima que aproximadamente el 35 % utiliza dispositivos auxiliares como son las muletas, dado que es capaz de soportar su propio peso y el resto de la población utiliza la silla de ruedas. El producto a diseñar estará dirigido a dos grupos principalmente:

-Usuarios permanentes: aquéllos que cumplan con las siguientes características: amputados de un miembro inferior, parapléjicos y hemipléjicos que cuenten con fortaleza muscular en miembros superiores y dominio de movilidad a nivel de tronco (mercado potencial).

-Pacientes temporales: aquéllos que hayan sufrido algún tipo de lesión en donde el uso del objeto es temporal, por ejemplo en el caso de fracturas en miembro inferior, esguinces, post-operados de rodilla (mercado cautivo).

Será adquirido ya sea por el propio usuario o por alguno de sus familiares en tiendas especializadas en ortopedia con posibilidad de expandirse a una distribución nacional en tiendas departamentales.

Este producto ayuda a facilitar las actividades de deambulación como son desplazarse de un lugar a otro, subir y bajar escaleras, rampas y banquetas (barreras arquitectónicas) al mismo tiempo que cuenta con ventajas ergonómicas con el fin de no lesionar al usuario y como último punto, no menos importante, se encuentra el ayudar a reducir el impacto emocional buscando la máxima integración del sujeto a la sociedad. Las ventajas que ofrece este diseño se enfocan principalmente en tres puntos: **el primero el factor ergonómico** que se reafirmará por medio del uso de investigaciones biomecánicas que ya se encuentran desarrolladas, donde se enfatizan puntos claves para el mejoramiento del producto; esto a **nivel de mercado** representará una ventaja competitiva, ya que buscará que el producto facilite la actividad de deambulación sin tener efectos secundarios (lesiones) en el usuario.

1.- INEGI "Las personas con discapacidad en México y sus características.", op. Cit.,

El segundo factor: el estético, en el cual el producto rompe el paradigma en el que se encuentra actualmente, ya que se ha demostrado que la constante en el uso de estos objetos es que el usuario enfatiza su situación de discapacidad haciendo que su integración a la sociedad sea lenta lo cual representa pérdidas a nivel personal como a nivel social. La nueva propuesta busca romper con lo anterior teniendo como finalidad que el producto ayude al usuario en el proceso de aceptación de su situación actual y que el rechazo de estos productos sea cada vez menor, se busca la inserción de este producto en el del mercado de objetos de uso personal, pues para los pacientes permanentes funciona así.

Aspectos de producción:

El tercer factor enfatiza el uso de **nuevos materiales** haciendo referencia a los aspectos de producción, buscando una innovación tanto en aspectos de fabricación como de utilización y compitiendo en el mercado con ventajas como durabilidad, resistencia y precio representando el punto medio con respecto a los productos ya existentes. Lo que busca este nuevo producto es colocarse en un punto intermedio con respecto a los objetos ya diseñados tanto en aspectos de peso, costos y fabricación y es por ello que busca utilizar un material que facilite esta situación, con la posibilidad de explorar soluciones en el uso de plásticos. Las ventajas que se buscan son: **un peso que oscile entre los 200 gramos (las de titanio) y 1 kilo (las de madera), resistencia, elasticidad y durabilidad, aumentando las expectativas de utilidad del producto.**

Para determinar el número de objetos a producirse se toman los datos proporcionados por el INEGI con respecto a la discapacidad motriz: se estima que de esa población de 814 mil personas el 35% utiliza muletas (*aunado a esto se suman todos los pacientes temporales que anualmente utilizan las muletas por periodos cortos cuyo valor numérico no es considerado por INEGI*), por lo cual se sugiere una producción inicial que cubrirá el 5.5%, lo cual representa 10000 pares (entendidas como 20,000 unidades anuales) y el resto conforme la demanda lo requiera.

Aspectos Funcionales:

Es un producto que funcionará como **una extensión de la mano** para poder realizar los pasos de la deambulacion; para lograrlo deberá contar con un apoyo a nivel de la mano para que se transfiera todo el peso del cuerpo hacia el piso.

Para que dicha transferencia sea más eficaz se retoman **investigaciones biomecánicas de la columna donde se afirman que para aumentar el grado de elasticidad y resistencia deben existir una serie de curvas que aumentarán dichas características y repartirán el peso con mayor uniformidad, concepto que utilizan los ejemplos que se describieron en el capítulo anterior.** Otra observación importante será la configuración de la base de sustentación que se busca ampliar con la finalidad de brindar mayor estabilidad mediante la imitación del pie.

Aspectos Ergonómicos

Una de los objetivos principales del desarrollo biomecánico de este producto es **ampliar la base de sustentación**, tratando de compensar la misma del miembro inferior que no se puede apoyar; en las muletas actuales el regatón mide aproximadamente 5 cm de diámetro siendo insuficiente en pacientes con problemas de equilibrio, por lo que se retoma como **concepto básico la anatomía del pie.** Otro punto clave es el acomodo para el apoyo de la mano que debe seguir cierta inclinación para lograr **repartir el peso** de manera uniforme en esta zona. Debe existir un apoyo que evite lesiones a nivel de axila, codos y manos, por lo cual se sugiere un estudio biomecánico detallado de este punto. Se busca proporcionar equilibrio, resistencia y estabilidad que le dan un carácter de seguridad. Existe la posibilidad de plantear un producto plegable, pero se buscará primero cumplir con los factores ergonómicos y biomecánicos y posteriormente se le dará atención a este punto.

Aspectos Estéticos:

Durante mucho tiempo la configuración formal de estos productos ha respondido principalmente al desempeño de su función; sin embargo, se ha notado en usuarios permanentes que su uso representa un impacto emocional muy importante. La razón por la cual la imagen del producto ha permanecido sin alteraciones se debe principalmente a que son objetos que su configuración formal sigue su función. Por ello se retoman las diversas investigaciones biomecánicas para lograr un cambio en la configuración estética siguiendo una nueva definición de su funcionamiento que rompa la imagen actual que se tiene de dicho producto (**cambiando el paradigma funcional podría cambiar el paradigma estético**). En este factor se busca insertarlo dentro de los objetos de uso personal por lo cual su estética tiene que responder a tendencias de moda que en este momento caracterizan este tipo de productos, con la finalidad de que el paciente se apropie del producto y hasta cierto punto busque personalizarlo, adueñarse de él y así lograr romper los prejuicios sociales y personales que se encuentran en torno al uso de estos productos.

3.2 generación de conceptos

conceptos rectores del proyecto

El principal objetivo de este proyecto es desarrollar un nuevo concepto de muletas en las que se destacan conceptos como: estabilidad (**amplitud de la base de sustentación y simulación del funcionamiento y anatomía del pie.**), durabilidad, **absorción al impacto**, soporte del peso del usuario, ligeras, capaces de permanecer unidas al usuario, silenciosas y reduzcan el impacto psicológico que el uso de estos objetos causa.

1 Estabilidad

Amplitud de la base de sustentación y simulación del funcionamiento del pie

Fases de la marcha: periodo de tiempo que comienza cuando el talón apoya por completo en la superficie y termina en el momento en el que el mismo talón vuelve a apoyarse completamente en la superficie para dar un nuevo paso.



Fig. 3.1 Supinación y pronación del pie y el tobillo durante la marcha. Cuando los dedos se elevan, el pie se dorsiflexiona y se supina debido a la acción muscular del músculo fibular anterior. La supinación ha comenzado con el golpe de talón y el pie inicia la pronación cuando se alcanza la fase intermedia de apoyo.

2 Absorción del impacto

Simulación del muelle de la columna vertebral

Sirve para proteger las terminaciones nerviosas y ayuda a dar flexibilidad a la parte del tronco. Transmite el peso de la parte superior del cuerpo hacia la pelvis y ayuda a soportar fuerzas que pueden superar el peso del cuerpo.

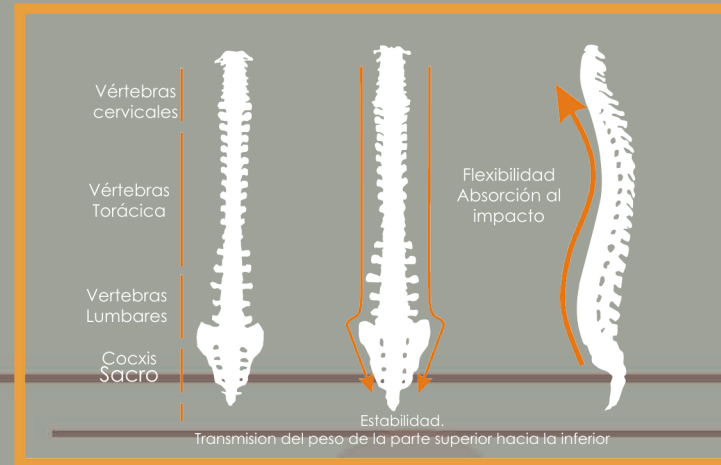


Fig.3.2 Esquema de funcionamiento de la columna vertebral

3 Distribución del peso

Se busca evitar el apoyo axilar pues su uso constante puede causar daño en los nervios a nivel de la zona axilar.

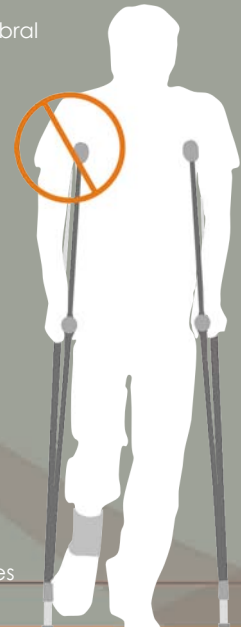


Fig.3.3 Muletas axilares

bocetos de propuesta estructural

Parte superior de la muleta en la que se encontrará la abrazadera que sujetará al biceps en la parte interna del brazo. No existe contacto con la axila.

17° con respecto al suelo con la finalidad de descargar el peso de manera más homogénea

Elemento que rodea al brazo y fuerza a tenerlo en extensión con la finalidad de realizar correctamente el proceso de balanceo en las muletas.

Puede ser totalmente vertical o llevar una curva, misma que le dará mayor resistencia. Concepto tomado de la columna vertebral

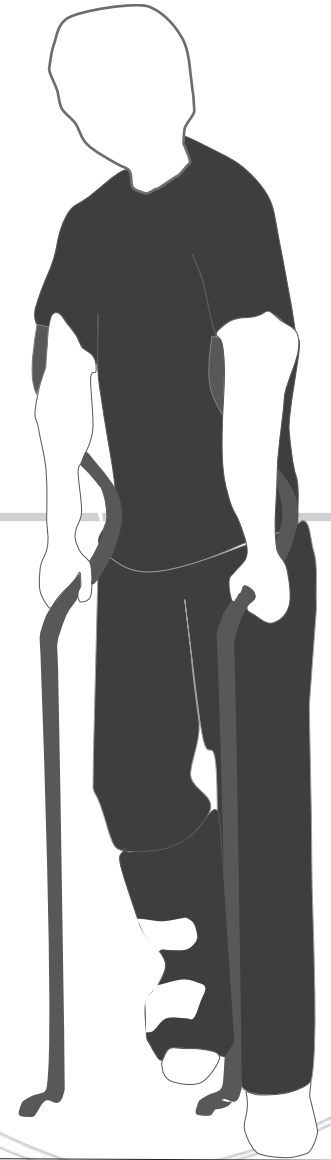
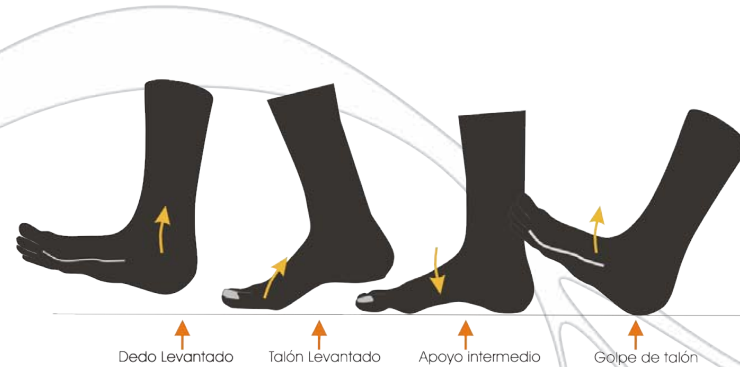


Fig. 3.4 Primer boceto de propuesta estructural

apoyo auxiliar para marchas patológicas

En la fase experimental se piensa evaluar qué facilidad existe para realizar el movimiento de desplazamiento al contar con una base curva; al mismo tiempo se busca evaluar qué tanto influye el centro de gravedad y cómo se puede jugar con él. Los experimentos son realizados en aluminio suponiendo que la propuesta final será elaborada ya sea en un plástico reforzado o fibra de carbono que son más resistentes que el aluminio en general, por lo cual se espera que si la estructura experimental soporta el peso correctamente no exista ningún problema al transferirlo al otro material.

Elemento que rodea al brazo y fuerza a tenerlo en extensión con la finalidad de realizar correctamente el proceso de balanceo en las muletas.



Analogía de las fases del pie al realizar la deambulación. Mayor punto de apoyo. Mejor oscilación



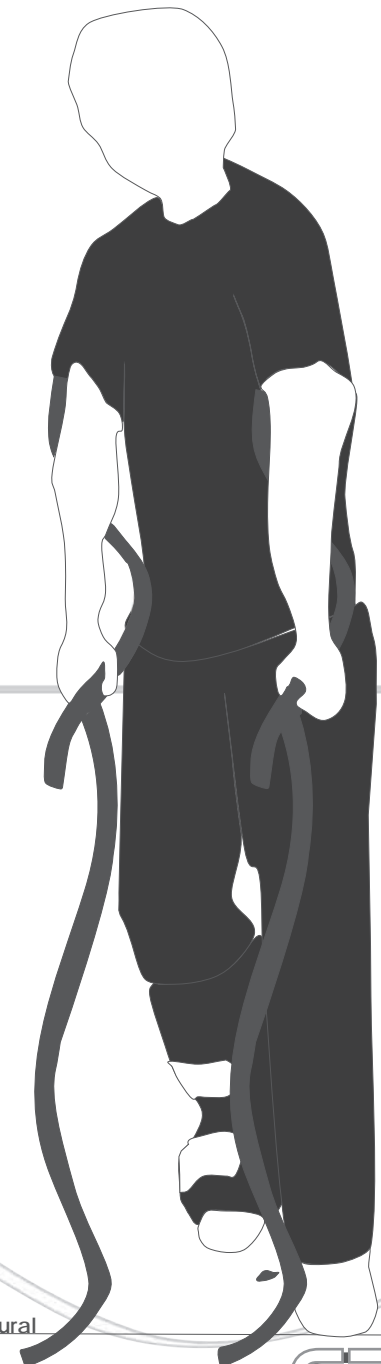
Vista lateral en donde se observa una configuración semejante a la de un resorte para crear un muelle

Analogía de las fases del pie al realizar la deambulaci3n
Mayor punto de apoyo. Mejor oscilaci3n

Estructura que busca generar mas elasticidad sin vencer el material para lograr una mayor resistencia. El peso del paciente se descarga en un extremo de la estructura.



Fig. 3.6 Segundo boceto de propuesta estructural



Para desarrollar el simulador de la muleta se tomaron como referencia dos de las ideas generadas en la etapa de bocetaje de propuesta estructural. Se comenzará la etapa de experimentación con la finalidad de conocer con mayor claridad cuál de las dos propuestas brinda mayores ventajas estructurales al usuario; se analizará resistencia, facilidad de movimiento (desplazamiento), facilidad de uso.

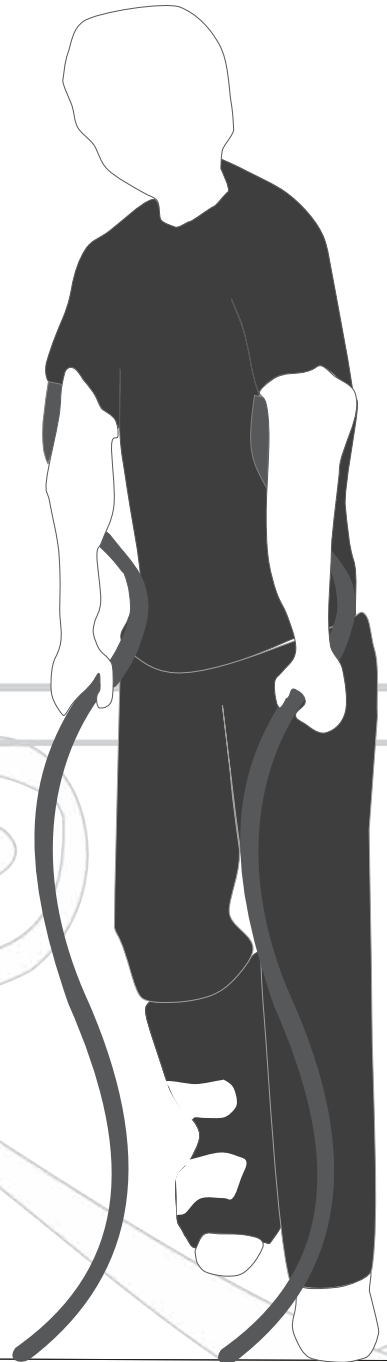
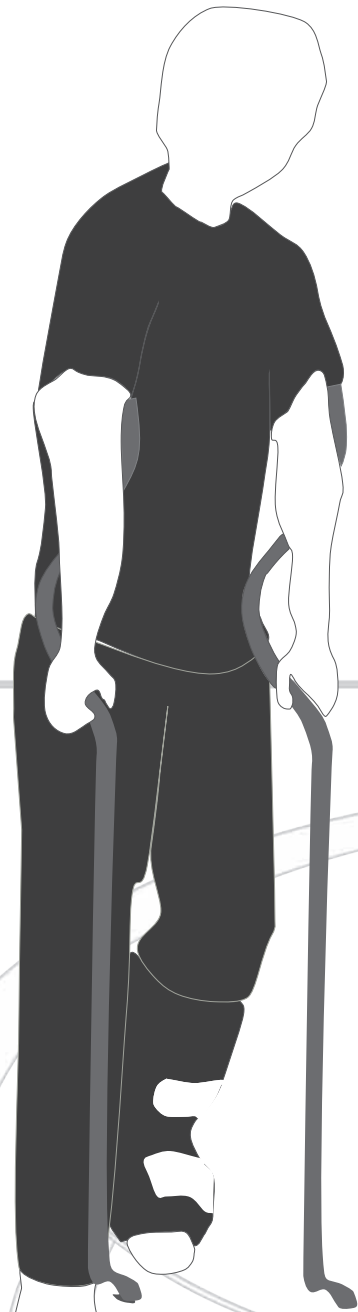


Fig. 3.7 Unión de propuestas estructurales

Conceptos Básicos que se respetan para cada propuesta:

- No axilar
- Empuñadura 17° para mejor distribución de peso
- Base de sustentación amplia
- Concepto de movimiento del pie



Analogía de las fases del pie al realizar la deambulacion.
Mayor punto de apoyo. Mejor oscilación

3.3 fase experimental

primer simulador de la estructura escogida

En el primer simulador únicamente se elaboró la parte inferior del objeto, es decir desde la altura de la cintura hasta el piso. El objetivo de dicho simulador fue poder probar en personas de diferentes alturas el funcionamiento del mismo, obteniendo datos que nos ayuden a mejorar la configuración formal del objeto ya que ésta va muy de la mano con su funcionamiento.

En este concepto existe un apoyo del cuerpo hacia el frente transmitido por las manos hacia la estructura metálica que lo descarga hacia el piso.

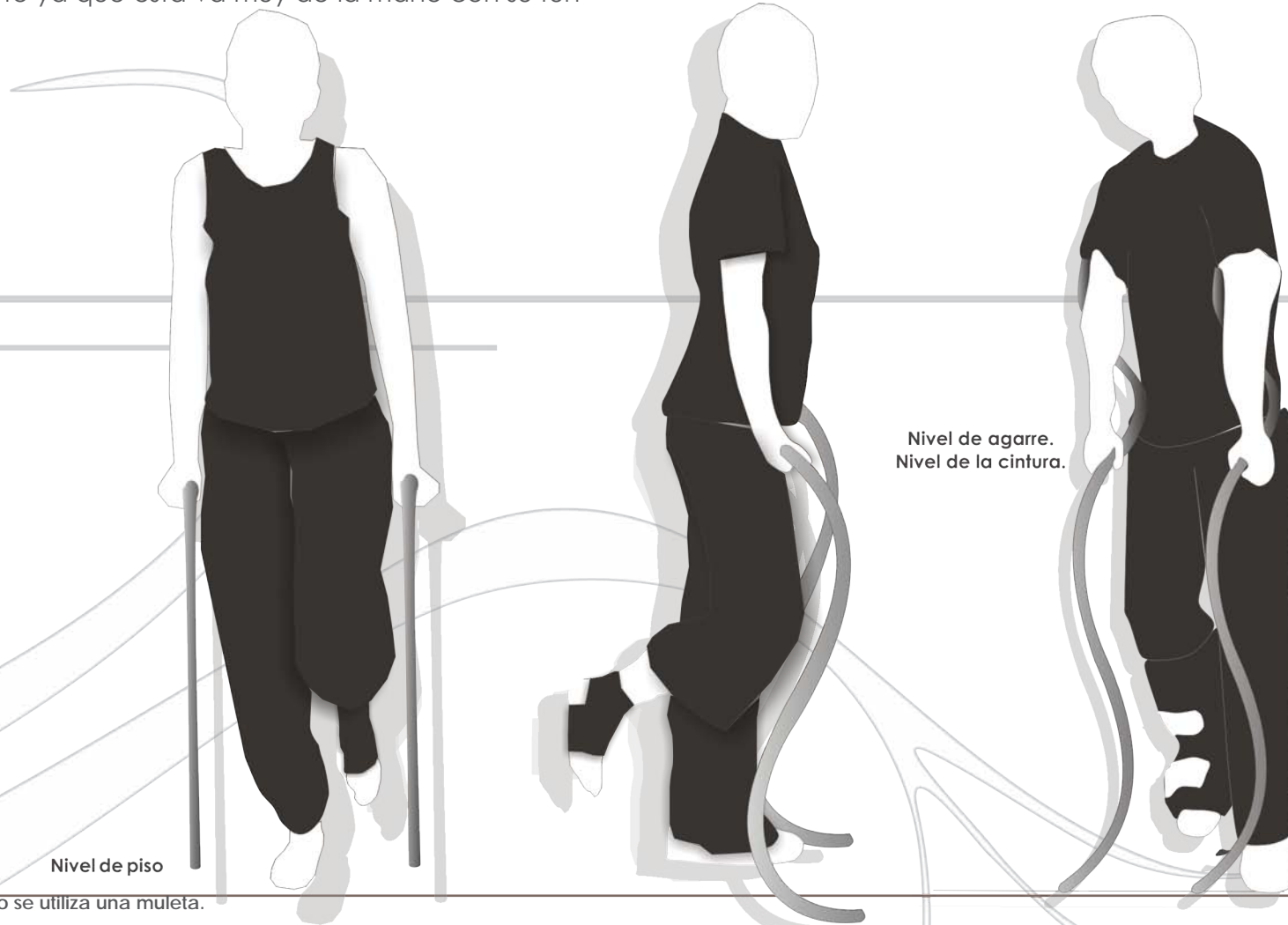


Fig. 3.8 Vistas cuando se utiliza una muleta.

“Para una correcta configuración del simulador y para brindar parámetros que deben de considerarse al dimensionar el producto se utilizó una **BASE DE DATOS DE 385 SUJETOS, DE LOS CUALES 283 SON HOMBRES Y 102 MUJERES ENTRE LOS 18 Y 68 AÑOS** retomaron las siguientes dimensiones:

-Perímetro brazo relajado: En el diseño existirá una abrazadera a la altura de la parte externa del antebrazo para ello es necesario tomar en cuenta la dimensión del perímetro del brazo principalmente la del percentil 90 pues sugiriendo que exista algún aditamento que ayude a ajustar esta dimensión para garantizar que puede ser utilizada por cualquier persona.

-Estatura: Este parámetro únicamente nos da una visión de cuantos cm existen de diferencia y nos enfatiza la necesidad de crear 3 tallas de muletas.

-Altura nudillo: Dimensión que guarda cierta relación con la anterior y que nos determinará la altura a la que deberá de estar la empuñadura. En este caso los percentiles determinaran la dimensión de la talla de la muleta: talla chica se utilizará el rango del mínimo al percentil 5, talla mediana percentil 50 creando un rango entorno a dicho percentil, talla grande se utilizará el rango del percentil 90 al máximo.

-Alcance frontal Máximo: Utilizando el percentil 5 nos ayudará a determinar en que momento las extremidades superiores alcanzan su extensión total y esto es un punto que se trata de evitar con el diseño, que el paciente tenga completamente en extensión sus extremidades superiores.

-Peso: Ayudará a determinar cual es el peso mínimo que deberá soportar el producto, dando pauta para buscar medios de producción y materiales adecuados para cumplir dicho requerimiento. En este caso se tomará como base el máximo de peso.(2 y 3)”

2.- Proyecto Conacyt Sectoriales 16-2003. “Laboratorio de Salud en el trabajo: Área de ergonomía ocupacional”.

3.-Proyecto Sectoriales C-109 2004 “Perfil Antropométrico del trabajador mexicano estudio multicéntrico.”

Datos	Edad años	Estatura cm	Peso	Nudillo medio	Alcance máximo frontal	Perímetro brazo
Máximo	68	182.2	115.8	81.9	71.0	44.6
Mínimo	18	139.0	43.6	60.5	51.0	20.9
Percentil 5	22	148.3	55.9	63.6	55.0	26.3
Percentil 50	35	162.4	71.9	70.2	61.0	30.7
Percentil 90	46	172.0	89.1	75.8	65.8	35.2

Tabla 3.1 Dimensiones antropométricas

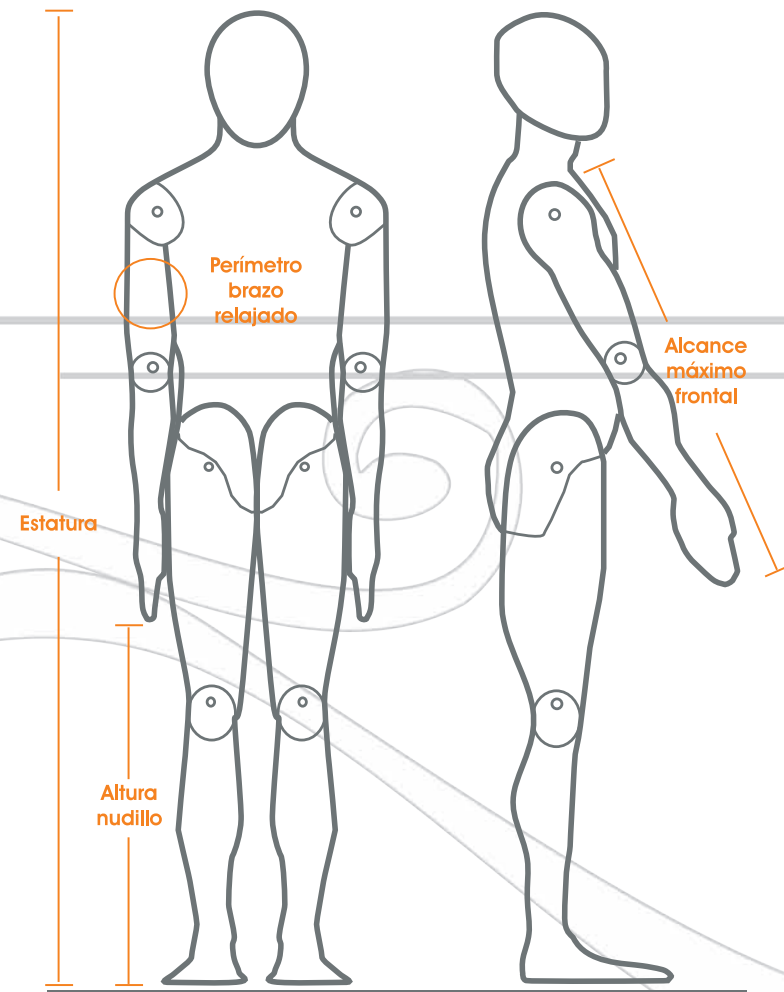


Fig. 3.9 Esquema de dimensiones antropométricas

Para determinar la altura del simulador se tomó como dimensión (tomando en cuenta que en el simulador no iban a variar las dimensiones), la altura máxima del nudillo medio, buscando que este simulador pudiera ser probado por cualquier persona.

De ancho se tomó como referencia que la muleta debe caber en una huella de escalón de 280 mm, dimensión mínima aceptada en reglamentos de construcción arquitectónica y que permitir el movimiento de la muleta. El simulador fue elaborado en un perfil tubular redondo de 12.5 mm

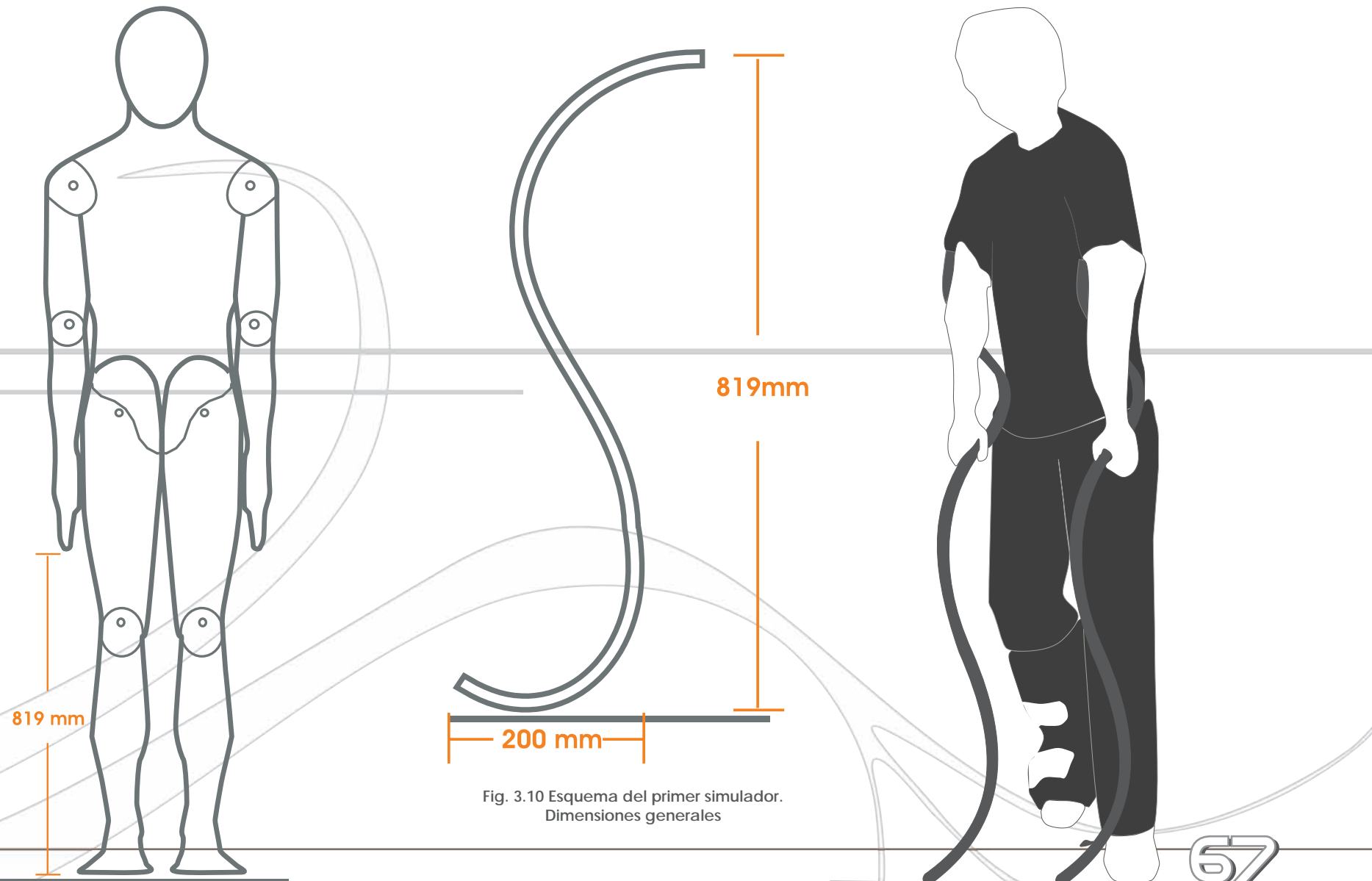


Fig. 3.10 Esquema del primer simulador.
Dimensiones generales



Rotación por parte del hombro.

Flexión del codo 75°

Ángulo mayor a los 17° que se obtuvieron en la investigación

Fig. 3.11 Percentil 50 mujer mexicana
Estatura :1600 mm
Altura nudillo medio: 720 mm

Observaciones: al ser utilizado el simulador por una mujer de estatura de 1600 mm se observó lo siguiente: al tomar la muleta en la parte superior se obligaba a que su brazo se encontrara en una flexión tal que ocasionaba un movimiento de rotación por parte del hombro, haciendo una postura incómoda. Se deduce que la altura de este simulador es demasiado grande para las personas dentro de este rango de estatura.



Flexión del codo 20° aproximadamente

Flexión mayor a los 17° en el área de la muñeca

Fig. 3.12 Percentil: 95 hombre mexicano
Estatura :1760 mm
Altura Trocánter mayor: 770mm

Observaciones: al ser utilizado el simulador por un hombre de una estatura 1760 mm se observó lo siguiente: al tomar la muleta en la parte superior se obligaba a que su brazo se encontrara en una flexión de aproximadamente 20° sin ocasionar ningún movimiento de rotación por parte del hombro. Sin embargo, se sigue notando que el usuario mantiene una postura forzada al utilizar el simulador, ya que tiene los hombros en abducción y su muñeca cuenta con un mayor ángulo que el propuesto en la investigación.

Retomando la información para determinar la altura del objeto se decidió tomar otra dimensión basándose en la tabla anteriormente mostrada determinando así que la altura de la empuñadura en el simulador estará determinada por la altura del nudillo (percentil 50) evitando una flexión del codo y una rotación del hombro..

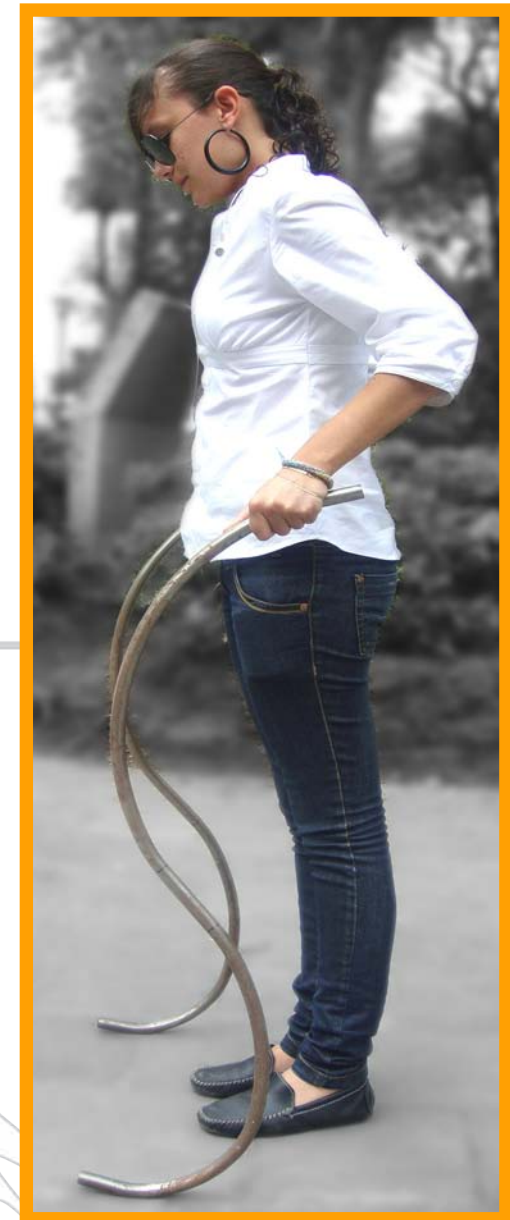
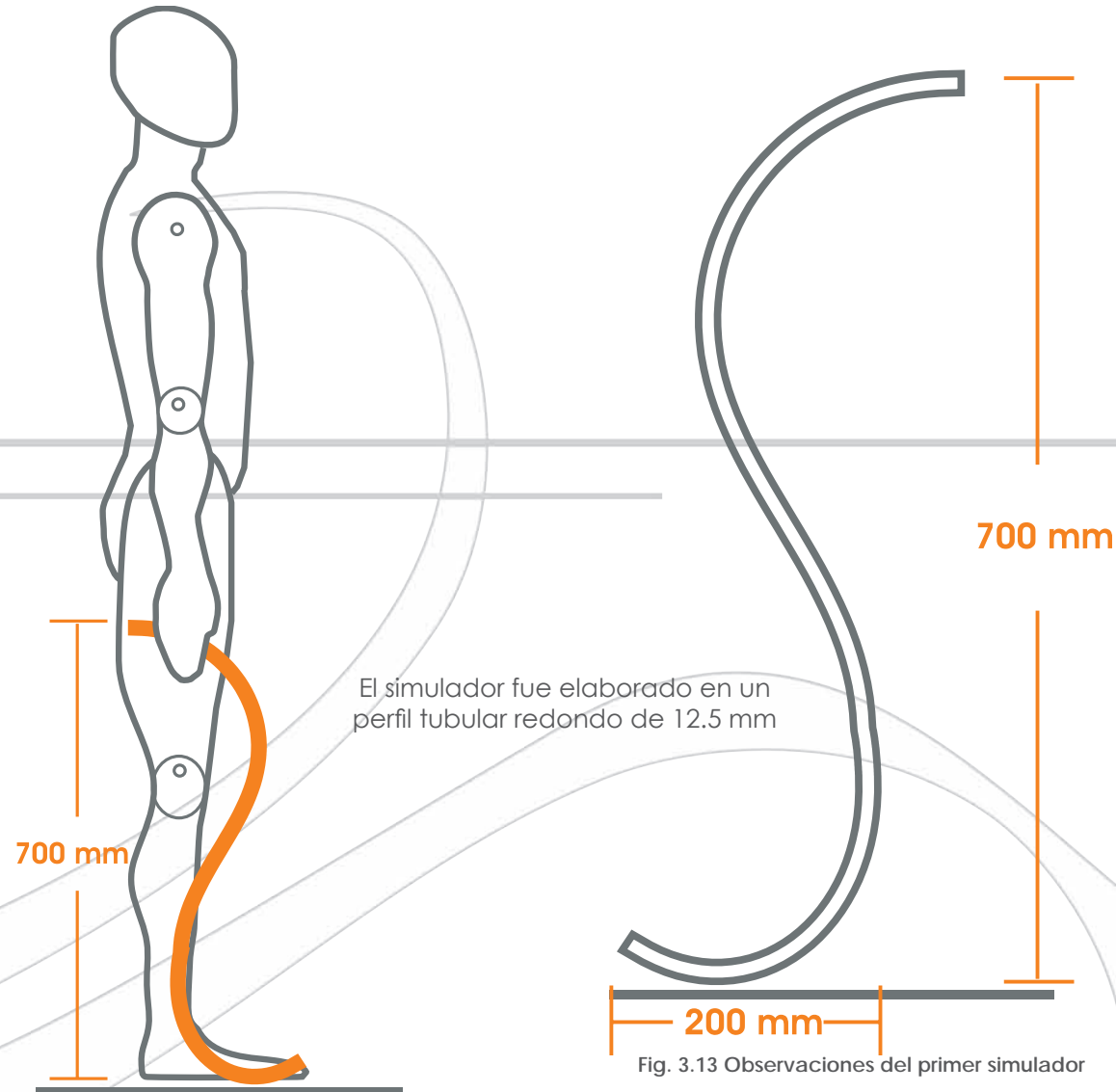


Fig. 3.13 Observaciones del primer simulador

Observaciones: Usar un perfil tubular redondo probó ser una gran desventaja ya que sólo se descargaba todo el peso en un punto, existiendo un giro que provocaba inestabilidad traduciéndolo en inseguridad para utilizarlo. Se propone que para el siguiente simulador se utilice un PTR al mismo tiempo debe modificarse la configuración de la estructura para que la parte donde se apoya la muleta tenga mayor superficie de contacto. Es importante en el nuevo simulador poner una especie de regatón para evitar que se resbale la pieza.

En el simulador actual, al apoyar el usuario su peso, la estructura tiende a girarse, de modo que provoca inseguridad e inestabilidad. Al no contar con un regatón la pieza tiende a patinarse.

Fig. 3.15 Esquema de uso del primer simulador



Fig. 3.14 Esquema de secciones de perfiles empleadas en el simulador





Fig. 3.16 Fase inicial del movimiento



Fig. 3.17 Fase final del movimiento

Observaciones: la segunda observación consistió en que, gracias a la forma con que cuenta la estructura metálica al realizar la actividad de desplazamiento, en la fase final se obtiene un tope que detiene al paciente para evitar que se siga de frente. En esta parte se tomó en cuenta uno de los conceptos que se quería enfatizar que es que la base de sustentación tiene que ser muy semejante en funcionamiento al pie, ya que es la estructura que va a sustituir. En el caso del pie el tope es el dedo gordo.

Supinación y pronación del pie y el tobillo durante la marcha:



Fig. 3.18 Cuando los dedos se elevan, el pie se dorsiflexiona y se supina debido a la acción muscular del tibial anterior. La supinación ha comenzado con el golpe del talón y el pie inicia la pronación cuando se alcanza la fase de apoyo intermedia.

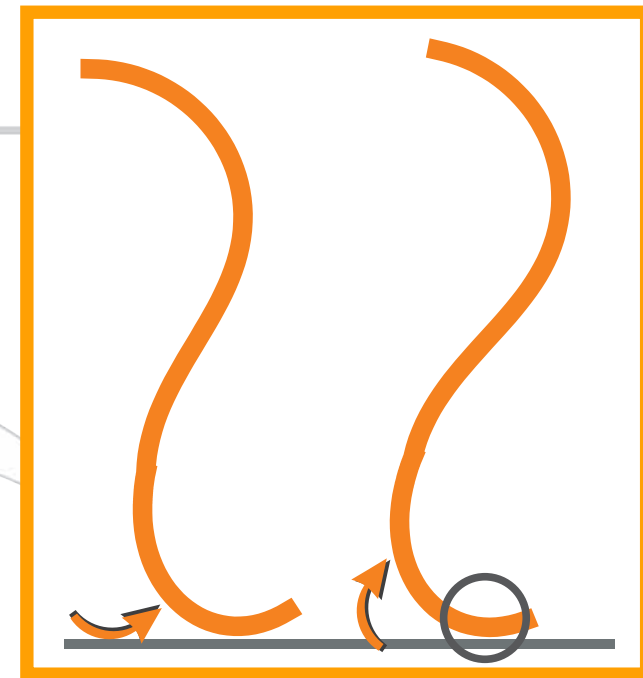


Fig. 3.19 Esquema de la fase inicial del movimiento. Tope que funciona para evitar que el usuario se siga de frente al utilizar el producto.

Conclusiones finales del primer simulador:

De este simulador se obtienen datos que son de gran importancia para el desarrollo del siguiente simulador:

Se cambian las dimensiones del simulador para que pueda ser utilizado correctamente, reforzando este punto con el uso de tablas antropométricas.

El perfil del material con que será fabricado el nuevo simulador deberá ser cuadrado con la finalidad de incrementar la superficie de contacto a lo ancho.

En dicha superficie debe existir un anti-derrapante para evitar que la pieza pierda estabilidad.

Se debe respetar el tope con que cuenta actualmente la estructura, puesto que ayuda a detener el movimiento de desplazamiento.

Se deberá dar mayor amplitud en la curva inferior con la finalidad de que el movimiento tenga mayor amplitud y la superficie de contacto sea más larga.

Se debe considerar que al realizar el movimiento de desplazamiento la curvatura en "S" debe resistir el peso del paciente. Se puede apoyar la experimentación con la tabla que se obtiene del estudio de "El diseño de una muleta de materiales compuestos" que se encuentra en el capítulo anterior.

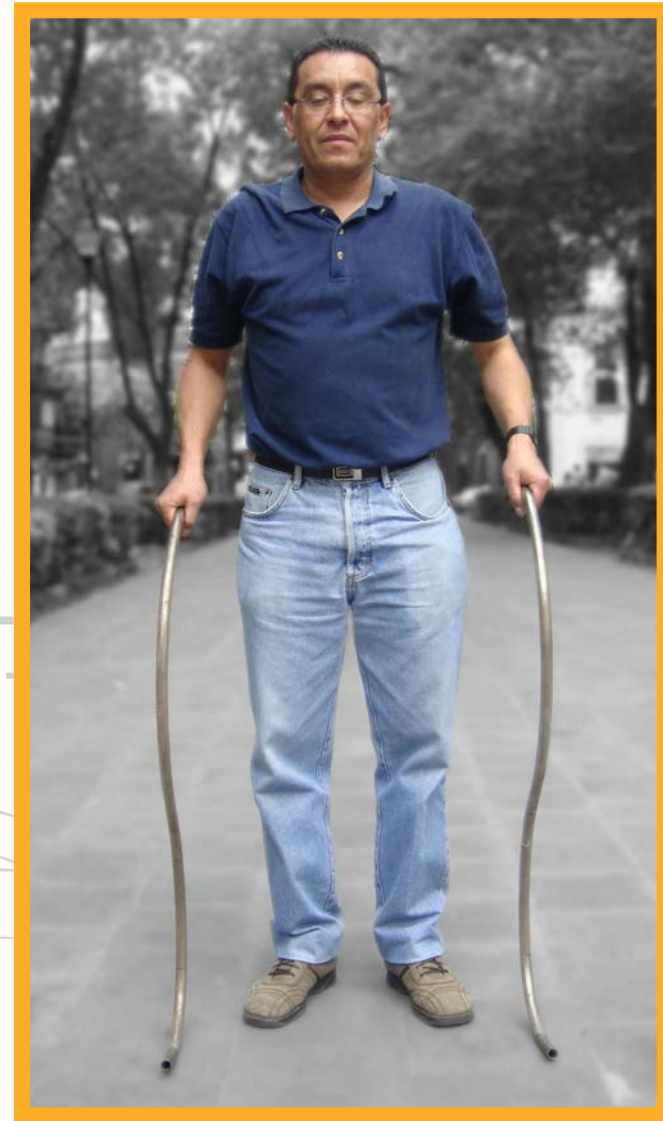
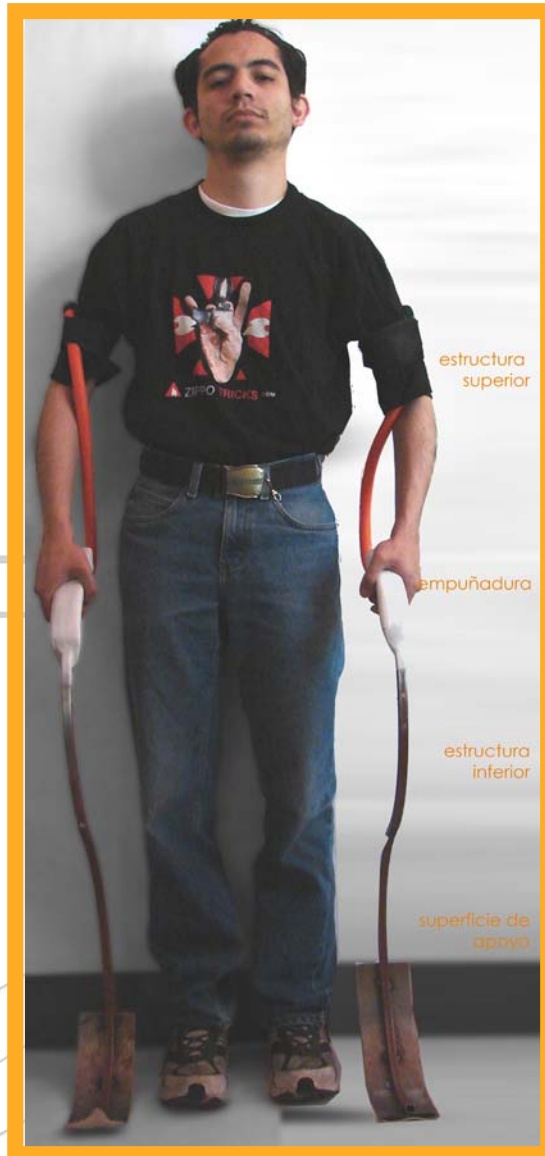


Fig. 3.20 Percentil: 95
Hombre mexicano.
Vista frontal

segundo simulador de la estructura escogida



Se construyó un segundo simulador con el cual se hicieron pruebas de secuencias de uso tanto en una deambulación continua como en escaleras. Las partes que componen el simulador son:

1.- Una **superficie de apoyo dada** por una lámina rolada calibre 16 que tiene como objetivo simular la base de sustentación de aproximadamente 10 cm de ancho. Esta lámina cuenta con un recubrimiento anti-derrapante para evitar que la persona resbale al realizar las fases de la marcha.

2.- **Estructura central en forma de "S"** generada por un perfil tubular cuadrado de 12.5 mm calibre 16. Esta estructura es la encargada de dar el muelleo semejante al de la columna vertebral con la finalidad de disminuir el impacto a nivel de la articulación de la mano - muñeca.

3.-**Empuñadura realizada en MDF:** su función está totalmente ligada con los ángulos de posicionamiento de la muñeca ayudando a garantizar que se encuentra en una posición neutral al ser utilizada.

4.-Estructura superior elaborada en tubo conduit (tubería flexible) para poder colocarla alrededor del antebrazo.

Fig. 3.21 Percentil: 95 Hombre mexicano. Estatura: 1760 mm.
Pruebas segundo simulador



Fig. 3.22 Ubicación de puntos de medición



Fig. 3.23 Medición a nivel del hombro



Fig. 3.24 Medición a nivel del antebrazo

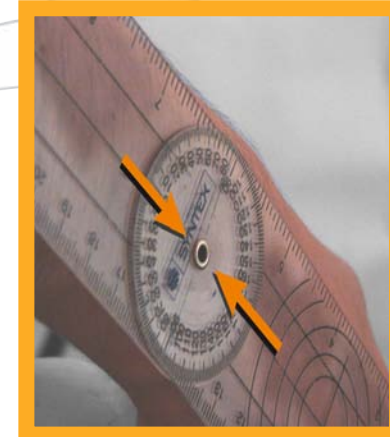


Fig. 3.25 Medición a nivel de la muñeca

Se tomaron mediciones referentes a los ángulos que se generan al utilizar el simulador.

A la altura del hombro la articulación queda a 90° , lo que quiere decir que su fuerza de acción está en el ángulo de 90°

La articulación del antebrazo tiene un ángulo de 30° . Se decide dejarla en un rango entre 20° y 30° , pues no es conveniente dejar la articulación en extensión total debido a que se tiende a forzar la articulación haciendo que exista un desgaste de la misma

Por último, a nivel de la muñeca la articulación queda en una posición neutra, ya que es en ese punto en el que se descarga todo el peso del cuerpo y el hecho de que la muñeca no estuviera en una posición neutra provocaría un desgaste de la misma.

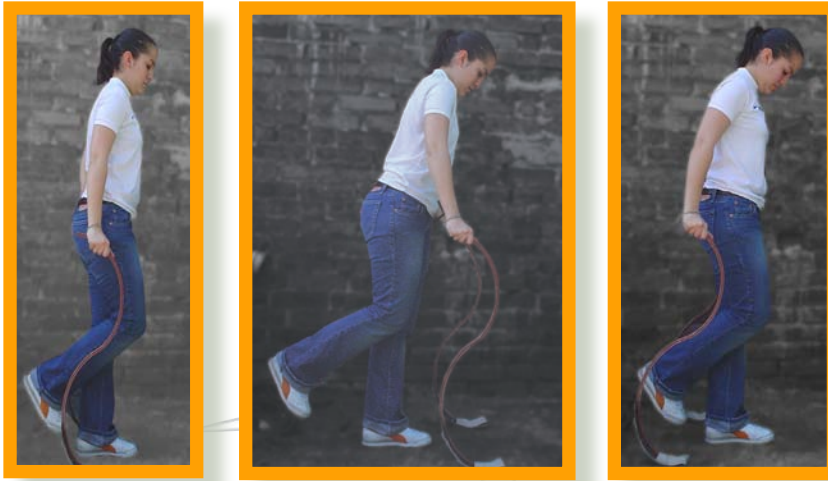


Fig. 3.26 Secuencia de desplazamiento



Fig. 3.27 Subir escaleras

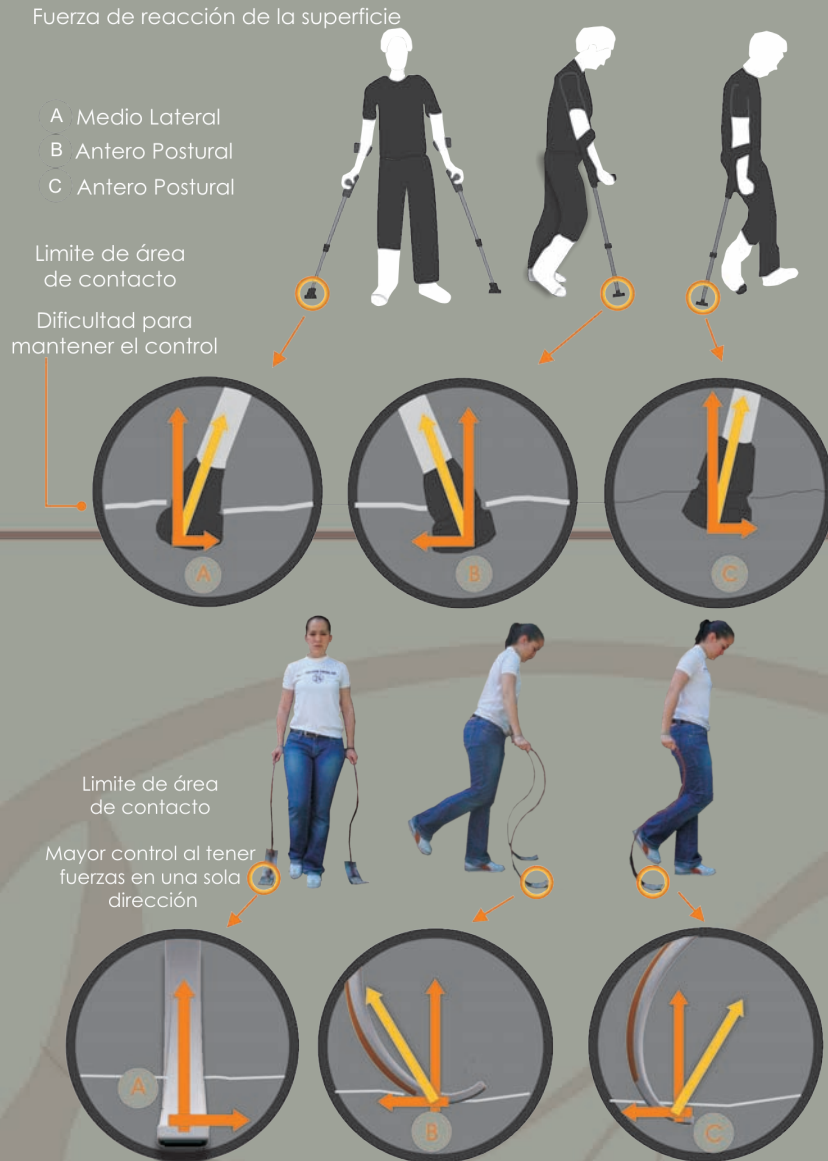
Secuencias de uso al caminar con el simulador:

- Con este simulador se realizaron pruebas de uso en distintos escenarios. El primer escenario un piso irregular para comprobar si existía alguna dificultad. Lo que se observó es que al reforzar el simulador en su parte inferior con una lámina soldada se logró obtener estabilidad y una sensación de seguridad para realizar el desplazamiento. Se eliminó el movimiento de giro al utilizar una cara plana para descargar el peso en contraste con el simulador anterior en el que se utilizó un perfil redondo.

-La segunda prueba de uso es la facilidad de desplazamiento al recorrer escaleras. Se observó que una ventaja que se tiene es que no se tienen que separar las muletas del cuerpo, lo que ayuda a desplazarse en escaleras de un ancho muy reducido.

También genera, gracias a la forma, un tope que evita que cuando uno se columpia vaya hacia adelante y pierda el control y el equilibrio.

Comparaciones entre las muletas existentes y el 2º simulador desarrollado



Observaciones en el uso de las muletas actuales:

- Una base de sustentación reducida provoca que se separen entre sí los puntos de apoyo. Se genera inestabilidad.
- Al separar los puntos de apoyo se requiere mayor espacio para realizar el desplazamiento. Se carece muchas veces de dicho espacio.
- Existen fuerzas de reacción en varias direcciones sin importar la postura en que se encuentra el paciente, provocando inestabilidad y pérdida de equilibrio.
- No existe un completo apoyo de la base de sustentación durante el desplazamiento. Lo anterior contribuye a la pérdida de equilibrio.

Observaciones en el uso del simulador desarrollado :

- Una base de sustentación amplia provoca que se aproximen entre si los puntos de apoyo generando estabilidad y fuerza.
- Al juntar los puntos de apoyo se requiere menor espacio para realizar el desplazamiento. Posibilidad de desplazamiento en diversos espacios.
- Existen fuerzas de reacción en una sola dirección al realizar el movimiento de desplazamiento. Mayor estabilidad y menor número de variables para controlar.
- Se llega a apoyar completamente la base de sustentación al ser utilizada para el desplazamiento. Mayor equilibrio.

encuesta de segundo simulador
conclusiones

Para la comprobación del funcionamiento del simulador se decidió levantar una prueba de uso; misma que consistió en lo siguiente:

A los usuarios que formaron parte de este estudio se les colocó un inmovilizador de rodilla que la mantiene en flexión aproximadamente a 20°; Ésto con el objetivo de representar un tipo de lesión en una de las extremidades inferiores (cubriendo así una de las características para el uso de estos productos). Posteriormente se les colocó el simulador y se les pidió que realizaran un desplazamiento de aproximadamente 10 m; una vez hecho esto se les realizó una serie de preguntas en las cuales se buscaba obtener las impresiones que este proyecto causaba en ellos. Es importante remarcar que se mostraron imágenes de las propuestas estéticas (sin ser la propuesta definitiva) para buscar acercarlos más a la realidad del producto que se desarrolla.

A continuación se muestra en una tabla la información recopilada así como un dossier de imágenes de los usuarios utilizando el simulador.



Fig. 3.29 y 3.30 Segundo simulador.
Práctica de campo



Fig. 3.31 Primer usuario. Segundo simulador.

Sexo: Masculino

Peso: 60 Kg.

Edad: 38 años

estatura: 1600 mm

Ocupación: Contador público

Tipo de paciente: Nunca ha utilizado muletas

		Bueno	Regular	Malo
Funcionamiento	El desplazamiento con el objeto:	X		
	Estabilidad	X		
	Equilibrio	X		
	Seguridad	X		
	Operabilidad	X		

¿Te gustaría que pudiera personalizarse?: "Si pues es lo que se usa hoy en día."

Gama de colores que te gustaría tener para esta muleta: "Colores que estén dentro de la gama de los grises y negros puesto que mi gusto es mucho más sobrio y pienso que puede ser un objeto que utilices dentro de la oficina y no me gustaría que fuera demasiado notoria mi enfermedad".

Observaciones: "La parte donde se pone la mano es bastante incómoda no se si es la forma o bien que no tiene algún accionamiento."

Sexo: Femenino

Peso: 62 Kilos

Edad: 22 años

estatura: 1650 mm

Ocupación: Estudiante de licenciatura

Tipo de paciente: Nunca ha utilizado muletas



Fig. 3.32 Segundo usuario. Segundo simulador

	Bueno	Regular	Malo
Funcionamiento	El desplazamiento con el objeto:	X	
	Estabilidad		X
	Equilibrio	X	
	Seguridad	X	
	Operabilidad	X	

¿Te gustaría que pudiera personalizarse?: "Si creo que es una opción que realmente a mí si me llamaría la atención."

Gama de colores que te gustaría tener para esta muleta: "La verdad a mi me gusta el rosa, si hubiera en rosa sí la utilizaría"

Observaciones: "Si pudiera dar más estabilidad al apoyarme, me sentiría más segura de utilizarlas."



Fig. 3.33 Tercer usuario. Segundo simulador

Sexo: Femenino
 Edad: 26 años
 Ocupación: Escritora
 Tipo de paciente: Paciente temporal. Uso hace 4 años

Peso: 54 Kilos
 estatura: 1620 mm

		Bueno	Regular	Malo
Funcionamiento	El desplazamiento con el objeto:	X		
	Estabilidad		X	
	Equilibrio	X		
	Seguridad		X	
	Operabilidad		X	

¿Te gustaría que pudiera personalizarse?: "No soy muy amante de personalizar los objetos"

Gama de colores que te gustaría tener para esta muleta: "Colores neutros pero que sirvan para hacer evidente que viene una persona con discapacidad. Para que la gente se percate de ellos y respete su espacio".

Observaciones: "Siento que al desplazarse me voy hacia el frente esto puede ser por que se mueve un poco. Insisto le falta estabilidad"



Fig. 3.34 Cuarto usuario. Segundo simulador

Sexo: Masculino

Edad: 45 años

Ocupación: Licenciado

Tipo de paciente: Paciente temporal durante 8 meses

Peso: 78 Kilos

estatura: 1730 mm

		Bueno	Regular	Malo
Funcionamiento	El desplazamiento con el objeto:	X		
	Estabilidad	X		
	Equilibrio	X		
	Seguridad	X		
	Operabilidad	X		

¿Te gustaría que pudiera personalizarse?: "Sí me gustaría poderlo personalizar pero con temas que sean más adecuados a nosotros las personas no tan jóvenes, porque muchas veces únicamente lo hacen pensando en las personas jóvenes"

Gama de colores que te gustaría tener para esta muleta: "Creo que los colores blanco y negro muestran sobriedad y seriedad y ayudarían a que fueran aceptados por personas de nuestra edad"

Observaciones: "Creo que una de las cosas que a mí me parecen más atractivas es que realmente permanecen con uno; eso es muy útil pues cuando utilizas muletas muchas veces es difícil realizar otras actividades como sacar algo de la bolsa del pantalón sin que las muletas se caigan, así que yo creo que esto es algo muy favorable al diseño"



Fig. 3.35 Quinto usuario. Segundo simulador

Sexo: Masculino

Edad: 45 años

Ocupación: Arquitecto

Tipo de paciente: No ha utilizado muletas

Peso: 90 Kilos

estatura: 1750 mm

		Bueno	Regular	Malo
Funcionamiento	El desplazamiento con el objeto:	X		
	Estabilidad	X		
	Equilibrio	X		
	Seguridad	X		
	Operabilidad	X		

¿Te gustaría que pudiera personalizarse?: "Sí claro, el poder hacer que los objetos sean más tuyos es algo bien padre siempre nos la pasamos pegándole estampitas y cosas para marcar una propiedad."

Gama de colores que te gustaría tener para esta muleta: "La verdad la gama de negros es lo que a mi me gustaría principalmente lo pienso si tuviera que utilizar este objeto en la oficina".

Observaciones: "Lo que me incomoda mucho es la forma del agarre y que el material no es suave, quizá si fuera más circular las aristas no me lastimarían la palma de la mano."

Una vez realizada la experimentación sobre el uso del 2do. simulador y haber analizado la información generada se concluyeron datos importantes:

De primera instancia el simulador fue rechazado debido a que el aspecto del mismo daba sensación de inseguridad al mismo tiempo que transmitía frialdad y agresividad; lo anterior se adjudica al material con que fue realizado. Gracias a esta observación se enfatiza la necesidad de generar una propuesta con materiales totalmente distintos a los que ya se emplearon para este tipo de objetos.

Una vez que el usuario se colocaba el objeto y comenzaba a desplazarse con él, sentía que su uso proporcionaba estabilidad y seguridad en un 80 a 90%; sin embargo existían dos puntos de uso que 90% de los usuarios recalcó: el primero era referente a la empuñadura, se sugiere que se elabore de otro material que proporcione suavidad al contacto, la segunda era referente a la suela del objeto, pues se requiere de un material que sea resistente al uso rudo y continuo así como flexible que pueda ser adaptado a la estructura de la muleta.

Cuando el simulador se colocaba alrededor del usuario se detectaba lo siguiente: el usuario sentía que el objeto lo INVADÍA en su totalidad; sin embargo, las opiniones se dividían 50% 50% porque a la mitad de la muestra no les incomodaba el hecho de que una pieza los rodeara, les transmitía seguridad y estabilidad; sin embargo, el otro 50% sentía que invadía su libertad e incluso podía ser de peligro al momento de caer.

Uno de los puntos que fueron de mayor reconocimiento, fue la parte de abajo "S" ya que lo percibían como un aspecto innovador rompiendo el paradigma estructural que ya existía en el mercado e incluso lo percibían como una mejora tecnológica para un producto de tanta tradición funcional y estética.

Por último la personalización del objeto era algo que llamó la atención del usuario, pues sentía que se apropiaba del objeto.

Partiendo de estas conclusiones se elaboró la propuesta formal final buscando enfatizar resolver los puntos que se marcaron en las observaciones anteriores.

3A propuesta final



Fig. 3.36 Icono de concepto generador. Espiral

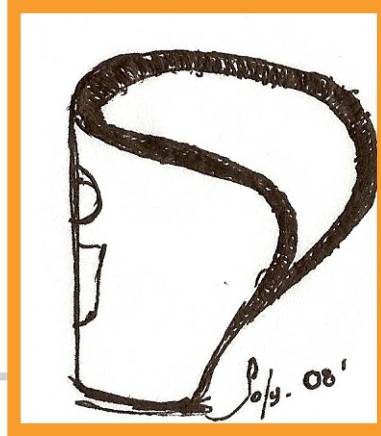


Fig. 3.37 Abrazadera

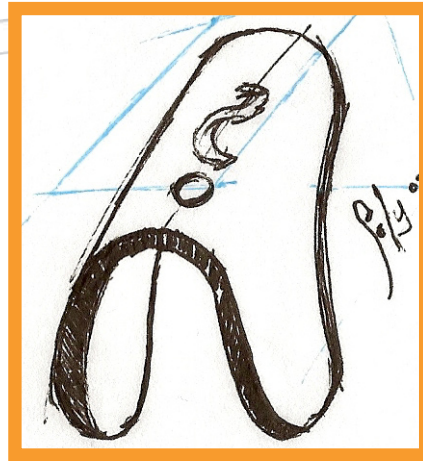


Fig. 3.38 Vista posterior abrazadera

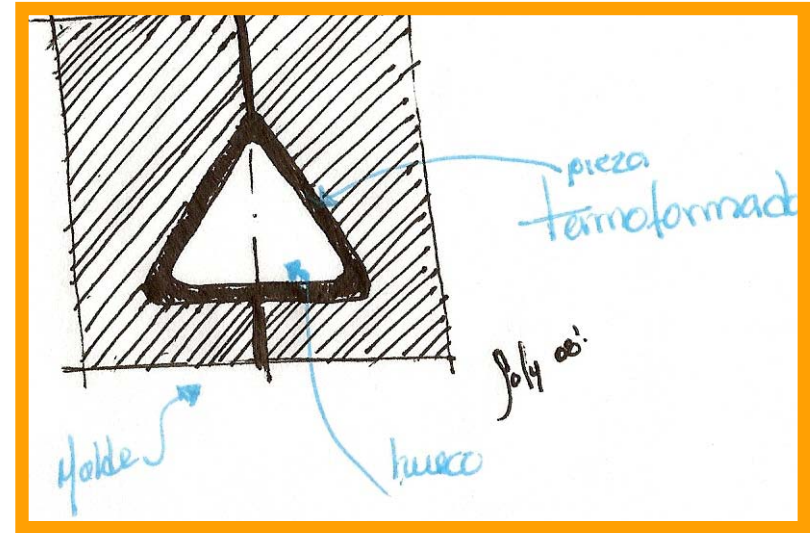


Fig. 3.39 Solución de molde

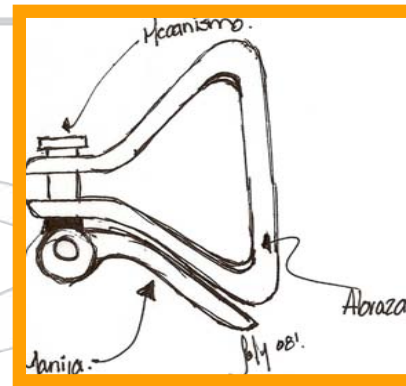


Fig. 3.40 Mecanismo

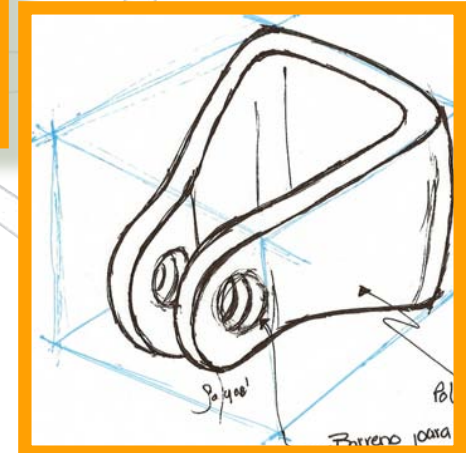


Fig. 3.41 Perspectiva abrazadera

conclusión

En este capítulo se obtiene ya con claridad la dirección hacia donde se enfocará el proyecto llegando a generar ideas que regirán su desenvolvimiento.

Es importante recalcar que la fase de experimentación mejor conocida como prueba de campo ayudó a dar mayor claridad si los planteamientos iniciales eran acertados; sin embargo, hay que aclarar que los simuladores no fueron realizados en el material con que ha de ser fabricado este producto, es por ello importante enfatizar que se debe realizar otra etapa de simulador en la cual se pruebe la resistencia de dichos materiales, posteriormente lo que deja abierta la posibilidad para retomar este proyecto y realizar las pruebas faltantes pertinentes.

Spirals
crutche



abrazadera tipo "C"



empuñadura



regulación de altura

*minusvalido significa para mí que hay algo que no puedo hacer.
y no hay nada que no puede hacer*

OSCAR PISTORIUS 2008.

apoyo auxiliar para marchas patológicas

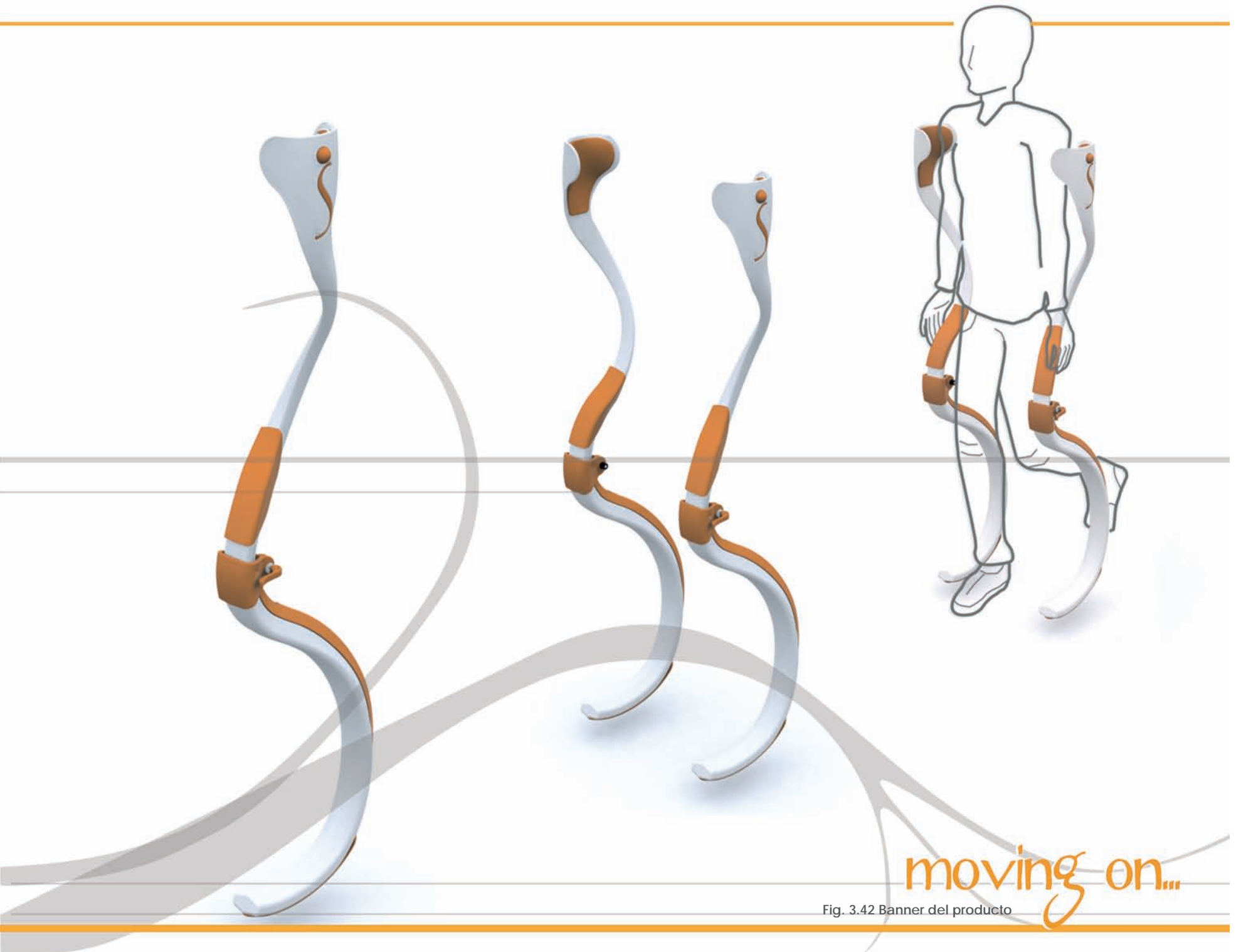


Fig. 3.42 Banner del producto

capítulo 4

memoria descriptiva



objetivos

Desglosar factores en los cuales ha sido resuelto el proyecto, dándole la siguiente preponderancia: factor ergonómico, funcional, estético y productivo; con lo anterior se logra darle sustento al proyecto buscando crear un objeto-producto con viabilidad comercial.

4.1 aspectos generales

Spiral Crutches es un apoyo auxiliar para marchas patológicas, prescritos para pacientes con imposibilidad de deambular de manera independiente, pero que sean capaces de soportar su propio peso para realizar el desplazamiento.

Este producto ayuda a facilitar las fases del movimiento y mejora la eficiencia del desplazamiento del paciente. Rompe con el paradigma estético que ha existido hasta ahora en estos productos, creando una configuración formal con mayor movimiento y dinamismo, respondiendo a las necesidades ergonómicas de los individuos. Es un producto que no minimiza la condición del paciente, sino busca facilitar la integración del mismo al entorno en el que se desenvuelve. Los conceptos en los que se apoya el producto son: movimiento, dinamismo y seguridad. Obtendremos así un producto que formalmente exprese movimiento en un recorrido vertical sin impedir que se transmita seguridad al usuario, para que tenga confianza al utilizarlo.

4.2 factor ergonómico

Uno de los factores de mayor prioridad en el diseño de este producto es el que concierne al aspecto ergonómico. Este objeto fue diseñado basándose en tres conceptos que aluden a dicho factor.

Estabilidad
Absorción al impacto
Distribución del peso

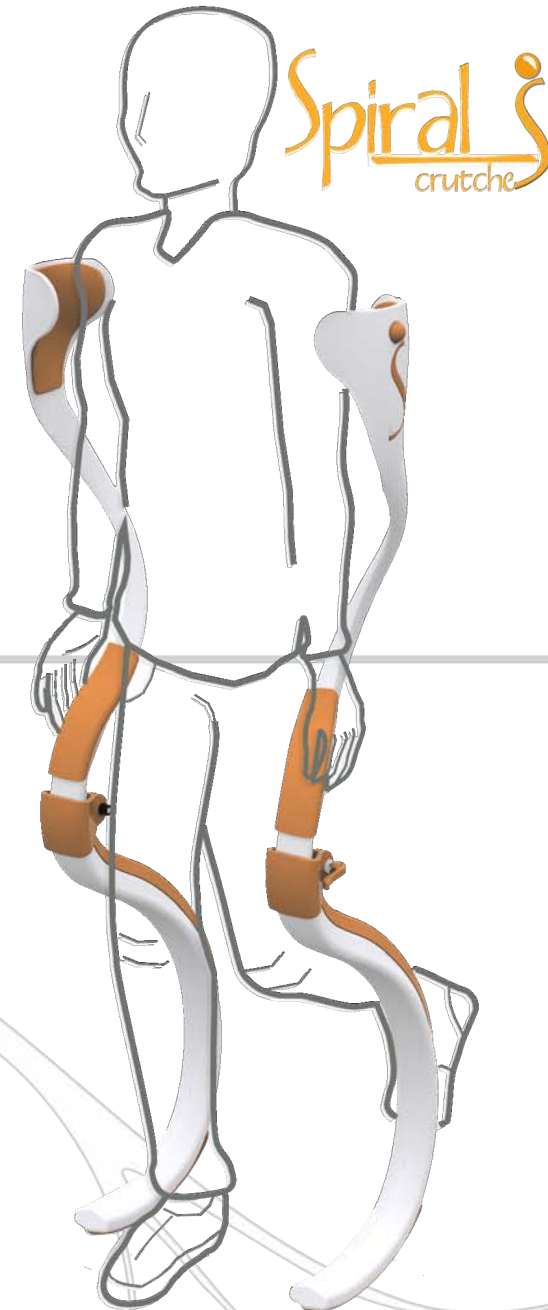


Fig. 4.1 *Spiral Crutches*

Cada uno de estos conceptos fue aplicado al producto, dando como consecuencia una estética diferente a la de los productos análogos actuales.

estabilidad

Durante la etapa de investigación se analizaron diferentes auxiliares para la marcha y en ellos se observó que todos coincidían en tratar de sustituir el apoyo del pie en una base con diámetro aproximado de 50mm; esto es ilógico, ya que la fisonomía del pie es totalmente diferente. Por ello este producto retoma esta idea y sus fases al realizar la deambulación y la conceptualiza en la parte inferior del objeto, teniendo como resultado una base de apoyo de aproximadamente 90mm de ancho y con una curvatura que sirve para dar un movimiento de balanceo y oscilación similar al pie cuando se está desplazando.

Es importante remarcar que esta forma puede dar un aspecto de inseguridad; por ello se prestó atención al remate de la pieza con la finalidad de crear un tope y evitar que al apoyarse la persona se resbale. La curvatura se diseñó de modo que existiera mayor superficie de contacto. Una de las partes más importantes del diseño es el regatón, ya que evita algún movimiento que pueda sacar de su equilibrio al usuario al mismo tiempo que absorbe el impacto durante la deambulación.



Fig. 4.2 Regatón.

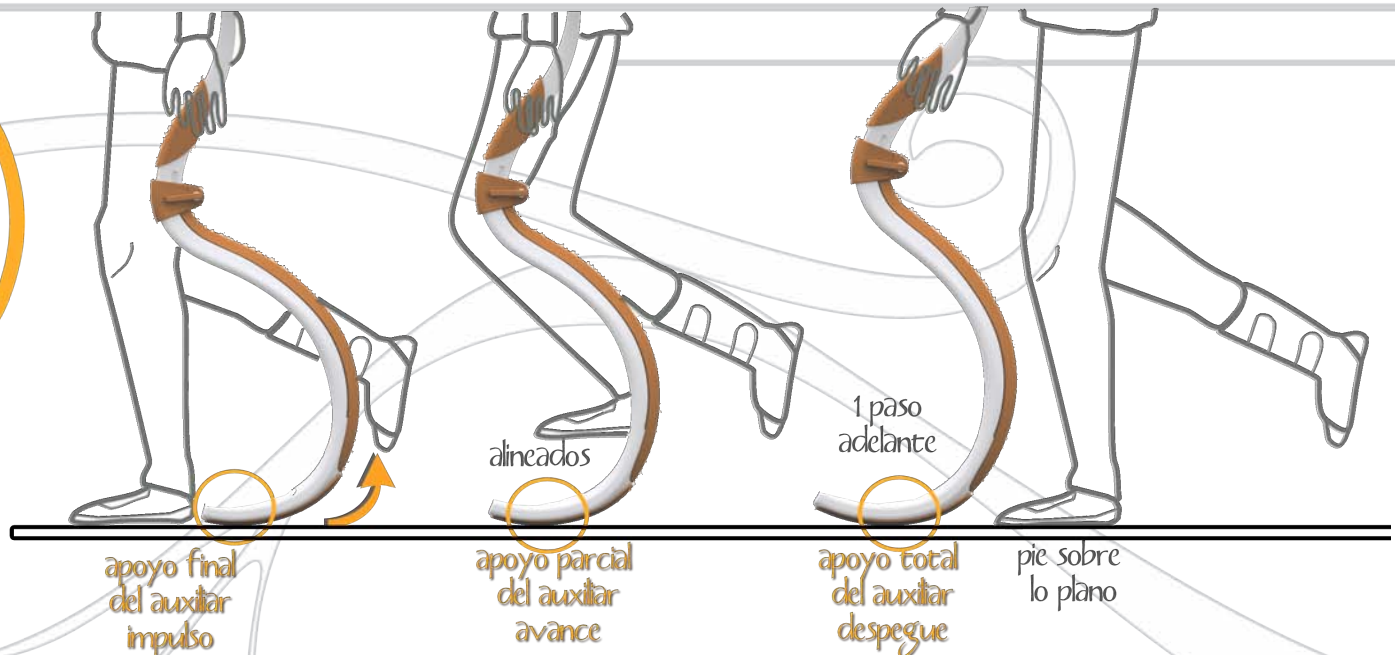


Fig. 4.3 Fases de movimiento.

dependiendo de la fase de la marcha varía el punto de apoyo del auxiliar

absorción al impacto

La absorción del impacto en este producto es primordial, pues es uno de los factores que provocan que exista un desgaste a nivel de la articulación de la mano (muñeca). Para lograrlo se retomó el concepto de la columna vertebral, una de cuyas principales funciones es servir de amortiguador y distribuir el peso corporal; esta misma función la cumple el objeto al tener una forma de "S" como estructura inferior. La distribución del peso comienza en la empuñadura y continúa de manera vertical hasta la superficie de contacto.

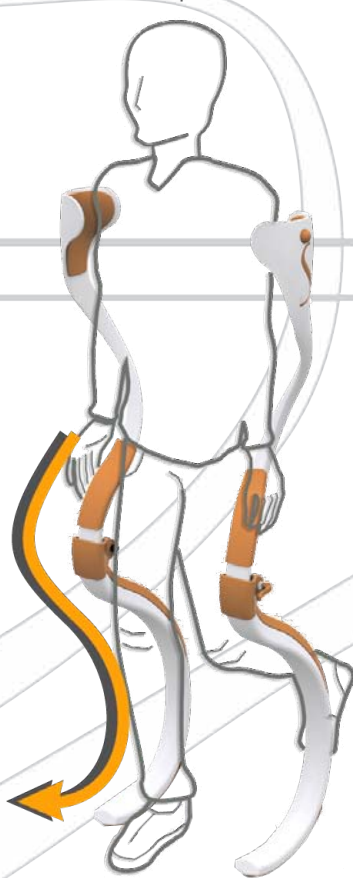


Fig. 4.4 Distribución del peso.

distribución del peso

En el capítulo III se estudiaron casos en los cuales se comprobaba que el apoyo a nivel axilar provoca una serie de complicaciones para el paciente. Esta muleta basa su punto de apoyo, igual que la muleta canadiense, en la mano; por ello es de vital importancia que la posición de ésta sea neutral. La inclinación con que cuenta la estructura superior provoca que la muñeca tenga una posición neutral: sin desviación cubital ni ulnar.

En la empuñadura cuenta con un recubrimiento que ayuda a distribuir la presión que se ejerce al utilizar el objeto, esta pieza puede cambiarse conforme se vaya desgastando.



Fig. 4.5 Apoyo a la altura de la muñeca

Siendo éste un producto que puede ser utilizado por hombres y mujeres de diferentes edades y estaturas (sin tomar en cuenta a los niños, ya que existirá el modelo infantil) debe contar con la opción de ajuste de alturas: para ello tiene un mecanismo que permite regular la altura del mango.

Otro punto que ataca aspectos ergonómicos es el referente a la seguridad del producto. Cuando se tiene la necesidad de emplear este tipo de productos es importante que el usuario sienta seguridad al utilizarlo, pues será su medio de locomoción, ya sea temporal o permanente. Es por esto que el aspecto de seguridad se cubre en varias partes de la muleta: a nivel de la base de apoyo (incremento del área de contacto), mecanismo de regulación de altura (seguro que evita el deslizamiento de la estructura central dentro de la estructura inferior al realizar la actividad de caminar). La estructura central cuenta con una forma helicoidal que sujeta lateralmente al brazo a la altura del deltoides.

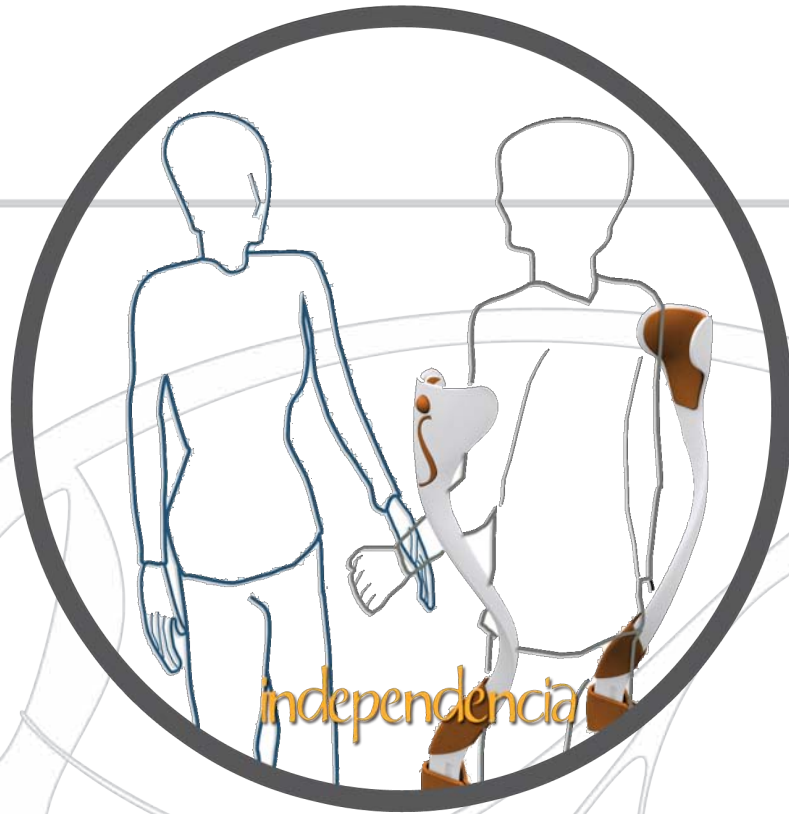


Fig. 4.6 Interacción con otro usuario

Esto ayuda a mantener el objeto cerca del usuario en el momento que éste necesite realizar otra actividad. Para tener un ajuste correcto de la estructura a nivel del brazo se cuenta con un mecanismo que por medio de un acojinamiento inflable ejerce cierta presión en el brazo que evita que éste se salga de su posición fácilmente. El agarre del brazo es lateral para que no exista ningún contacto en el área axilar, evitando lesiones posteriores.

Dentro del producto se hacen distinciones en cuanto al cambio del material y color que ayudan a que esas piezas sobresalgan del resto de la estructura. Lo anterior sirve para crear un código visual que ayude a identificar las piezas que eventualmente deben ser reemplazadas por el uso que se les da.

Dentro de la ergonomía también se estudia el efecto psicológico que el producto crea en el usuario. Existen dos variantes primordiales en este tipo de productos: que el objeto se mimetice, es decir, que se integre al usuario, y la otra es que, al contrario el objeto sobresalga aún más que el paciente, que es lo común en estos productos.

Esta muleta busca crear un punto de equilibrio entre estas dos ideas y proviene del siguiente concepto: ***"Producto que se integre a la vida cotidiana del usuario sin hacer que éste piense que su condición, por la cual utiliza el auxiliar de apoyo, ha desaparecido, sino más bien el objeto lo ayuda a su integración social sin la negación de su condición."*** Si visualizamos el apoyo auxiliar en su totalidad observamos un objeto que busca imitar partes del cuerpo humano (pie, pierna y columna), haciendo que el usuario lo sienta suyo, al mismo tiempo que no pretende mimetizarse sino integrarse al entorno en donde el usuario realiza sus actividades diarias

4.3 factor funcional

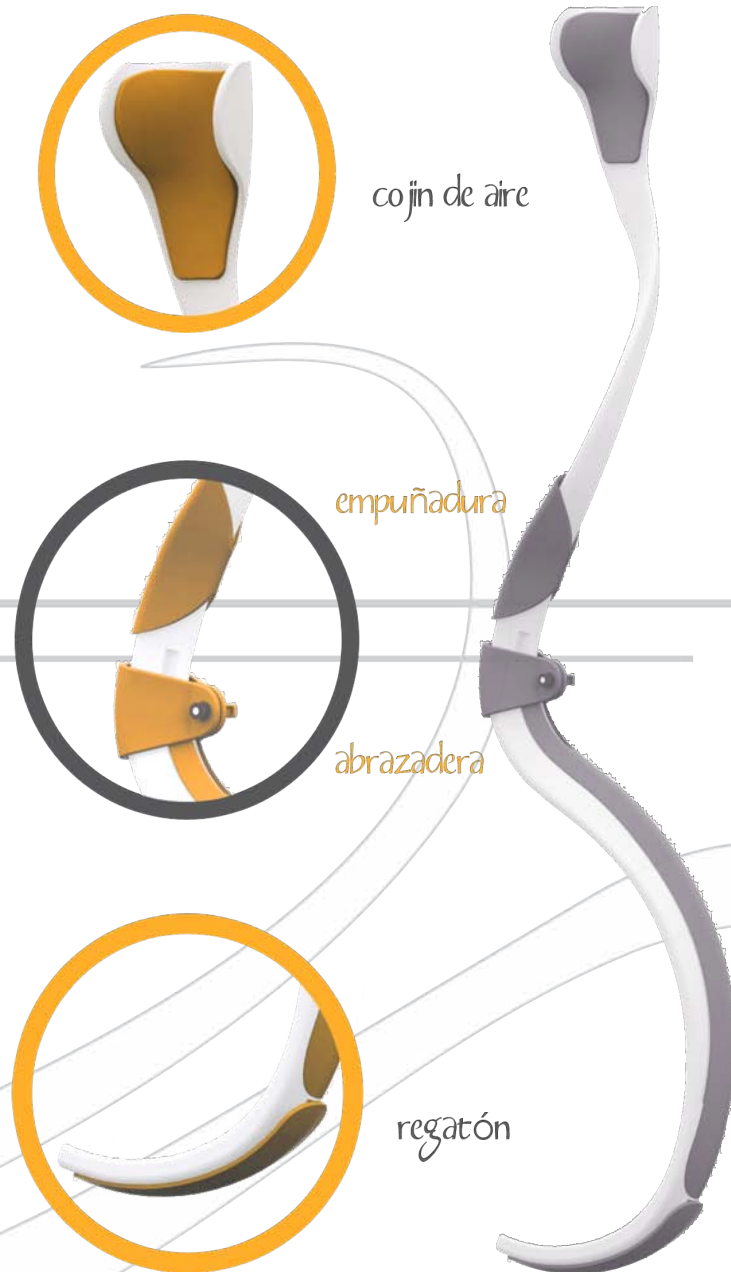


Fig. 4.7 Piezas intercambiables

Todo objeto tiene interacción con el usuario; esta debe ser clara y evidente. Para entender en su totalidad al objeto se explica el funcionamiento del mismo paso a paso.

1.- Cuando el objeto es adquirido es necesario que se ajuste a la altura necesaria para que la empuñadura quede a una distancia en la cual el brazo se encuentre en flexión a nivel de codo de 20°, evitando la extensión total del mismo. Para cumplir esta función existe un mecanismo que ayuda a regular la altura, compuesta por las siguientes partes:

-Mecanismo: su función principal es la de ser un eje de giro para la manija.

-Abrazadera: es la encargada de presionar ambas estructuras al utilizar el mecanismo.

-Manija: presiona la abrazadera para permitir el deslizamiento de una estructura dentro de la otra.



Fig. 4.8 Mecanismo de sujeción

secuencia de uso

La pieza se encuentra en posición cerrada; es decir, las estructuras no pueden deslizarse una dentro de la otra. Para liberarla es necesario tomar la manija y desplazarla hacia afuera del objeto; en este punto aun no se pueden mover las estructuras.



Fig. 4.9 Paso 1 para ajuste de altura

Una vez que se gira la manija en sentido de las manecillas del reloj se liberan las piezas; la estructura central corre dentro de la estructura inferior.



Fig. 4.10 Paso 2 para ajuste de altura



Fig. 4.11 Paso 3 para ajuste de altura

Una vez colocada a la altura deseada se vuelve a girar la manija y gracias al uso de un empaque se ejerce presión para que el mecanismo no se libere por sí solo.

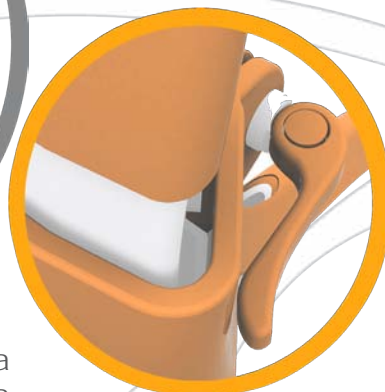
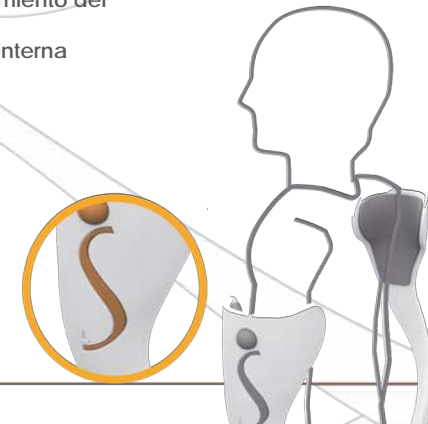


Fig. 4.12 Paso 3 para ajuste de altura

Actualmente este mecanismo es utilizado en el ajuste de los asientos para bicicletas; la única diferencia es el tipo de perfil que se utiliza; sin embargo esto no representa ningún problema para el apriete correcto de las piezas. La estructura inferior cuenta con una ranura que permite darle flexibilidad para que pueda deformarse cuando se utiliza el mecanismo. Para lograr que ambas muletas se adapten a la misma altura tienen unas marcas en la parte lateral interna del producto que sirven de indicadores visuales que señalan la posición y ayudan al usuario a ubicarlas correctamente. Una vez ajustado el objeto a la altura deseada se coloca en la posición adecuada para utilizarlo. Esta muleta está diferenciada por una letra que indica DERECHA O IZQUIERDA, que ayuda a distinguir y crear un código visual para el usuario, que toma la muleta que corresponde al lado que se va a colocar.



Fig. 4.13 Ranura para el funcionamiento del mecanismo. Indicación de posición Vista interna



A nivel de antebrazo existe una abrazadera que sujeta al deltoides. En esta parte existe otro mecanismo que corresponde a la patente 5158 767 USA. En este mecanismo se utiliza un inflable que al ser expandido por una bomba manual va generando presión en el deltoides provocando una sensación de agarre.

El inflable cumple su función al tener canales por los cuales fluye el aire y provoca que vaya aumentando paulatinamente de tamaño. Para liberarlo del aire que se le administró es posible presionar un botón que dejará salir el aire sin ningún problema.

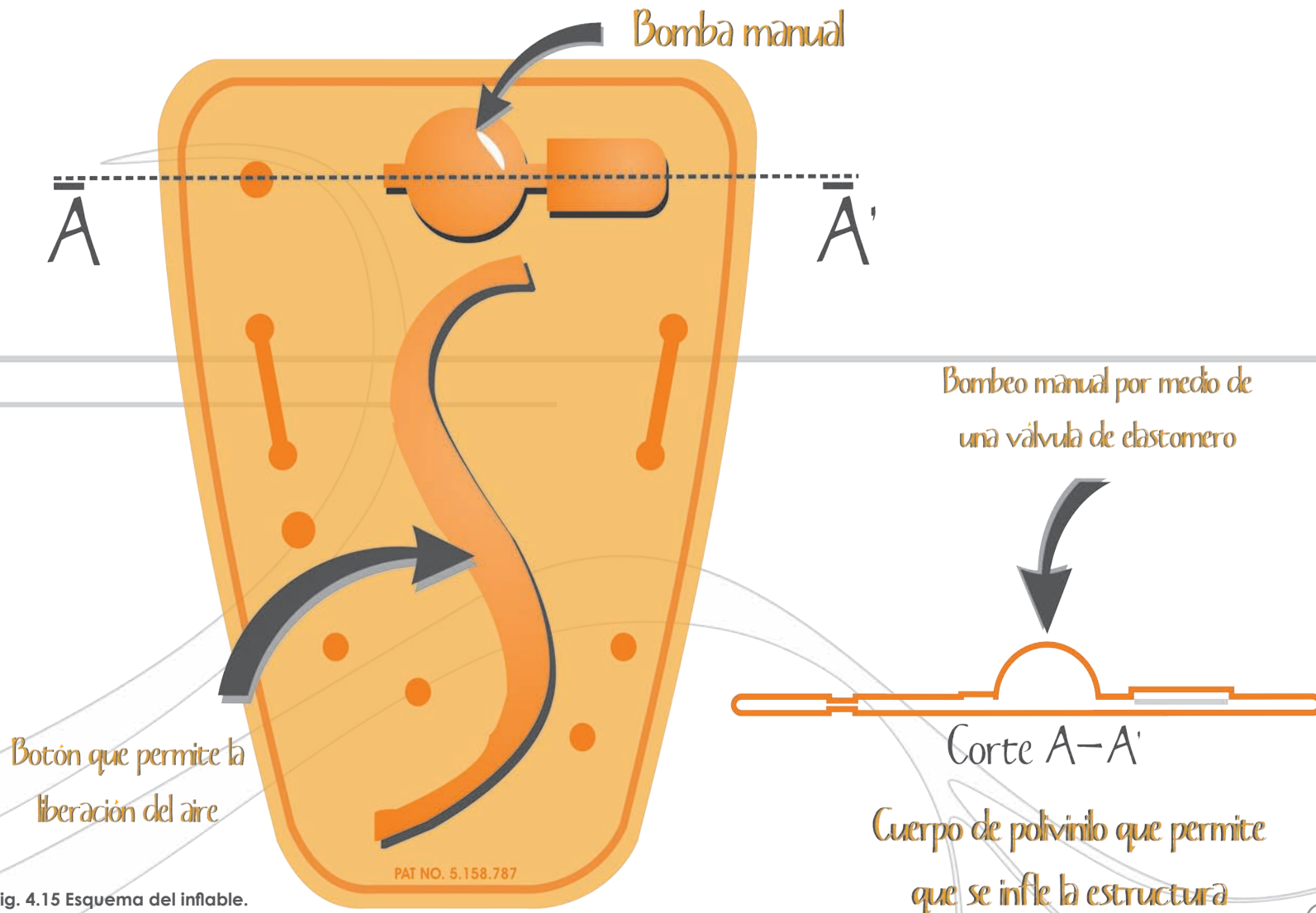


Fig. 4.15 Esquema del inflable.

secuencia de desplazamiento

Se coloca el usuario en posición erguida, con ambas muletas hacia adelante haciendo que su postura cambie de erguida a una postura con 10° hacia el frente. Se apoya el peso del cuerpo en las empuñaduras, logrando elevar el cuerpo (existe un movimiento de hombros y balanceo hacia adelante).

Al momento que el paciente hace eso la muleta empieza a moverse haciendo que exista mayor superficie de contacto. Una vez que se hace el balanceo el cuerpo del paciente deja atrás la muleta y así se continúa con el ciclo del desplazamiento. Cuando se realiza el desplazamiento es importante remarcar que no es necesario abrir el ángulo de apoyo de los auxiliares, es decir, éstos pueden operar lo más cercano a los laterales del cuerpo sin necesidad de crear ningún ángulo, evitando que el paciente pierda equilibrio y estabilidad cuando se está balanceando. Además reduce la necesidad de aumentar los espacios en que se va a mover.

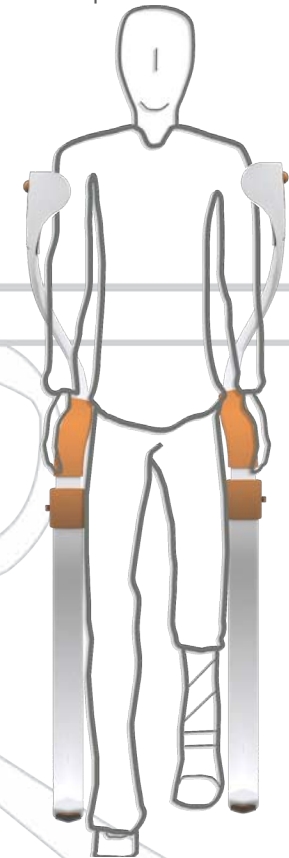
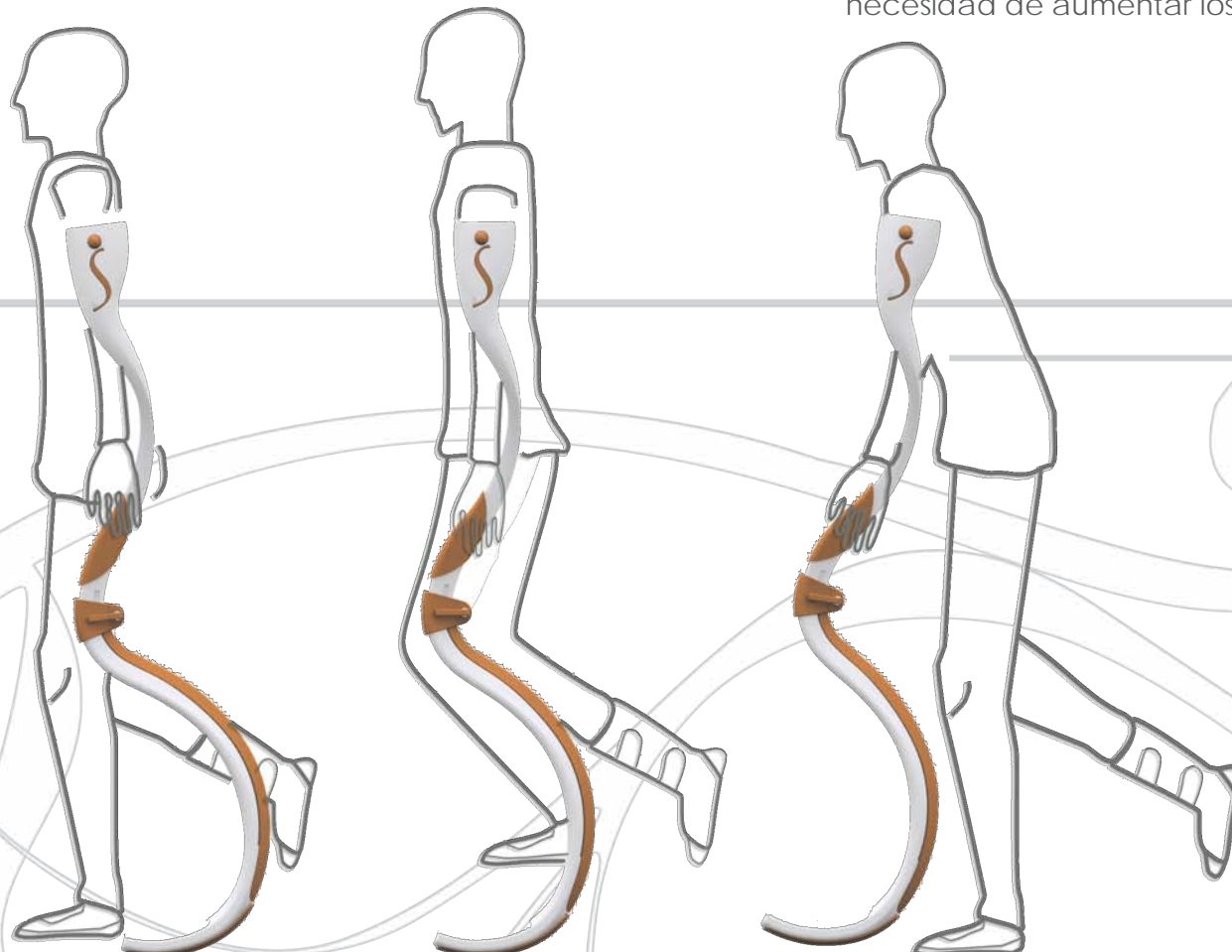


Fig. 4.16 Vista frontal usando el objeto.

Fig. 4.17 Fases del movimiento

Al subir las escaleras primero se colocan las dos muletas en el escalón que se desea subir, luego se ejerce fuerza para elevar el cuerpo hasta que la extremidad inferior que sí se puede apoyar alcance el siguiente escalón.



Fig. 4.18 Paso 1 para subir escaleras

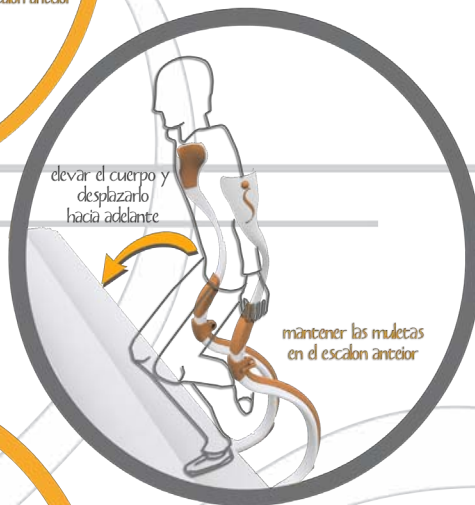


Fig. 4.19 Paso 2 para subir escaleras

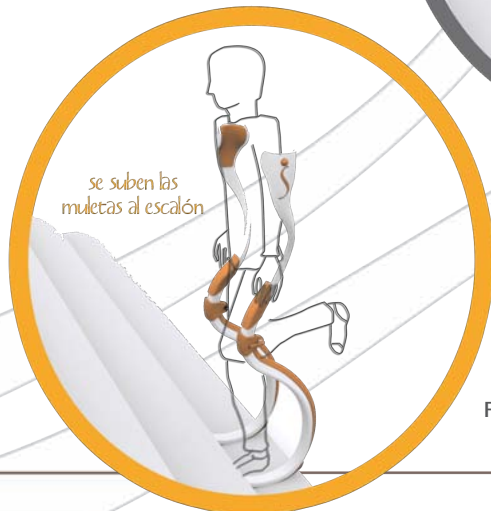


Fig. 4.20 Paso 3 para subir escaleras

Cuando se deambula existe un desgaste en el regatón de la muleta; por ello debe cambiarse, para lo cual lo único que se tiene que hacer es desprender la pieza inferior al tirar de ella. Otra pieza que recibe desgaste es la empuñadura por la constante presión que le imprime la palma de la mano, que hace que se vaya desgastando haciendo necesario el cambio de la misma. La forma de la empuñadura permite que se suelte y se intercambie con facilidad.

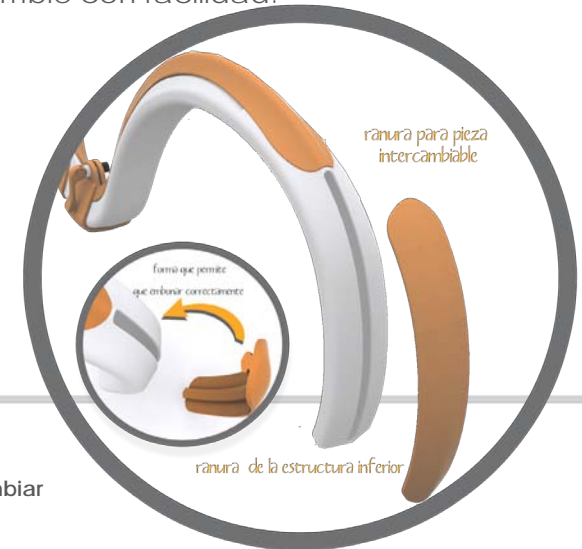


Fig. 4.21 Ranura para cambiar regatón



Fig. 4.22 Empuñadura. Unión de macho y hembra

Existe una tercera pieza que puede intercambiarse; ésta es la cubierta posterior y la razón por la que se sugiere cambiarla es por el desgaste que pueda tener, así como por la apariencia estética. Para lograrlo únicamente se presiona hacia afuera un poco para que deje de estar detenida por la estructura inferior y así poder sustituirla. El tiempo estimado de intercambio entre cada pieza dependerá del uso, frecuencia y cuidado que se le de al producto; sin embargo, cuando se adquiera se dará un juego tanto de empuñaduras como de regatones, enfatizando que son piezas que pueden ser adquiridas por el usuario en los establecimientos en los que son vendidas las muletas.

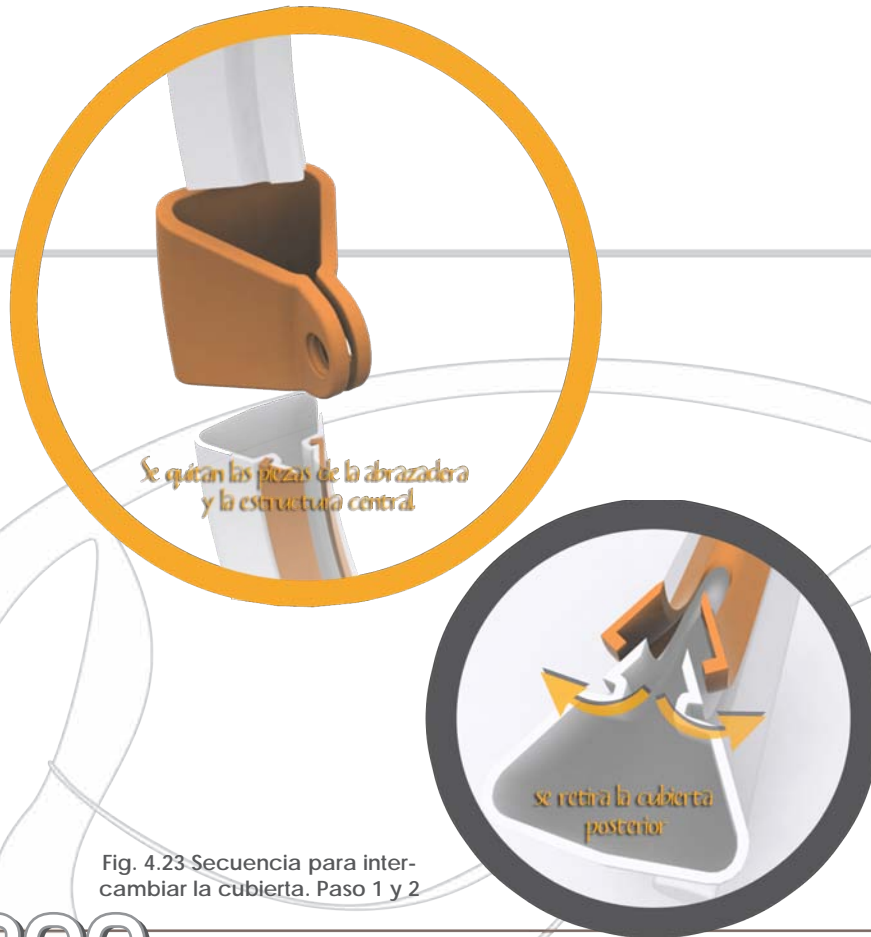


Fig. 4.23 Secuencia para intercambiar la cubierta. Paso 1 y 2

4A factor estético

“La función primordial de un diseñador es la de incrementar el valor de venta de un producto al hacerlo más atractivo.” Simrad Norwegian Manufacturer.(1)

Siguiendo esta premisa el diseñador está encargado de estudiar el mercado al que va dirigido el producto, es decir, debe comprender su estilo de vida para poder crear productos con aspectos comunicativos hacia dicho mercado. Para lograr dicha comunicación se emplea el lenguaje de la estética (entendido como el efecto que provocan los productos en las sensaciones humanas) en donde el que emite o envía el mensaje es el diseñador, el vehículo para transmitir el mensaje es el producto y el receptor es el usuario, por ende a medida que exista una correcta comunicación del mensaje planteado, los resultados en términos de aceptación del producto por parte del mercado serán cada vez mejores. Para fines de este proyecto sólo se tendrá certeza de dos parámetros: el mensaje y el vehículo, pues que el usuario realmente entienda el mensaje tiende a ser complicado y se basa en estudios tales como grupos de enfoque, encuestas entre otros, que en esta etapa del proyecto no se realizaron con mucho énfasis. Al principio del proyecto se afirmó que este tipo de productos mantenían una configuración formal que poco ha cambiado desde sus inicios, encasillándolos en productos puramente utilitarios. El objetivo del presente proyecto es separarlo un poco de la parte utilitaria y situarlo en un punto intermedio entre un producto meramente utilitario y un producto meramente simbólico. Para cumplir con lo anterior se partió de dos parámetros principalmente:

1° Como ya se mencionó anteriormente, se realizó un planteamiento diferente en cuanto al uso y ergonomía del producto y siendo éste un producto considerado, meramente utilitario, la parte estética será un medio para enfatizar las preferencias funcionales del usuario, pudiendo llegar a ser vista como un requerimiento en su función de mercado y/o semiótica

2º Se refiere más a la intención de lo que quiere transmitir el diseñador de este producto hacia el usuario final; dicha intención parte de un análisis de los productos existentes y qué mensaje transmiten al usuario. Una vez estudiado este puntos se genera un concepto, entendido como el pretexto para crear una configuración formal, apoyándose en este caso en tres ideas que se buscan transmitir en el receptor (usuario final):

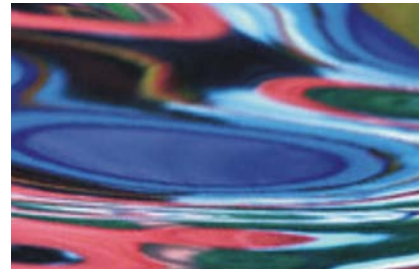
Movimiento= Cambio de posición de un lugar a otro
(ir en contra del aspecto estático de los productos actuales).

Seguridad = Certeza, Prevención de algo
(brinda mayores ventajas funcionales y ergonómicas que los productos actuales buscando transmitir las al usuario)

Dinamismo= Conjunto de fuerzas que actúan en un sentido
(al moverse con el objeto debe percibirse fuerza y estabilidad que no es transmitida por los productos actuales)

Al conjuntar estas tres ideas se logra una configuración formal del objeto que a continuación se describirá

Movimiento



Dinámico



Movimiento+ seguridad



Movimiento + dinamismo



Seguridad



Movimiento: Este concepto es expresado dentro de la configuración total del objeto. La estructura inferior cuenta con un juego continuo de líneas curvas que conforman una "S". La sección que la forma va de una figura de triángulo isósceles con esquinas redondeadas hasta terminar en un rectángulo en la parte inferior; este cambio de sección se repite en la estructura, sólo que la sección final es una "C". Existe un constante cambio de configuración de un lugar a otro.

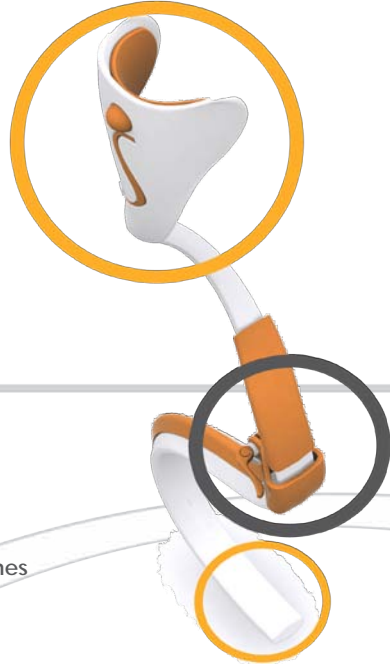


Fig. 4.25 Secciones

Dinamismo: Conjunto de fuerzas que actúan en un sentido. Relativo a la fuerza cuando produce movimiento. Enérgico. Si se observa la configuración del producto podemos deducir lo siguiente: se parte de la base, que cuenta con una configuración robusta y amplia que conforme hace el recorrido en sentido vertical se va deformando hasta llegar a un punto intermedio, en el cual se consolida una figura triangular; en ese momento existe una pausa enmarcada por la abrazadera y un cambio de pieza y se vuelve a retomar la figura triangular y se crea otro recorrido en forma helicoidal que concluye en una figura en "C".



Fig. 4.26 Estructura que envuelve al brazo del paciente.

Con base en lo anterior se observa que el objeto cuenta con una configuración dinámica, pues existe una lectura formal que va de una configuración amplia hasta un punto de cambio en su parte intermedia y volviéndose a ampliar al final del mismo.

Seguridad: Siendo este producto un objeto prioritario para la deambulacion, es necesario que exprese seguridad para el usuario. Al ampliar la base de sustentacion ayuda a generar más confianza en que descarga su peso en una mayor área. Otro punto importante es que la estructura central envuelve al brazo para brindarle mayor estabilidad, confianza y seguridad al usuario.

Para lograr una mejor comprensión del objeto en su factor estético se analizaron parámetros para entender su configuración formal.

simetría

Eje de simetría axial creando una composición vertical del objeto. En su vista lateral es un objeto totalmente asimétrico pero por el juego de las curvas se logra obtener un objeto equilibrado.

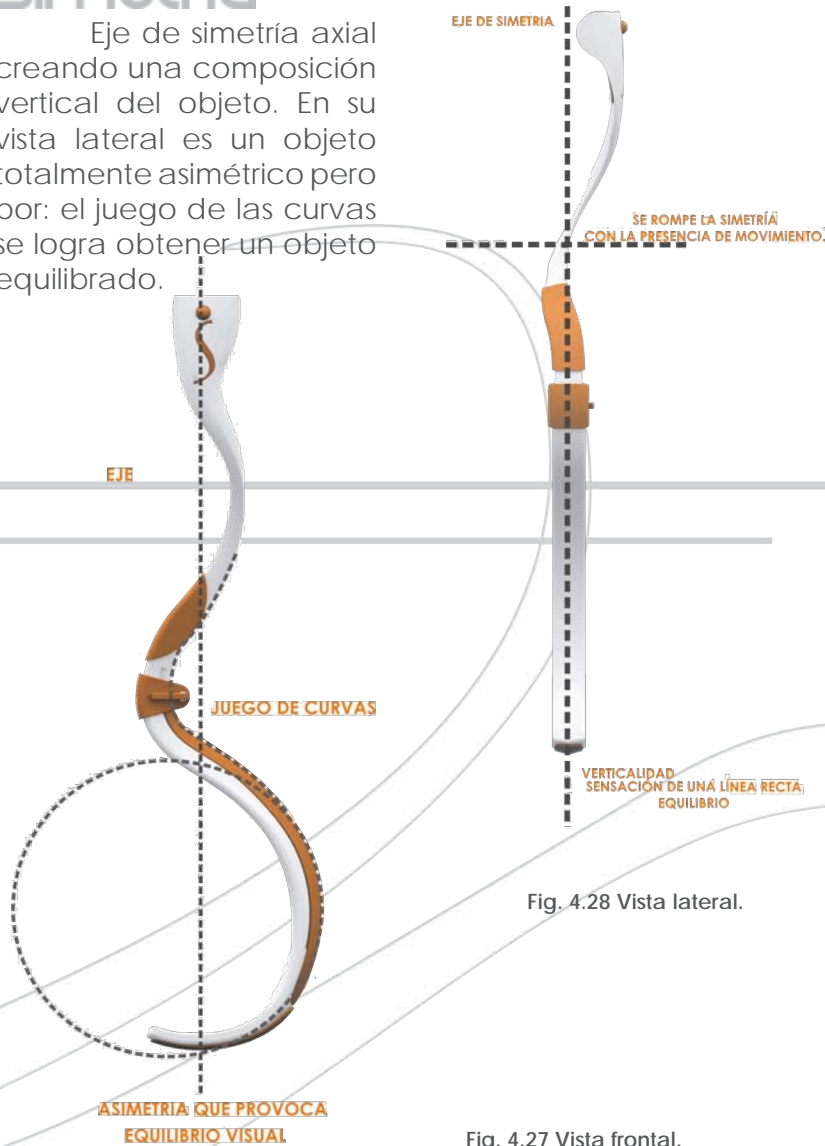


Fig. 4.28 Vista lateral.

Fig. 4.27 Vista frontal.

Formas

Uno de los conceptos que busca expresar este objeto es movimiento; para lograrlo y enfatizarlo más dentro de la configuración se hace uso de recorridos tanto curvos como helicoidales, que ayudan a crear una sensación de continuidad y fluidez. En la vista lateral se observa cómo dichas formas ayudan a crear una sensación de verticalidad ascendente.

color y contraste

La aplicación del color en este objeto se da básicamente para identificar dos tipos de piezas: las intercambiables y las estructurales.

Las estructurales corresponden a la central y a la inferior, que siempre serán de color blanco pues buscan expresar una estructura segura y continua que brinde **equilibrio y neutralidad visual**. Este color ayuda a percibir con mayor facilidad la forma de las secciones que conforman la estructura. El objetivo principal es dar la sensación de unidad. Es decir, se busca que el objeto **por sus partes estructurales sea comprendido como un todo para dar mayor seguridad al paciente**.



Fig. 4.29 Producto

apoyo auxiliar para marchas patológicas

Las piezas intercambiables contrastar con las estructurales para enfatizar que son piezas que deben cambiarse debido al desgaste que sufren.

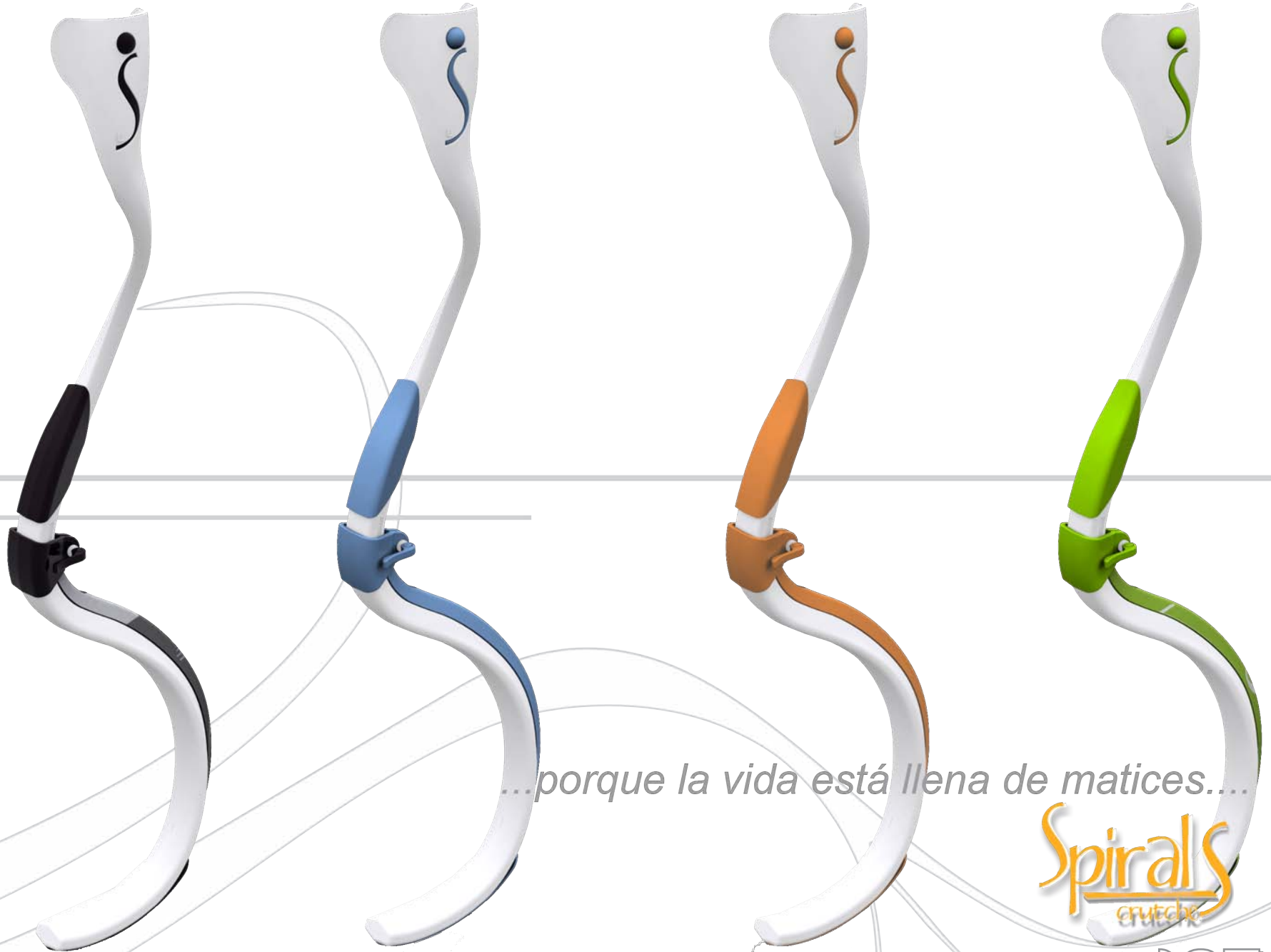
Otro objetivo por el cual se busca utilizar otros colores es que esos productos tienden a ser utilizados como objetos de uso personal; por ello se da la libertad de intercambiar las piezas y cubrir esa necesidad de individualidad que estos productos actualmente no ofrecen.



Fig. 4.30 Aplicaciones gráficas propuestas



Fig. 4.31 Banner opción de colores



...porque la vida está llena de matices....

Spirals
crutche

4.5 factor productivo

Analizando la propuesta formal que se presenta actualmente y para un correcto análisis del factor productivo se clasificó cada una de las partes que lo componen de acuerdo a su material y proceso de fabricación. Las partes se enumeran a continuación:

Clave	Nombre	Material	Proceso
SC_EI_01	Estructura Inferior	PET-G	Termoformado de doble hoja
SC_CP_01	Cubierta Posterior	PET-G	Termoformado
SC_R_01	Regatón	Poliuretano estructural con alto módulo de flexión	RIM
SC_A_01	Abrazadera	Poliuretano estructural con alto módulo de flexión	RIM
SC_MA_01	Mecanismo	Barra de acero inoxidable	Maquinados
SC_M_01	Manija	Poliuretano estructural con alto módulo de flexión	RIM
SC_EM_01	Empuñadura	Elastómero	RIM
SC_EC_01	Estructura central	Poliuretano estructural con alto módulo de flexión	RIM
SC_AN_01	Antebrazo	PVC	Suaje y sellado

Tabla 4.1 Descripción de las piezas.

Para lograr un entendimiento claro de cada parte se explican los procesos que se llevan a cabo para cada pieza, partiendo primero desde la definición de cada uno, posteriormente se dan las fichas técnicas de cada material y en caso necesario se incluyen los datos técnicos de los moldes que se emplean para su fabricación.

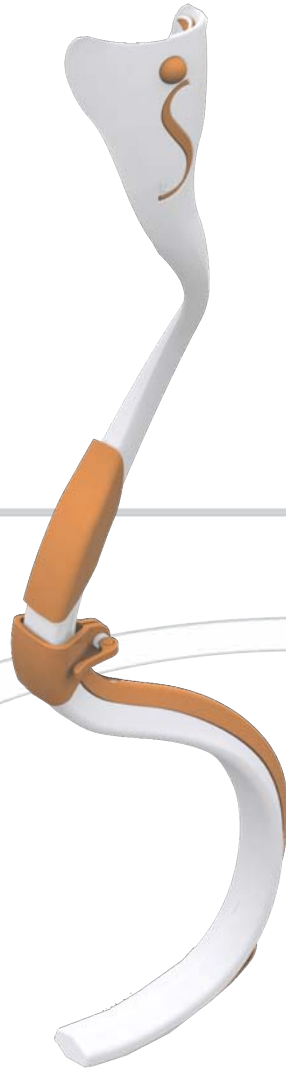
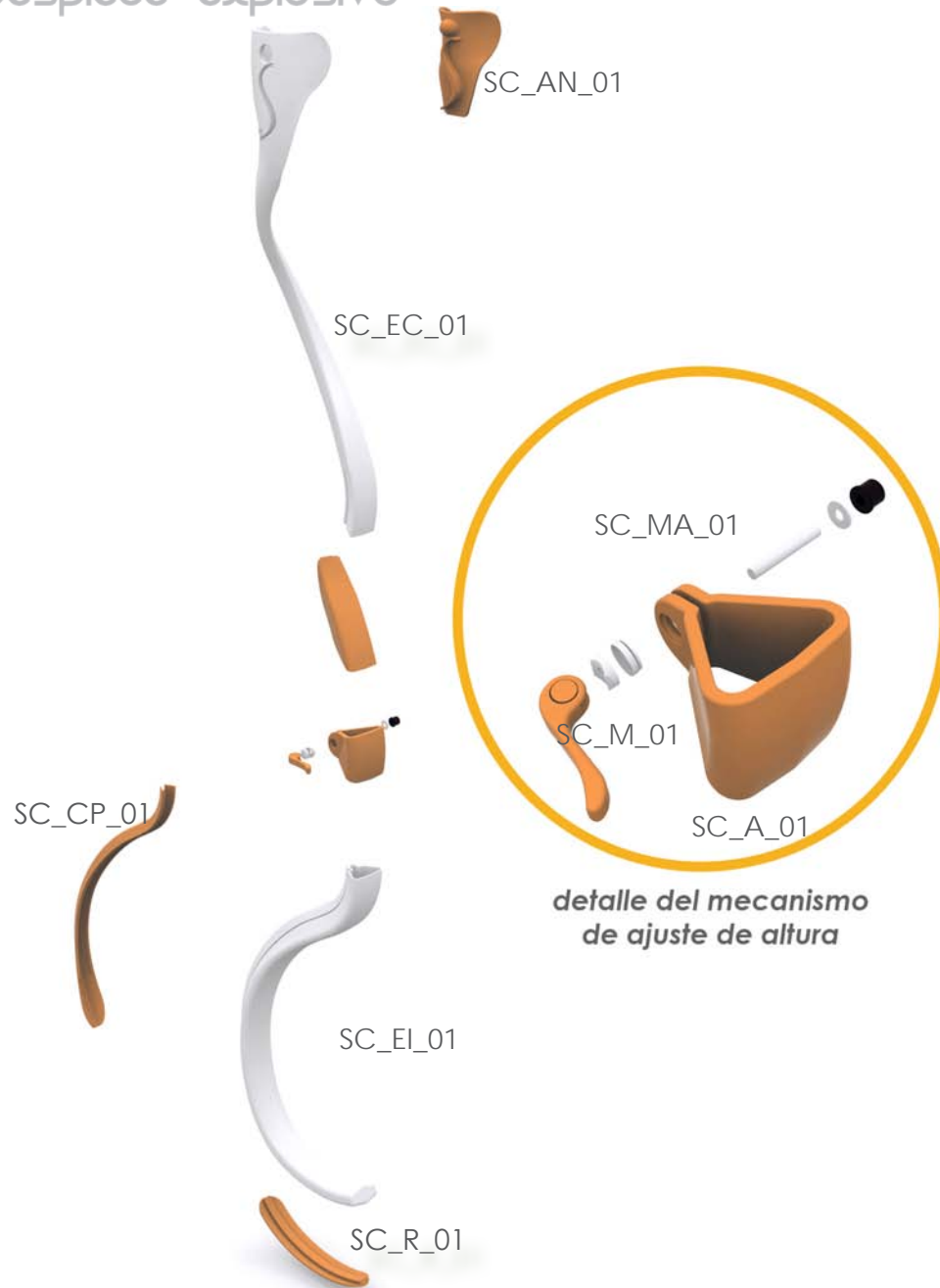


Fig. 4.32 Spiral Crutches.

despiece explosivo



Proceso productivo	Materiales	Piezas
1 Termoformado doble hoja	PET G	SC_EI_01
2 Termoformado	PET G	SC_CP_01
3 RIM	Poliuretano estructural alto módulo de flexión	SC_R_01 SC_A_01 SC_M_01 SC_EC_01
4 Maquinados	Acero Inoxidable	SC_MA_01
5 Corte Sellado	PVC grado medico	SC_AN_01

Fig. 4.33 Despiece explosivo.

Proceso de fabricación:

Estructura inferior Doble termoformado

Una de las características más importantes en el planteamiento de este proyecto es la fabricación del producto en un rango de costos que oscile de 300 a 1500 pesos, que dependerá principalmente de los métodos de fabricación empleados.

En un primer acercamiento a la solución de producción de la estructura inferior se hizo una propuesta para que la pieza fuera fabricada en inyección de plástico ABS: sin embargo, la complicación del molde y el costo del mismo orillaron a que se investigara sobre nuevos métodos de fabricación que tuvieran como principal objetivo generar piezas que pudieran ser sometidas a esfuerzos y cuyo método de fabricación no provocara la necesidad de un herramental complicado que a su vez implicara un incremento en costos. Se obtuvo la información sobre el termoformado de doble hoja, que brinda muchas de las características para la fabricación de esta pieza. Una vez hecha esta elección era de vital importancia hacer lo mismo al escoger un material que fuera adecuado para dicho proceso.

La elección del material se realizó una vez que se analizó cuidadosamente cada una de las ventajas que se tenían, principalmente dándole prioridad a la facilidad que tiene el **PET-G** para termoformarse. Otro factor importante fue su resistencia a la flexión y su facilidad de flexión durante la tracción, dada principalmente por uno de sus componentes, el glicol, que es el encargado de darle flexibilidad a las moléculas que lo componen para evitar que se fracture fácilmente, al mismo tiempo que ayuda a que su transformación, por el proceso de termoformado sea bastante eficiente. La combinación del proceso de doble termoformado y este material hace que la fabricación de la estructura inferior sea totalmente viable, pues responde a las necesidades funcionamiento:

Estructura resistente con la capacidad de flexionarse sin romperse al recibir una fuerza vertical no mayor a 80 kilos, al mismo tiempo que debe ser una pieza hueca para aligerar en peso y poder realizar la regulación de alturas.

Características generales:

El termoformado de doble hoja produce una pieza de doble pared. Más que producir dos piezas termoformadas y luego selladas, el termoformado con doble hoja genera ambos lados y los une como una sola pieza durante el proceso de formado. Dentro de sus ventajas encontramos:

-Reducción de los costos: Producir dos partes separadas y posteriormente unirlas con pegamentos o cualquier otro tipo de unión es más costoso que elaborarlo de una sola pieza.

-Mayor resistencia en cada pieza: la pieza final es más resistente pues el sellado de la misma se hace dentro del mismo proceso y a todo lo largo de la pieza.

-Mayor resistencia y ligereza que una simple hoja reforzada: Diseñar fuerzas geométricas distribuidas en la configuración crea una pieza mas resistente y a su vez ligera. Forma un tubular irregular que responde a los esfuerzos de cada sección.

-Herramental más barato que otros procesos: El herramental para este proceso puede ser hasta un 90% más barato que el necesario para otros procesos de moldeo.

-Comercialización más rápida que otros procesos de moldeo: Ya que el herramental para las partes que se moldean en este proceso es más sencillo que el de otros procesos, las piezas realizadas en termoformado de doble hoja pueden ser puestas en producción mucho más rápido con un menor tiempo de fabricación

-**Flexibilidad para ofrecer variaciones sobre el diseño principal:** el herramental utilizado para este proceso puede ser modificado rápida y económicamente para producir diferentes configuraciones de un producto base o diferentes modelos de una línea de productos .

Usos:

-Se utiliza en piezas que van a ser visibles por ambas caras ya que el detalle puede ser aplicado a ambos lados.

-Se generan piezas de una resistencia y durabilidad considerable con la ventaja adicional de un bajo peso.

-Cuando se está obligado a generar piezas con propiedades térmicas así como acústicas es útil la presencia de dos paredes, lo que es logrado por este proceso.

-Este proceso ofrece una gran gama de resinas, colores y terminados para poder lograr diferentes acabados . La pieza puede producirse con un color inherente para que ningún tipo de pintura se requiera, o la pieza puede ser pintada o estampada para darle otro acabado.

PET-G

Grosor: Estas resinas se producen en hojas de grosor que van desde 1.5 hasta 12.7 mm. El material que se decide emplear es el **PET-G** con un aditivo para protección UV. A continuación se describen sus características según su hoja técnica:

Ventajas:

Es uno de los materiales transparentes más resistentes que se conocen en la actualidad, próximo al policarbonato. Cuenta con una gran resistencia al impacto mayor a la que pueden proporcionar materiales como el acrílico y el poliestireno, pudiendo utilizar espesores menores. **Dúctil. Elongación a la rotura similar al policarbonato**, excelente resistencia química. Reduce la transmisión del sonido y puede ser reciclado. Excelente para recibir post-procesos como corte, fresado y barrenado.

Excelentes propiedades de termoformado y formado. La fabricación de piezas por este proceso es fácil. Cuenta con un alto módulo de flexión.

Desventajas

Secado: Todo poliéster tiene que ser secado a fin de evitar pérdida de propiedades. La humedad del polímero al ingresar al proceso debe ser de máximo 0.005%

Temperatura: Estabilidad dimensional al calor: Los artículos manufacturados con este producto no deben ser expuestos a más de 65° / 70°C, según aplicaciones.

El componente ultravioleta de los rayos solares ocasiona una degradación en todos los plásticos en general. Esta degradación depende de las condiciones de exposición, es decir, de la duración real de la exposición a la luz solar, de la inclinación de la placa con respecto a los rayos solares, de la temperatura y humedad y de la intensidad de esos mismos rayos solares (coordenadas geográficas). La degradación se pone de manifiesto por un progresivo amarillamiento, una disminución en la transmisión de la luz y una pérdida de las propiedades mecánicas. Las placas PET-G no están protegidas contra la acción de los rayos solares; sin embargo, el propio material en sí ya posee una cierta resistencia a la intemperie por lo que puede utilizarse en aplicaciones exteriores en lugares en los que la acción de los rayos solares no incida de manera permanente sobre la placa y sea de baja intensidad.

Aplicaciones

Displays, expositores y demás material publicitario en el punto de venta. Rótulos. Protectores industriales. **Piezas ortopédicas y componentes de equipos médicos.** Moldes para chocolate y confitería. Escudos de protección (antimotín). Máquinas expendedoras y recreativas. Acristalamientos de seguridad. Componentes para construcción. Mobiliario urbano (antivandálico). Artículos de uso alimentario.(2)

Moldes para Termoformado de doble hoja

Las primeras consideraciones para la fabricación de piezas por medio de este proceso son sobre el detalle que debe tener la superficie así como su textura.

Barrenos para el vacío: El posicionamiento, el tamaño y el número de dichos barrenos es muy importante. En superficies planas no deben exceder el tamaño de cualquier marca de textura. Entre mayor número de barrenos existan mejor va a ser el efecto de vacío, ya que se podrá liberar el aire del molde de una manera rápida.

Se busca que el trazo del objeto no cree dificultades para desmoldar, pueden ser utilizadas para darle mayor rigidez a la pieza siguiendo líneas de diseño y ángulos de salida.

Radios en esquina: entre mayor grosor tenga el material tendera a formar radios mayores en las esquinas. Cuando el material se adelgaza y casi está a 90° el material tiende a formar zonas débiles y de baja resistencia mecánica. El radio de los moldes varía de acuerdo a la que se requiera para la pieza.

El radio en las esquinas así como los ángulos de salida son consideraciones muy importantes para este proceso ya que pueden dificultar el desmoldeo de la pieza así como la producción de la misma.

Un factor crítico para la producción de piezas bajo este proceso es el herramental que se emplea para formar las piezas. Debido a que se usa alta presión se requiere de moldes de aluminio. Principalmente se utilizan moldes de aluminio maquinado para lograr un mejor termoformado, llegando a un nivel mayor de detalle así como una definición mayor en la textura ya que se elimina la porosidad del molde.

Los moldes de aluminio son los mejores para altas producciones, pero la conductividad del aluminio haría necesario precalentar el molde por medio de circulación de agua caliente a través del sistema de enfriamiento o inclusive calentando el molde con el mismo material a termoformar. Para corridas largas será necesario incorporar un termostato para asegurar que exista la menor fluctuación de temperatura en la superficie del molde, evitando así un sobre enfriamiento.

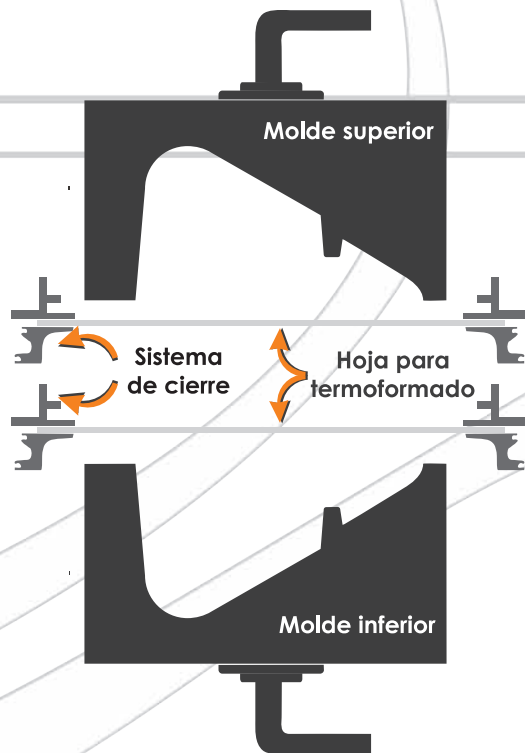
	Termoformado doble hoja	Inyección
Costo por herramental	90% menos que en el moldeo por inyección	5 a 10 veces más costoso que el herramental del termoformado por doble hoja
Modificaciones en el herramental	90% menos que en el moldeo por inyección	5 a 10 veces más costoso que el herramental del termoformado por doble hoja
Tiempo para comercializar	Fabricación puede llevar de 6-10 semanas	La fabricación puede llevar de 3 a 6 meses
Características de las partes	Visitas por ambas caras	Acabado igual en ambas caras
Proporción entre resistencia y peso	Mayor resistencia, menor peso	Mayor resistencia, mayor peso
Durabilidad	Igual que la inyección	Igual que el doble termoformado pero más pesado
Resinas disponibles	Gran selección de resinas	Gran selección de resinas con ciertos acabados
Adaptación del herramental	Estructura central	Se tiene que volver a fabricar

Tabla 4.2. Comparativo entre procesos

El proceso de termoformado con doble hoja es muy similar al convencional, en el cual un material termoplástico es formado en contra del contorno de una superficie usando succión para empujar el material en contra del molde; sin embargo, en este nuevo proceso son dos las hojas que se calientan simultáneamente dentro de dos moldes y son aprisionadas y forzadas a conformar una doble pared.

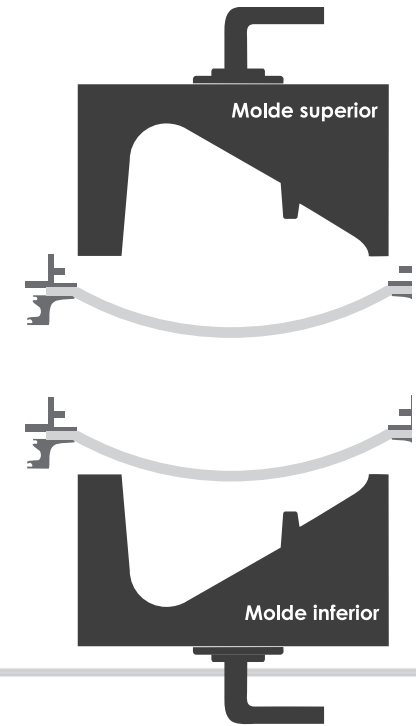
1

El proceso comienza cuando las hojas del plástico son detenidas por el sistema de cierre horizontal, paralelo a los marcos y calentadas a la temperatura adecuada para el formado.



2

Cuando ambas hojas llegan a su temperatura óptima cada una es dirigida al molde que le corresponde. Por medio de barrenos que ayudan al vacío se succiona el plástico llevándolo a llenar las cavidades del molde.



3

Una vez que ambas hojas han copiado la silueta del molde, ambos moldes son presionados conjuntamente, para formar uniones predeterminadas. Ningún adhesivo es necesario ya que ambas hojas, al ser presionadas juntas, forman una unión térmica.

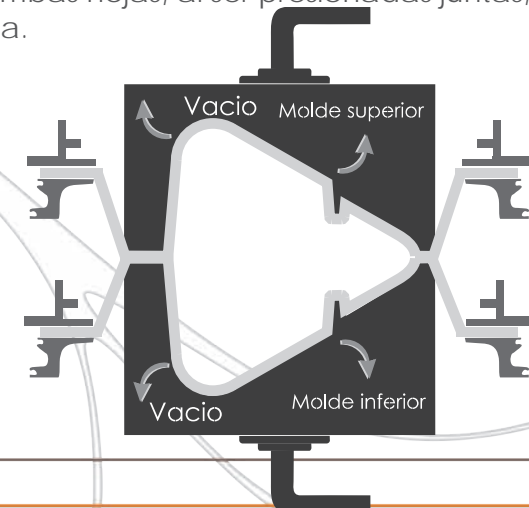


Fig. 4.34 Pasos para el doble termoformado

4

Una vez que se han fundido permanentemente en el contorno y se han presionado para formar una sola estructura y enfriado, los moldes son liberados y la nueva estructura termoformada es removida de los marcos.

Cuando la pieza ya es retirada del proceso de termoformado debe pasar por dos procesos posteriores: el primero consiste en un corte por medio de CNC (Control Numérico por Computadora) en donde se ubica la pieza con la finalidad de retirarle todo el material sobrante. En la cara posterior de la pieza a nivel superior se le realiza un fresado que simplemente atraviesa esa cara, esta fresa tiene un diámetro de 12.7 mm, tiene la finalidad de generar una ranura de 100 mm de longitud, que permitirá la flexibilidad de la pieza al utilizar el mecanismo para la variación de altura

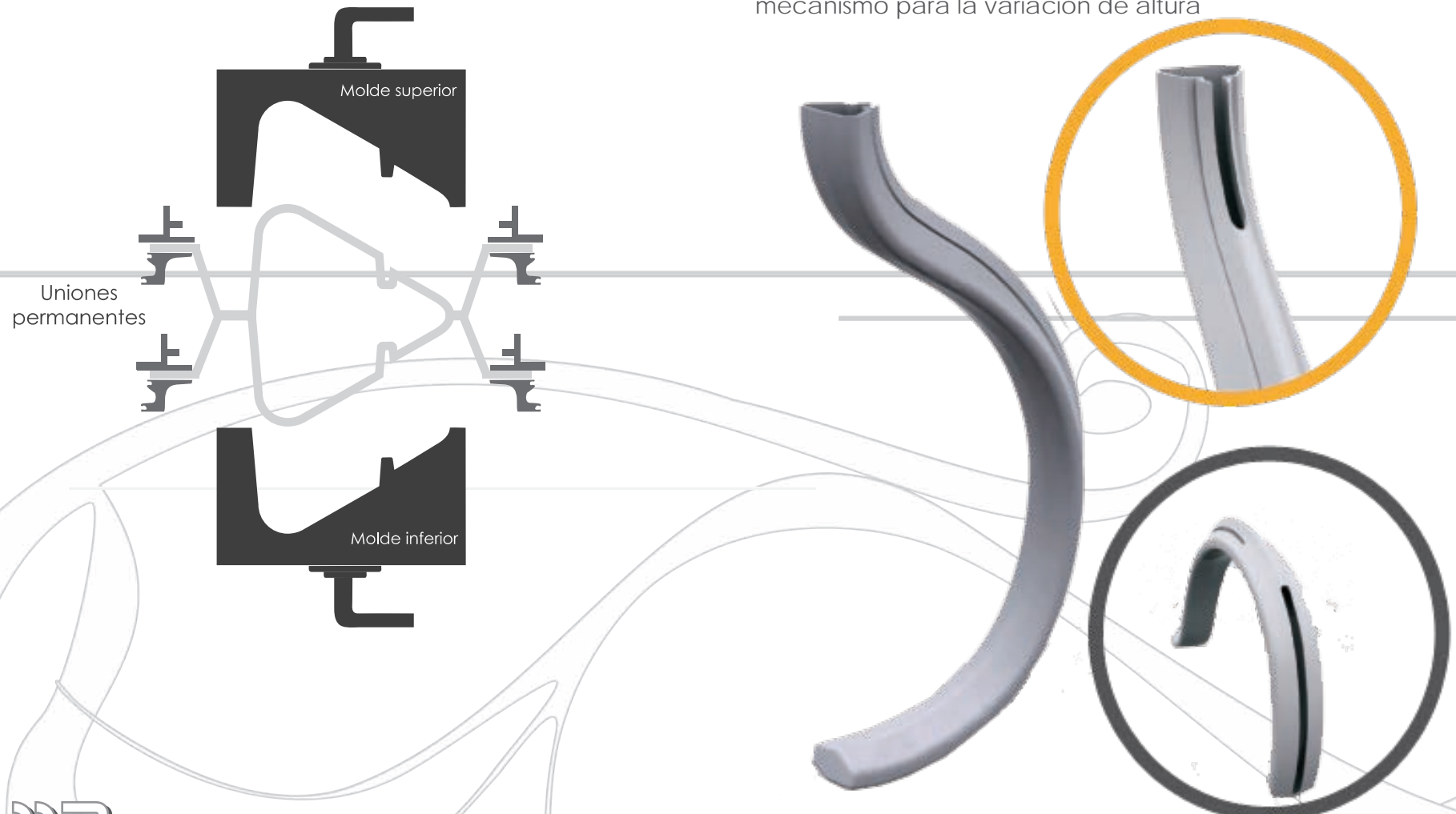


Fig 4.35 Pieza terminada. Post-procesos.

Proceso de fabricación:

Cubierta posterior

Termoformado

El termoformado es un proceso que permite la obtención de piezas comerciales a un bajo costo; la elección de este proceso para la cubierta posterior dependió principalmente de que esta pieza simplemente puede darle un cambio de apariencia al producto. La única característica que debe cumplir es que tenga el mismo comportamiento que la estructura inferior; para ello se elige el mismo material que se empleará en ésta (PET-G). Otro factor determinante es que el material que conformará esta pieza pudiera recibir post-procesos como: maquinados para retirar el material sobrante y tampografía para colocarle gráficos.

Características generales

El termoformado es un proceso en el cual se usa una lámina plana de material termoplástico para darle la forma deseada. Este proceso consta de dos pasos principales: calentamiento y formado. La duración del ciclo de calentamiento necesita ser suficiente para ablandar la lámina, dependiendo del polímero, su espesor y color. Los métodos de formado pueden clasificarse en tres categorías básicas: 1) termoformado al vacío, 2) termoformado a presión y 3) termoformado mecánico.

El tipo de método que se va emplear para la elaboración de esta pieza es el termoformado al vacío en el cual se usa presión negativa para adherir la lámina precalentada dentro la cavidad del molde. Los barrenos para hacer el vacío en el molde son del orden de 0.8 mm de diámetro, para que sus efectos en la superficie del plástico sean menores.

Una de las grandes ventajas del proceso de termoformado es la diversidad y tipo de moldes que se pueden fabricar a un costo muy bajo y en tiempos relativamente cortos, teniendo una gran aceptación en varias aplicaciones sobre otros procesos. Generalmente y a diferencia de los moldes para inyección, sólo se necesita la mitad del molde y depende de la forma del producto, la apariencia deseada y la técnica seleccionada (puede ser molde macho o hembra). En el diseño de piezas termoformadas es necesario establecer los siguientes criterios:

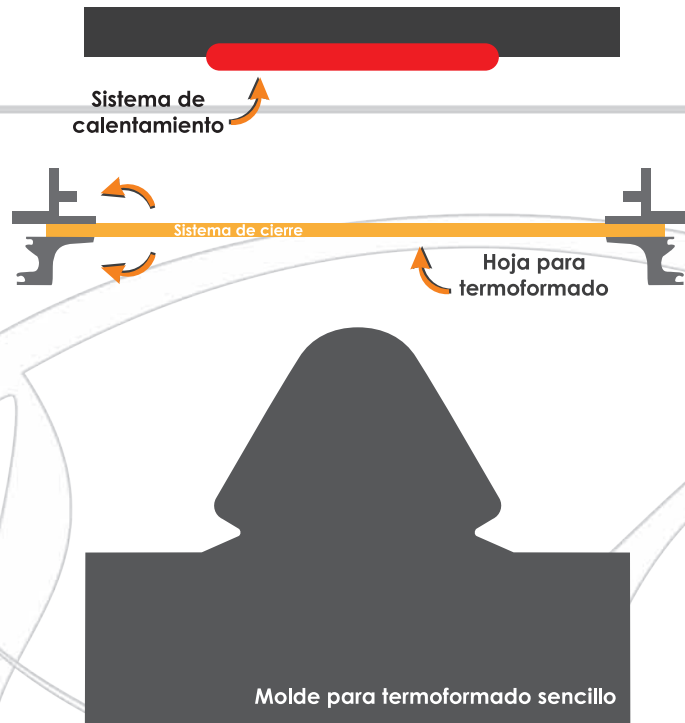
1. Deberá considerarse un adelgazamiento en el espesor del material, que dependerá más que nada de la forma, tamaño y técnica utilizada. En términos generales se puede considerar que el adelgazamiento en el espesor del material es directamente proporcional a la altura de la pieza.
2. Deberá considerarse un ángulo de salida de moldeo entre 3° y 5° .
3. Deberá tomarse en cuenta una contracción en la pieza del 0.6 al 1% al enfriar.
4. Por lo general, la superficie de la pieza termoformada será lisa, aunque es posible obtener algunas texturas.
5. En el diseño de la pieza es conveniente incluir radios grandes; es posible obtener aristas, pero podrán causar rasgaduras en el material.

Para la elaboración de esta pieza se tomaron en consideración los criterios anteriormente mencionados como a continuación se describe.

En el proceso de termoformado el material termoplástico es formado en contra del contorno de una superficie mediante una succión para empujar el material en contra del molde, para garantizar la imitación de la forma del molde.

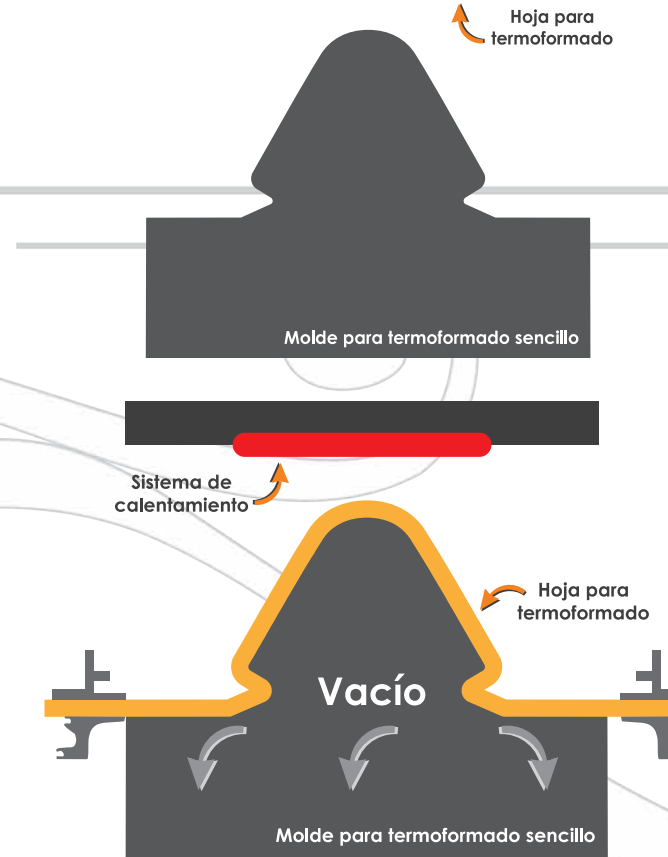
1

El proceso comienza cuando la hoja del plástico es detenida por un marco, por la parte superior recibe calor hasta obtener la temperatura adecuada para el formado.



2

Cuando la hoja ha llegado a su temperatura óptima se posiciona en la parte superior del molde. Por medio de barrenos que ayudan al vacío se succiona el plástico llevando a llenar las cavidades del molde.



3

Una vez que se ha copiado la silueta del molde y se deja enfriar un poco la pieza en el molde se procede al desmolde de la misma. Para ello se hace uso de la misma memoria del material para ayudar a que se libere la pieza. El ahorcamiento que se genera al termoformar la pieza es indispensable para lograr un mecanismo de agarre entre la estructura central y la cubierta posterior.

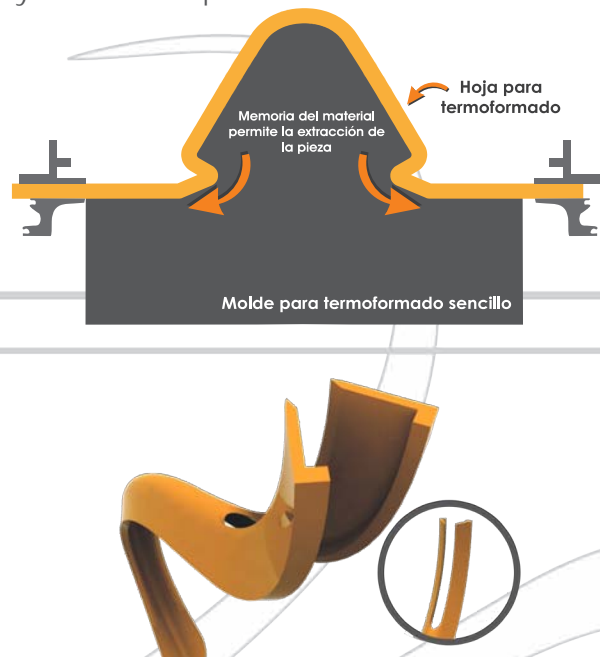


Fig.4.36 Pasos para el proceso de termoformado

Cuando la pieza ya ha sido retirada del proceso de termoformado debe pasar por un proceso posterior: corte por medio de CNC con la finalidad de retirar todo el material sobrante. Una de las características principales que tiene esta pieza es que puede llevar un proceso posterior de tampografía, por lo cual, dependiendo de la demanda del producto, se diseñan gráficos que pueden ser considerados o no durante la fabricación de la misma.



Fig.4.37 Pieza terminada. Post-procesos.

Proceso de fabricación:

Regatón, abrazadera
manija, empuñadura
antebrazo

RIM

Las piezas realizadas en el proceso de RIM permiten cierta resistencia para bajas producciones así como un costo del herramental menor al de una pieza de inyección. Todo lo anterior se complementa con la elección del material que es poliuretano estructural con alto módulo de flexión que tiene como principal característica, como su nombre lo dice, un grado de flexión dada por la capacidad de elongación del material antes de la fractura del mismo

Características generales

RIM (Reaction Injection Moulding, Moldeo por Inyección-Reacción) es una técnica para producir piezas de plástico mediante la inyección a baja presión de resinas termoestables en moldes.

Se pueden utilizar distintos tipos de moldes; no obstante, son los moldes de resina los que se usan con más frecuencia. Principalmente se realizan moldes para series pequeñas contruidos a partir de un modelo producido mediante métodos de prototipado rápido.

El proceso comienza con dos componentes líquidos - el componente A, conocido como isocianato y el componente B, conocido como polioli, que son mezclados en un cabezal e inyectados con alta presión para garantizar la uniformidad de la mezcla que se dirige hacia la cavidad de un molde. Existe una reacción dentro del molde que da como resultado una pieza formada en poliuretano estructural. Usos principales:

- 1.- Para prototipado de piezas de bajo volumen.
- 2.- Para generar formas complejas

3.- Los moldes pueden ser de resina e incluso hasta de aluminio.

4.- El costo del herramental es bajo y pueden ser susceptibles a modificaciones sin significar una nueva inversión en el molde.

5.- Puede contar con piezas o insertos dentro de las piezas.

6.- Existe una gran variedad de materiales o combinación de materiales para aprovechar las ventajas

Bayflex®

Poliuretanos estructurales con alto módulo de flexión

Bayflex® es una gama especial de poliuretanos elásticos fabricado por BAYER® que, a causa de sus extraordinarias propiedades, han encontrado aplicación en innumerables ámbitos. Sus múltiples variantes se caracterizan por una elevada resistencia al impacto y flexibilidad, incluso en temperaturas muy bajas.

Estas espumas integrales, a causa de sus buenas propiedades amortiguadoras, se utilizan principalmente para aumentar la comodidad y la seguridad.

Puesto que los poliuretanos Bayflex® se pueden adaptar con gran precisión a aplicaciones específicas, ofrecen un gran abanico de posibilidades. Sus principales ventajas son:

- Enorme versatilidad gracias a las propiedades personalizables
- Excelente precisión de moldeo de superficies
- Posibilidades de combinación con otras materias primas
- Libertad de diseño

El material que se utilizará para la fabricación de la abrazadera, manija y estructura central es el Bayflex® Integral y el material para el regatón será Bayflex® Active.

Bayflex® Integral Superficie compacta, centro blando

Es una espuma blanda integral con posibilidades de aplicación en muy distintos ámbitos de la vida cotidiana. Las propiedades especiales de este material se deben a que la zona exterior es densa y compacta, mientras que su centro es de espuma elástica de celdas abiertas.

Se caracteriza por la excelente calidad de su superficie y la libertad de diseño que brinda, además de su gran resistencia a la abrasión y sus buenas propiedades de amortiguación de las vibraciones. Estas propiedades se pueden obtener mediante el cuidadoso ajuste de las materias primas hechas a medida y los parámetros de procesamiento.

Principales propiedades:

- Espuma integral blanda con una densidad comprendida entre 150 y 800 kg/m³
- Comodidad y tacto agradable gracias a su centro esponjoso
- Superficies decorativas y resistentes a la abrasión gracias a su exterior compacto y elástico
- Reproducción exacta y detallada de las superficies
- Posibilidades de combinación con otras materias primas
- Permite elaborar artículos de geometría compleja con periodos de ciclo reducidos.

Bayflex® Active shock absorption

Proporciona una enorme amortiguación de los impactos y, con ello. El sistema Shock absorption amortigua el fuerte impacto que sufren las articulaciones de los deportistas, además de descargar notablemente la columna vertebral.

La nueva tecnología consigue: una calidad máxima con una densidad mínima, con base de poliéter. El uso de Bayflex® Active shock absorption en suelas intermedias de poliuretano también resulta inmejorable gracias a su gran resistencia a la hidrólisis y su gran estabilidad dimensional. Si se complementan con suelas fabricadas con otros poliuretanos Bayflex® se obtienen reducciones del peso de más del 40 % en comparación con los materiales de suela convencionales. La adherencia perfecta con diversos materiales, como la goma, el cuero y el poliuretano, proporciona una durabilidad inmejorable. Esto permite compaginar la funcionalidad acorde con el tipo de deporte, la comodidad, la estética de moda y la producción económica.

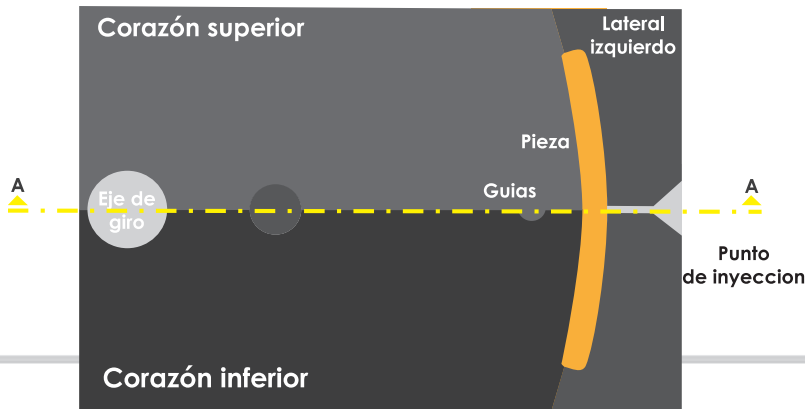
Debido a que son varias las piezas que se realizan por este proceso se ha decidido únicamente explicar a la abrazadera, pues es uno de los moldes que demuestra mayor dificultad para su elaboración

Proceso de fabricación: **Abrazadera**

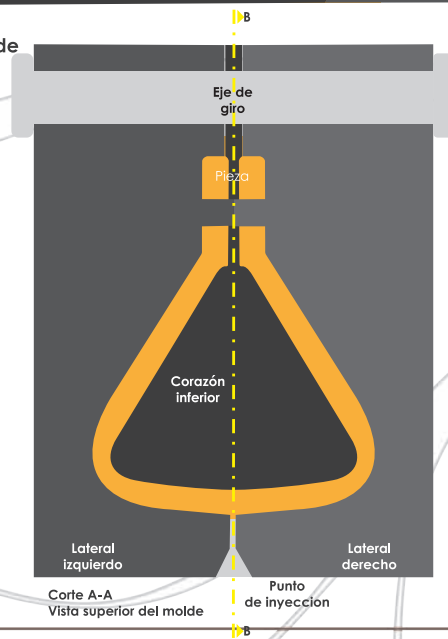
1

El molde de esta pieza está compuesta de 4 piezas:

2 piezas laterales y 2 piezas internas que funcionan como corazón móvil



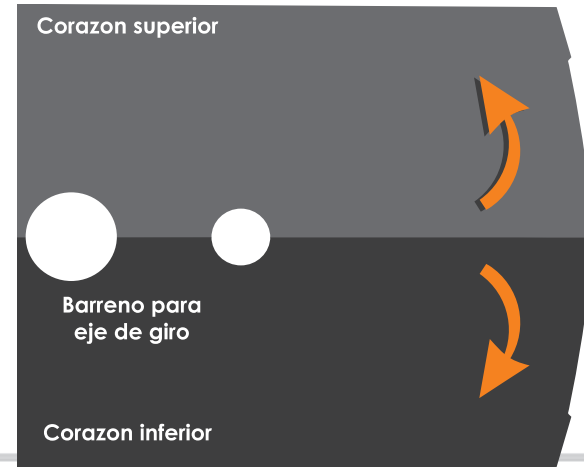
Corte B-B
Lateral del molde



Corte A-A
Vista superior del molde

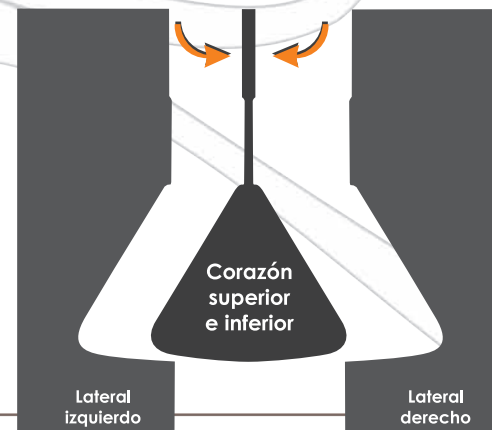
2

Para iniciar el proceso de producción se colocan los corazones uno encima del otro haciendo coincidir las guías de cada molde. Para remover el corazón es necesario hacerlo por medio de un movimiento radial.



3

Se procede a colocar las piezas laterales cerrando así el molde. Cuenta con guías para no perder registro de dónde se colocan las piezas. Por último se coloca un perno, mismo que servirá de eje de giro para sacar los corazones.



Vista superior del molde

4

Una vez que se ha realizado el proceso de RIM para inyectar la pieza se procede al desmolde de la misma invirtiendo los pasos anteriores.

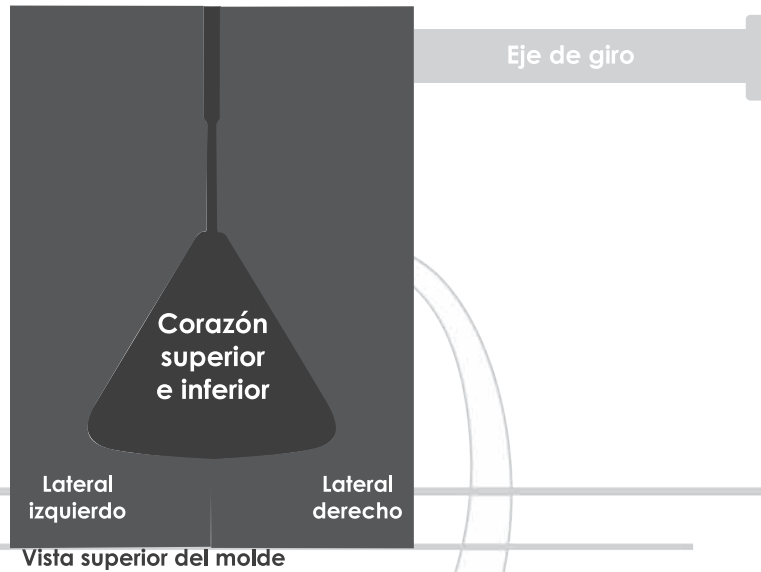


Fig. 4.38 Pasos para el proceso de RIM

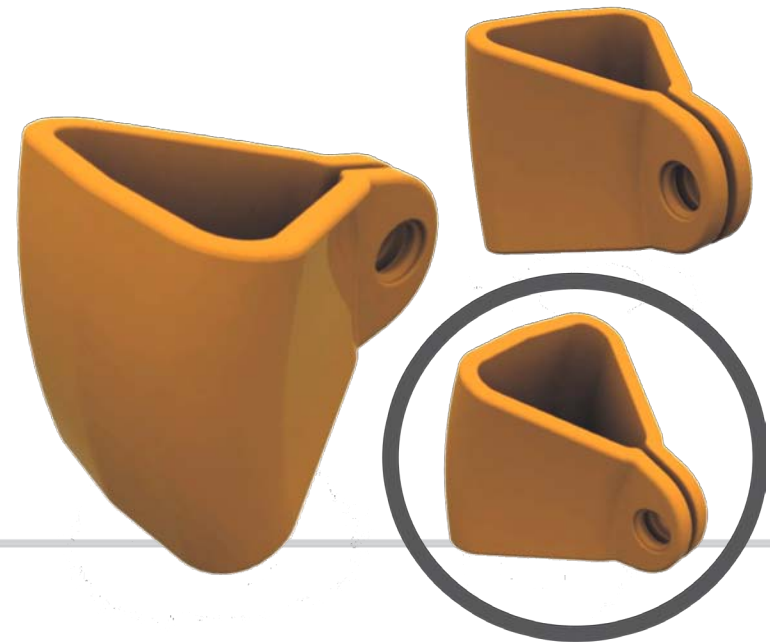


Fig. 4.39 Vistas abrazadera.

Una vez que la pieza sale del molde recibe un post-proceso de rectificación en el cual se elimina cualquier tipo de rebaba que pueda existir en la pieza. Al término de esta la pieza está lista para ser usada.

4.6 costos

Para una correcta evaluación de la viabilidad del proyecto se decidió plasmarlo en términos de costos, para ello se realizó el planteamiento de la venta de éste en términos de proyecto y en costos de fabricación, para poder tener dos parámetros y buscar la comercialización del producto de manera más óptima posible.

a) Proyecto: Para determinar el costo del proyecto partimos de un listado de actividades dividido primero en cuatro etapas:

Etapas de investigación: Entendida como la fase en la que se realizan los primeros acercamientos al proyecto para poder delimitarlo y lograr una mejor comprensión del mismo.

Etapas conceptual: Es el momento en el cual el diseñador genera toda una serie de ideas que son reafirmadas por la investigación.

Etapas de experimentación: Consiste en la etapa de evaluación del concepto generado y llevado a un punto de simulador el cual ayuda a comprobar la veracidad del concepto.

Etapas de diseño y desarrollo: Por último en esta etapa se realizan ajustes finales a la propuesta de diseño tomando en cuenta factores productivos, funcionales, ergonómicos y estéticos, que conforman el desarrollo del proyecto. Además se realiza toda la etapa de modelaje virtual y modelado de un prototipo buscando darle mayor claridad al cliente, sobre el producto y su apariencia final.

<i>Etapas de investigación</i>				
Actividades	Semanas empleadas	Horas empleadas	Costo por hora	Total en pesos
Búsqueda de información en libros	3	120	\$40.00	\$4,800.00
Búsqueda en internet	3	120	\$30.00	\$3,600.00
Asesoría con especialistas (Médico en rehabilitación)	1	20	\$100.00	\$2,000.00
Asesoría con especialistas (Rehabilitador físico)	1	40	\$100.00	\$4,000.00
Pláticas con pacientes temporales	1	10	\$50.00	\$500.00
Pláticas con pacientes permanentes	1	10	\$50.00	\$500.00
Asesoría con director del proyecto	3	15	\$250.00	\$3,750.00
Asesoría con sinodal 1 del proyecto	3	9	\$125.00	\$1,125.00
Asesoría con sinodal 2 del proyecto	3	9	\$125.00	\$1,125.00
Documentación de la información	2	80	\$80.00	\$6,400.00
SUMA				\$27,800.00
Material (equivalente al 10% de la suma total)				\$2,780.00
TOTAL				\$30,580.00
<i>Etapas conceptual</i>				
Actividades	Semanas empleadas	Horas empleadas	Costo por hora	Total en pesos
Análisis de información generada en la primera etapa	2	40	\$70.00	\$2,800.00
Desarrollo de perfil de producto	2	40	\$100.00	\$4,000.00
Asesoría con director del proyecto	2	6	\$250.00	\$1,500.00
Generación conceptual del proyecto. Bocetaje	3	72	\$150.00	\$10,800.00
Asesoría con director del proyecto	3	15	\$250.00	\$3,750.00
Asesoría con sinodal 1 del proyecto	3	9	\$125.00	\$1,125.00
Asesoría con sinodal 2 del proyecto	3	9	\$125.00	\$1,125.00
Documentación de la información	2	72	\$80.00	\$5,760.00
SUMA				\$30,860.00
Material (equivalente al 10% de la suma total)				\$3,086.00
TOTAL				\$33,946.00

<i>Etapa de experimentación</i>				
Actividades	Semanas empleadas	Horas empleadas	Costo por hora	Total en pesos
Elaboración primer simulador	1	25	\$10.00	\$250.00
Pruebas del primer simulador	1	8	\$70.00	\$560.00
Fotografías del primer simulador	1	8	\$70.00	\$560.00
Elaboración del segundo simulador	3	96	\$10.00	\$960.00
Pruebas del segundo simulador	2	18	\$70.00	\$1,260.00
Fotografías del segundo simulador	1	8	\$70.00	\$560.00
Elaboración y aplicación de encuesta sobre el producto	1	8	\$50.00	\$400.00
Asesoría con director del proyecto	3	15	\$250.00	\$3,750.00
Asesoría con sinodal 1 del proyecto	2	9	\$125.00	\$1,125.00
Asesoría con sinodal 3 del proyecto	3	9	\$125.00	\$1,125.00
Documentación de la información	3	72	\$80.00	\$5,760.00
SUMA				\$16,310.00
Material (equivale al 10% de la suma total)				\$1,631.00
TOTAL				\$17,941.00
<i>Etapa de diseño y desarrollo</i>				
Actividades	Semanas empleadas	Horas empleadas	Costo por hora	Total en pesos
Desarrollo de primeros modelados virtuales	2	80	\$180.00	\$14,400.00
Desarrollo de primeros renders virtuales	2	80	\$200.00	\$16,000.00
Asesoría con director del proyecto	3	15	\$250.00	\$3,750.00
Asesoría en producción	5	120	\$250.00	\$30,000.00
Desarrollo de propuesta final modelado virtual	20	320	\$180.00	\$57,600.00
Desarrollo de propuesta final animación	3	90	\$250.00	\$22,500.00
Desarrollo de propuesta final renders virtuales	2	80	\$250.00	\$20,000.00
Desarrollo de planos de fabricación	4	30	\$50.00	\$1,500.00
Desarrollo de planos de moldes	5	30	\$80.00	\$2,400.00
Desarrollo de memoria descriptiva	2	80	\$150.00	\$12,000.00
Desarrollo de modelo articulado	6	50	\$40.00	\$2,000.00
Desarrollo de modelo en esteriolitografía	2			\$250.00
Desarrollo de documentación final	5	200	\$80.00	\$16,000.00
Desarrollo de presentación final	2	30	\$50.00	\$1,500.00
Impresión de documento final del producto	1			\$6,000.00
SUMA				\$205,900.00
Material (equivale al 10% de la suma total)				\$20,590.00
TOTAL				\$226,490.00

En cada etapa se consideró un porcentaje del material que se utilizaba, al que se le asignó un valor del 10% del valor de las actividades realizadas. (Todas las consideraciones anteriormente mencionadas fueron retomadas de despachos y asesorías particulares de profesionistas que realizan proyectos de manera individual). Para concluir la sumatoria de cada una de las etapas arroja un costo que equivale al costo total del proyecto y que es igual a **\$308,857.00 M.N.** recordando que el objetivo de este proyecto documentado era el de formar un perfil de diseñador consultor el cual vendería el concepto y desarrollo del apoyo auxiliar sin considerar la fabricación del mismo. Sin embargo, en el Capítulo II se planteó: un rango de costo a la venta de entre \$300.00 y \$1000 M.N. y es importante plasmar si el proyecto entra o no dentro de este rango y por qué es viable su fabricación. Para ello se realizó el cálculo de los siguientes parámetros:



Como primer punto se establecen los **costos directos** del producto, que incluyen:

a) Costo de la fabricación del molde

Clave de las piezas	Moldes de Duraluminio maquinado en CNC	Moldes de Resina Epóxica
SC_EI_01	\$ 98,800	\$19,000
SC_CP_01	\$110,000	\$22,800
SC_R_01	\$63,300	\$10,450
SC_A_01	\$88,400	\$19,850
SC_M_01	\$29,350	\$9,840
SC_EM_01	\$36,150	\$8,400
SC_EC_01	\$161,300	\$26,560

Se presentan dos cotizaciones de diferentes materiales para la fabricación de los moldes y haciendo un análisis de la complejidad de la pieza y del número de unidades a fabricar se hizo la elección del material y corresponde a las casillas maracadas en naranja. (Cotización elaborada por la empresa **Arroba Ingeniería S.A. de C.V.** fabricantes de piezas y moldes para RIM)

b) Costo de maquila por cada pieza y costo de amortización del molde por cada pieza (10,000 pares de unidades)

Clave de las piezas	Maquila de cada pieza (20,000 unidades anuales)	Amortización moldes. (20,000 unidades anuales) amortizando en el primer año
SC_EI_01	\$ 144.00	\$4.94
SC_CP_01	\$50.00	\$5.50
SC_R_01	\$90.00	\$0.52
SC_A_01	\$40.00	\$0.99
SC_M_01	\$35.00	\$0.49
SC_EM_01	\$40.00	\$0.42
SC_EC_01	\$170.00	\$8.06
Total	\$569.00	\$20.92

Costo de maquila (muleta izquierda) + Amortización del molde= **\$589.92**

Costo de maquila (muleta derecha) + Amortización del molde= **\$589.92**

Costo de maquila de todo el producto= **\$1179.84**

c) Costos de ensamble final por unidad

Actividad	Costo por unidad
Empaque	\$ 5.00
Instructivo	\$1.00
Mano de obra ensamble final (fabricando 833 piezas al mes con dos salario mínimo de la zona A del D.F. \$109.60*)	\$3.94
Mano de obra ensamble final (fabricando 833 piezas al mes con un salario mínimo de la zona A del D.F. \$54.90*)	\$1.97
Total	\$11.91

*Vigentes a partir del 1 de enero de 2009, establecidos por la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos mediante resolución publicada en el Diario Oficial de la Federación del 23 de diciembre de 2008.

Costos directos=B+C= \$1191.75

2

El segundo paso es considerar los costos indirectos que en este caso arbitrariamente (equivalente detectado por compañías dedicadas a estas actividades) se decide que correspondan al 20% del los costos directos obtenidos, teniendo un valor de **\$238.75**

3

Con los datos obtenidos tanto de costos directos como costos indirectos se calcula la utilidad que se quiere obtener de la venta de este producto, creando dos formas: para venta **directa con una utilidad 40%** y para venta por medio de un **distribuidor con una utilidad del 30%**

Cada dato es sumado y arroja el siguiente resultado:

Precio del producto para el distribuidor = \$ 2002.14

Precio del producto por venta directa = \$1859.13

Con los precios que se obtuvieron para venta por medio de un distribuidor o para venta directa no se logra entrar dentro del rango establecido al principio del proyecto sin embargo se pueden manejar valores agregados tales como innovación formal, productiva y de materiales que ayudan a justificar estos precios sin embargo pese a que existe una diferencia de casi **\$800.00 a \$1000.00** se puede afirmar que este producto aun está en un rango aceptable para ser adquirido por el mercado para quien fue diseñado. El planteamiento inicial de esta tesis se hizo a mediados del año 1007 para este punto la depreciación de la moneda y el incremento de los precios del petróleo también hacen que los objetivos en cuanto a costo se vean afectados, justificando un poco así el costo obtenido.

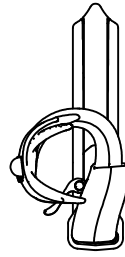
capítulo 5

planos

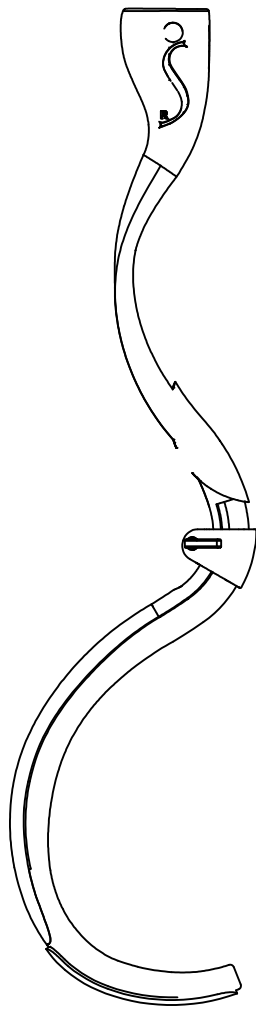


2

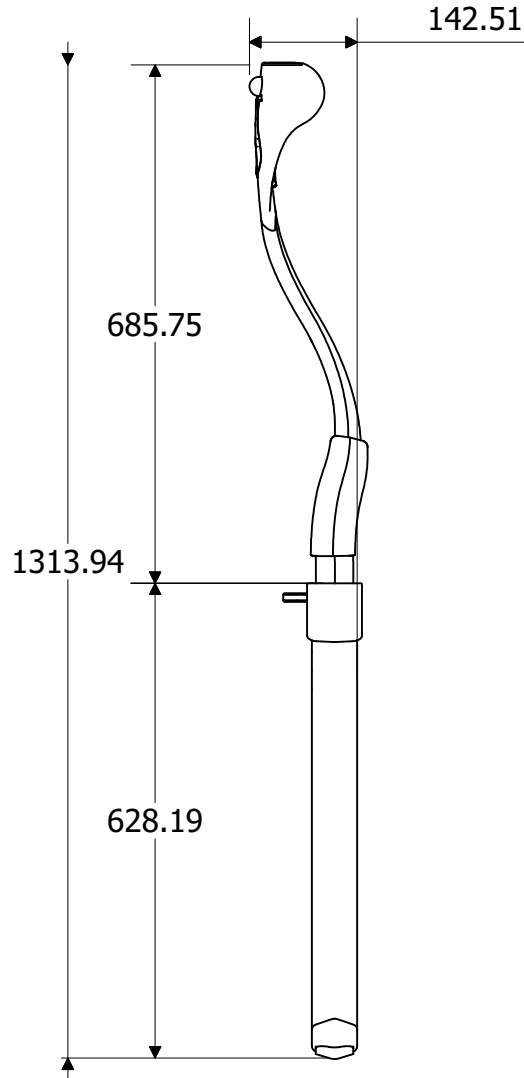
1



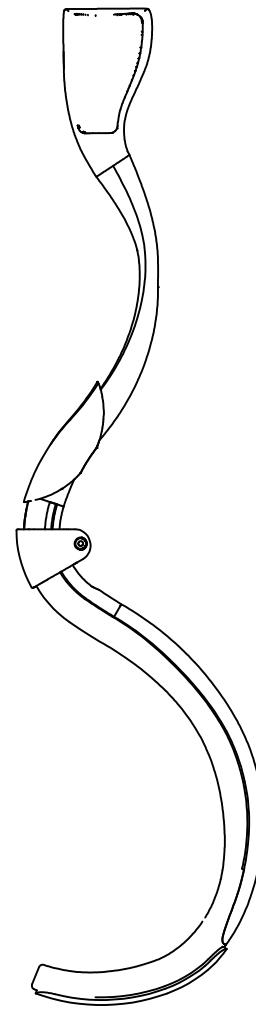
Vista Superior



Vista Lateral Izquierda



Vista Frontal



Vista Lateral Derecha

B

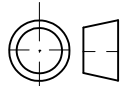
B

A

A

Apoyo Auxiliar para Marchas Patológicas *Spiral crutches.*
 Vistas Generales. (muleta derecha)

CIDI-UNAM



24/02/2009

Sofía Soto Treviño

escala: 1:10

cotas: mm

1 / 21

2

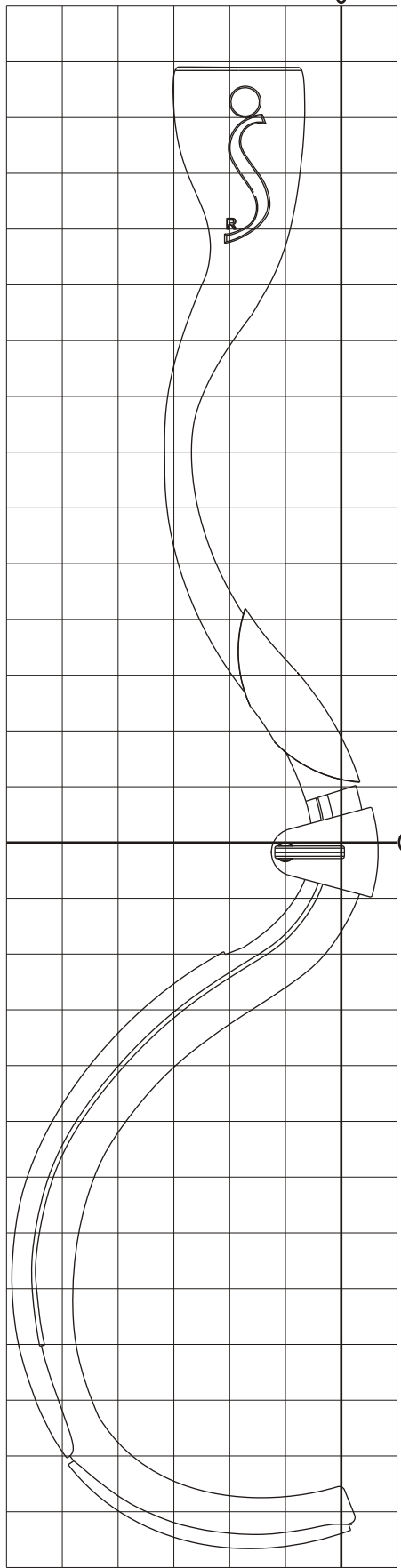
1

2

1



0



B

B



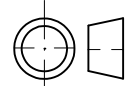
A

A

Retícula: 50 mm x 50 mm

Apoyo Auxiliar para Marchas Patológicas *Spiral crutches*
Vista Lateral Izquierda. Referencia (muleta derecha)

CIDI-UNAM



24/02/2009

Sofía Soto Treviño

escala: 1:6

cotas: mm

2 / 21

2

1



2

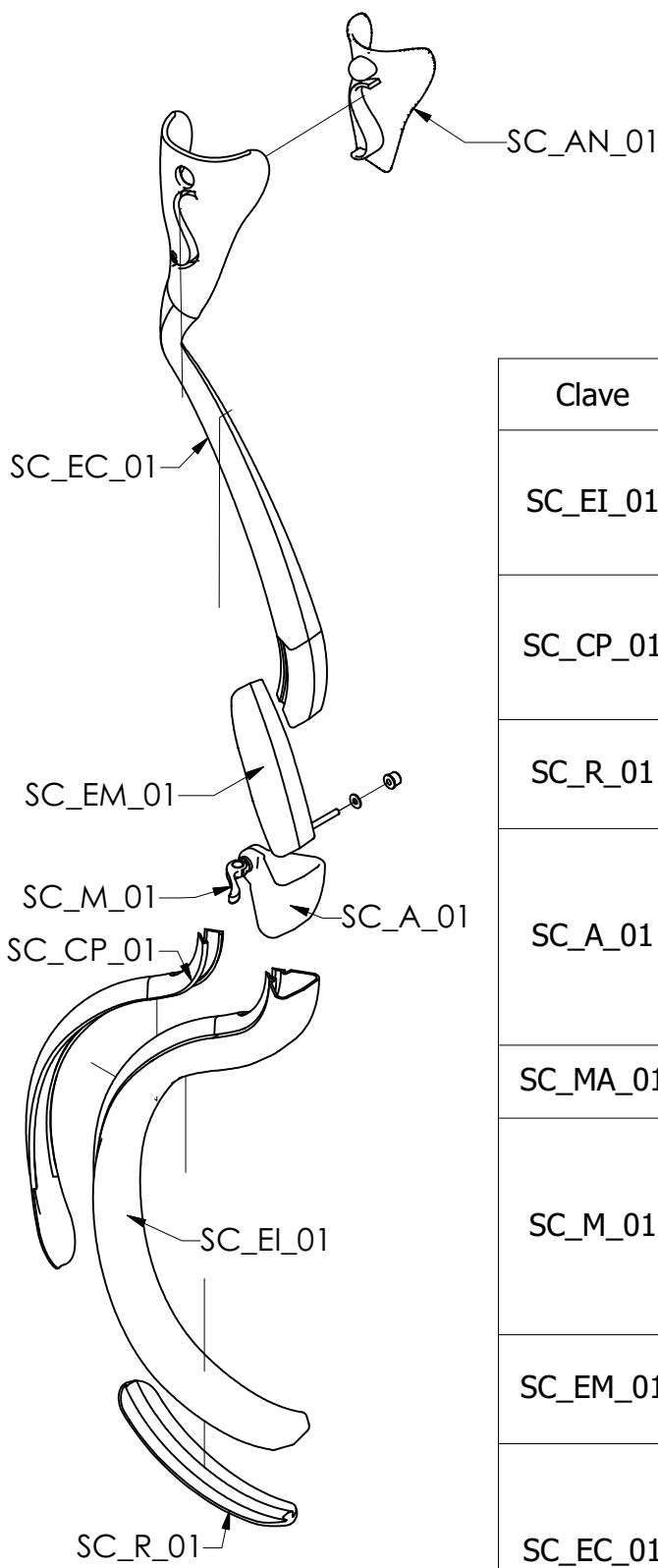
1

B

B

A

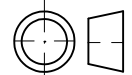
A



Clave	Nombre	Cant.	Materiales	Procesos
SC_EI_01	Estructura inferior	1	PET-G	Termoformado de doble hoja. Corte CNC
SC_CP_01	Cubierta Posterior	1	PET-G	Termoformado. Corte CNC . Serigrafía
SC_R_01	Regatón	1	Poliuretano Bayflex	RIM. Rectificado CNC
SC_A_01	Abrazadera	1	Poliuretano estructural con alto módulo de flexión	RIM. Rectificado CNC
SC_MA_01	Mecanismo altura	1	Comercial	Comercial
SC_M_01	Manija	1	Poliuretano estructural con alto módulo de flexión	RIM. Rectificado CNC
SC_EM_01	Empuñadura	1	Elastómero	RIM. Rectificado CNC
SC_EC_01	Estructura central	1	Poliuretano estructural con alto módulo de flexión	RIM. Maquinado y rectificado CNC
SC_AN_01	Antebrazo	1	PVC grado Médico	Corte y sellado

Apoyo Auxiliar para Marchas Patológicas *Spiral crutches*
Despiece Explosivo

CIDI-UNAM



24/02/2009

Sofía Soto Treviño

escala: 1:8

cotas: mm

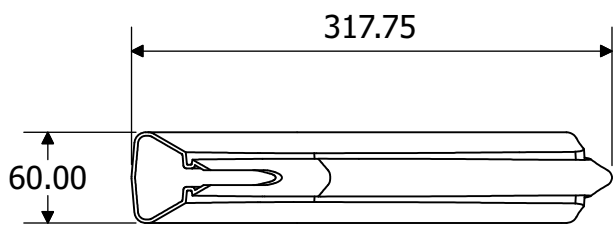
3 / 21

2

1

2

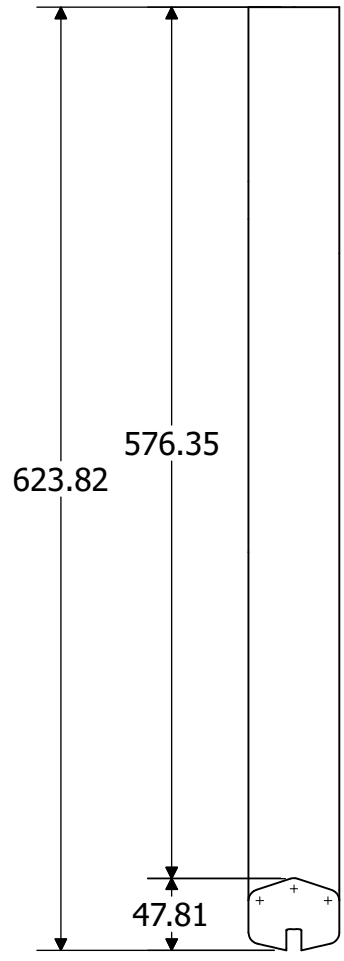
1



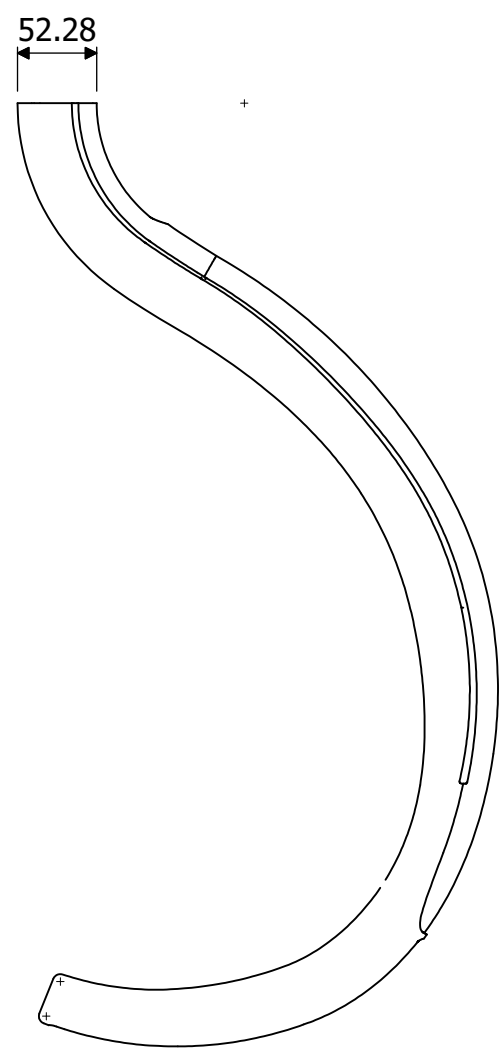
Vista Superior

B

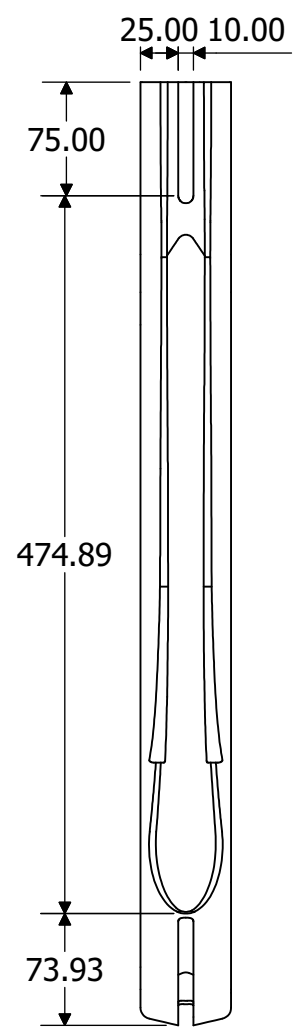
B



Vista Frontal



Vista Lateral Derecha



Vista Posterior

A

A



Vista Inferior

Estructura Inferior SC_EI_01		CIDI-UNAM		
Vistas Generales				
24/02/2009	Sofía Soto Treviño	escala: 1:5	cotas: mm	4 / 21

2

1



2

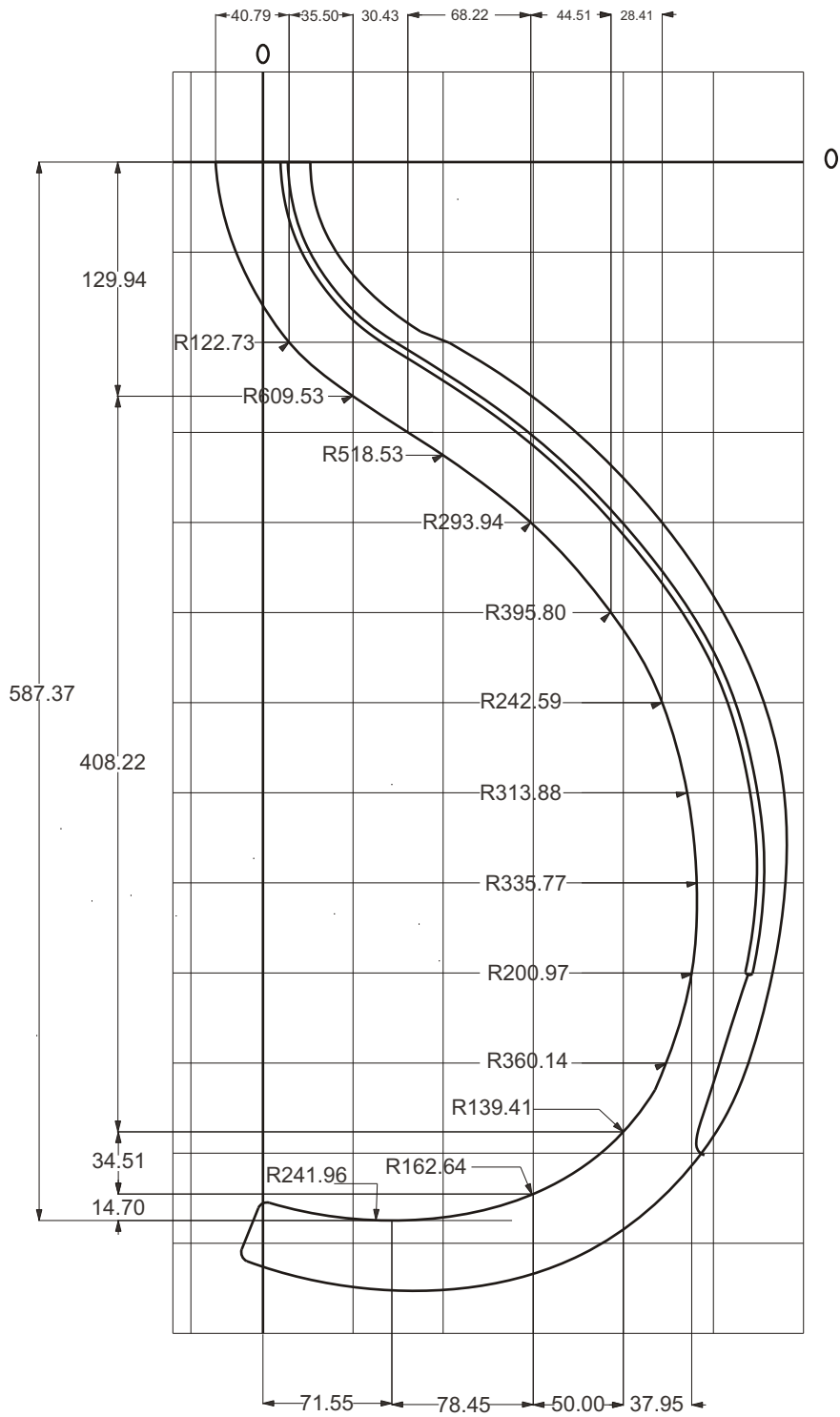
1

B

B

A

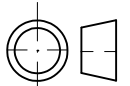
A



Cuadrícula: 50 mm x 50 mm

Estructura Inferior SC_EI_01
 Vista Lateral Derecha. Referencia de curva interna

CIDI-UNAM



24/02/2009

Sofía Soto Treviño

escala: 1:4

cotas: mm

5 / 21

2

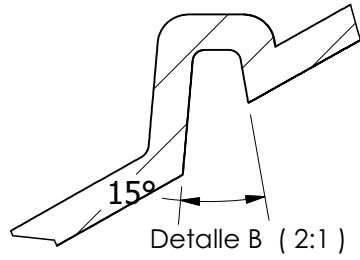
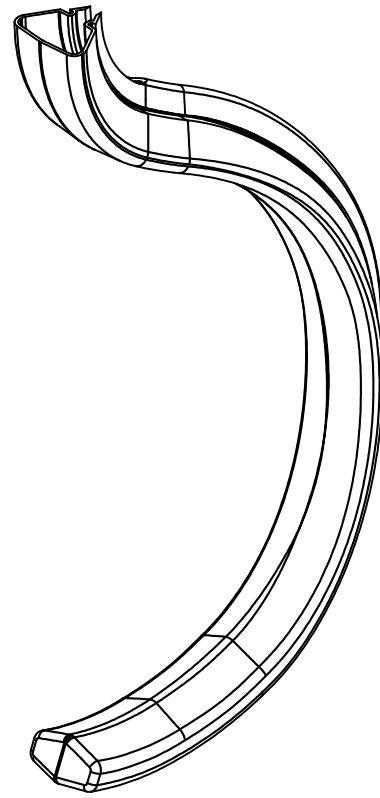
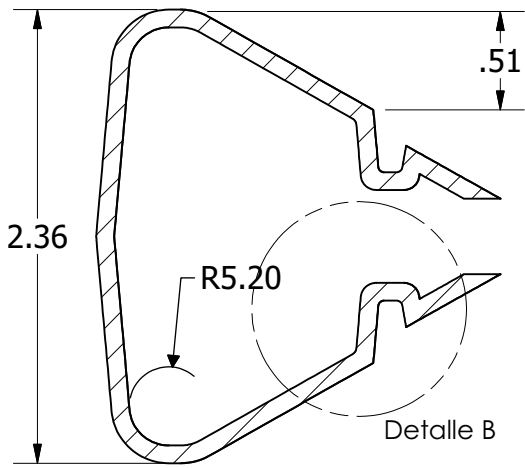
1



2

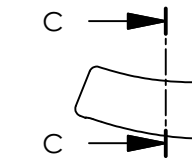
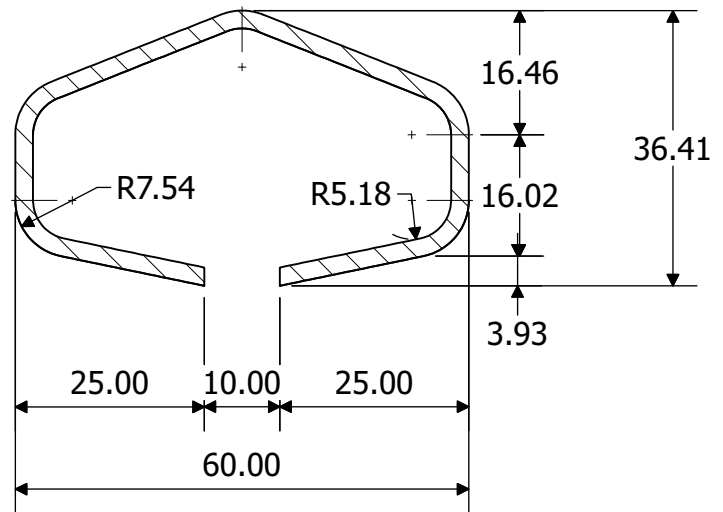
1

A-A (1:1)



ISOMÉTRICO

C-C (1:1)

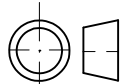


Vista Lateral Derecha

Estructura Inferior SC_EI_01

Vista lateral derecha. Secciones A-A y C-C.
Detalle B-B

CIDI-UNAM



24/02/2009

Sofía Soto Treviño

escala: 1:5

cotas: mm

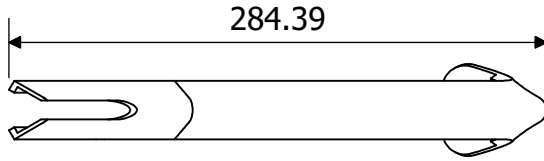
7 / 21

2

1

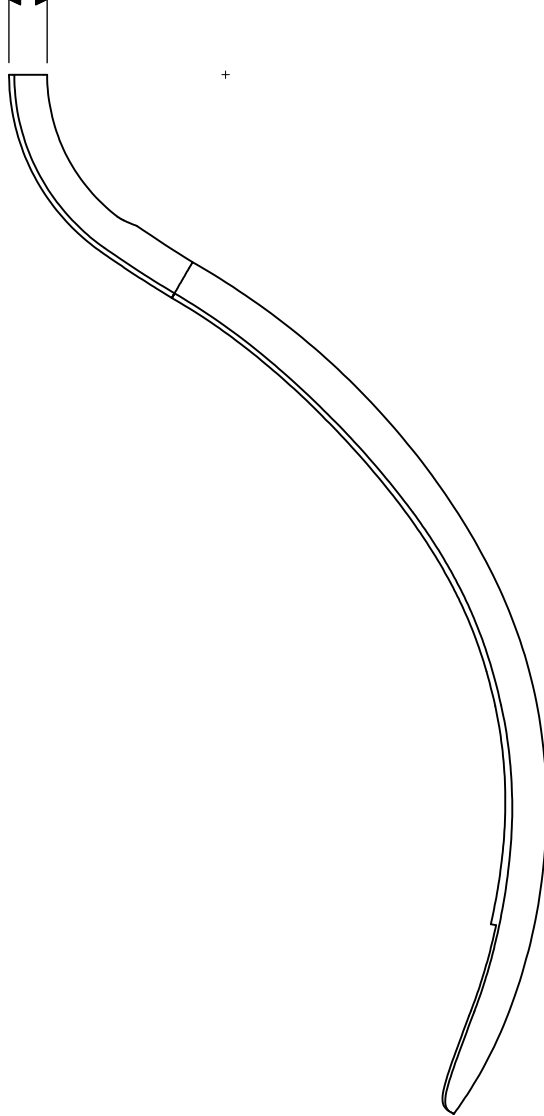
2

1



Vista Superior

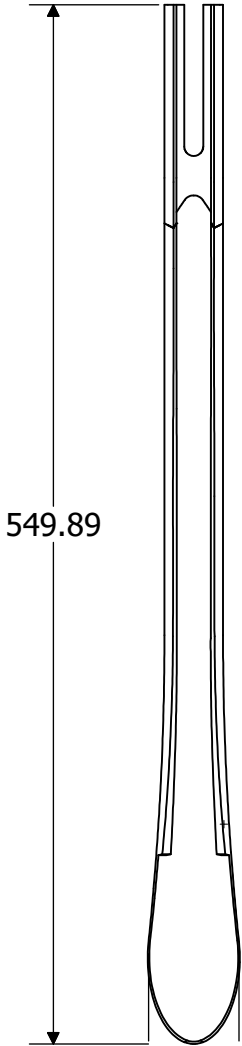
20.17



Vista Lateral Derecha

B

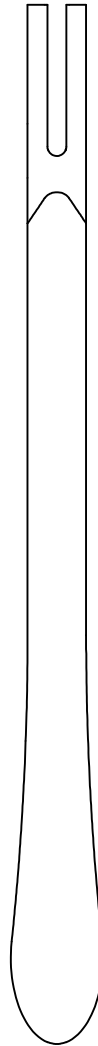
B



Vista Frontal

A

A

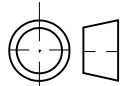


Vista Posterior

Cubierta Posterior SC_CP_01

Vistas Generales

CIDI-UNAM



24/02/2009

Sofía Soto Treviño

escala: 1:4

cotas: mm

8 / 21

2

1

2

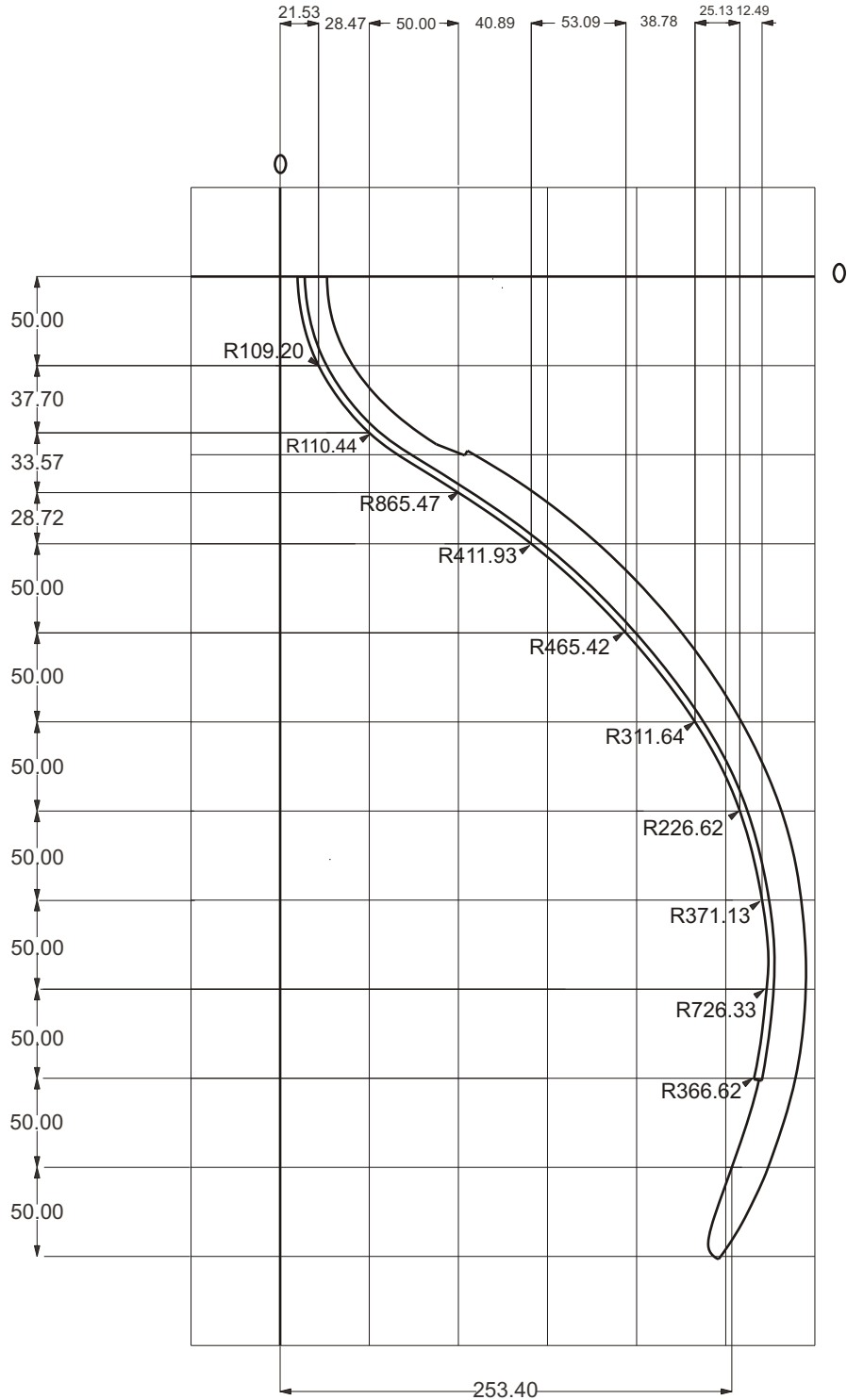
1

B

B

A

A

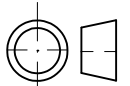


Cuadrícula: 50 mm x 50 mm

Cubierta Posterior SC_CP_01

Vista Lateral Derecha. Referencia de curva interna

CIDI-UNAM



24/02/2009

Sofía Soto Treviño

escala: 1:4

cotas: mm

9 / 21

2

1



2

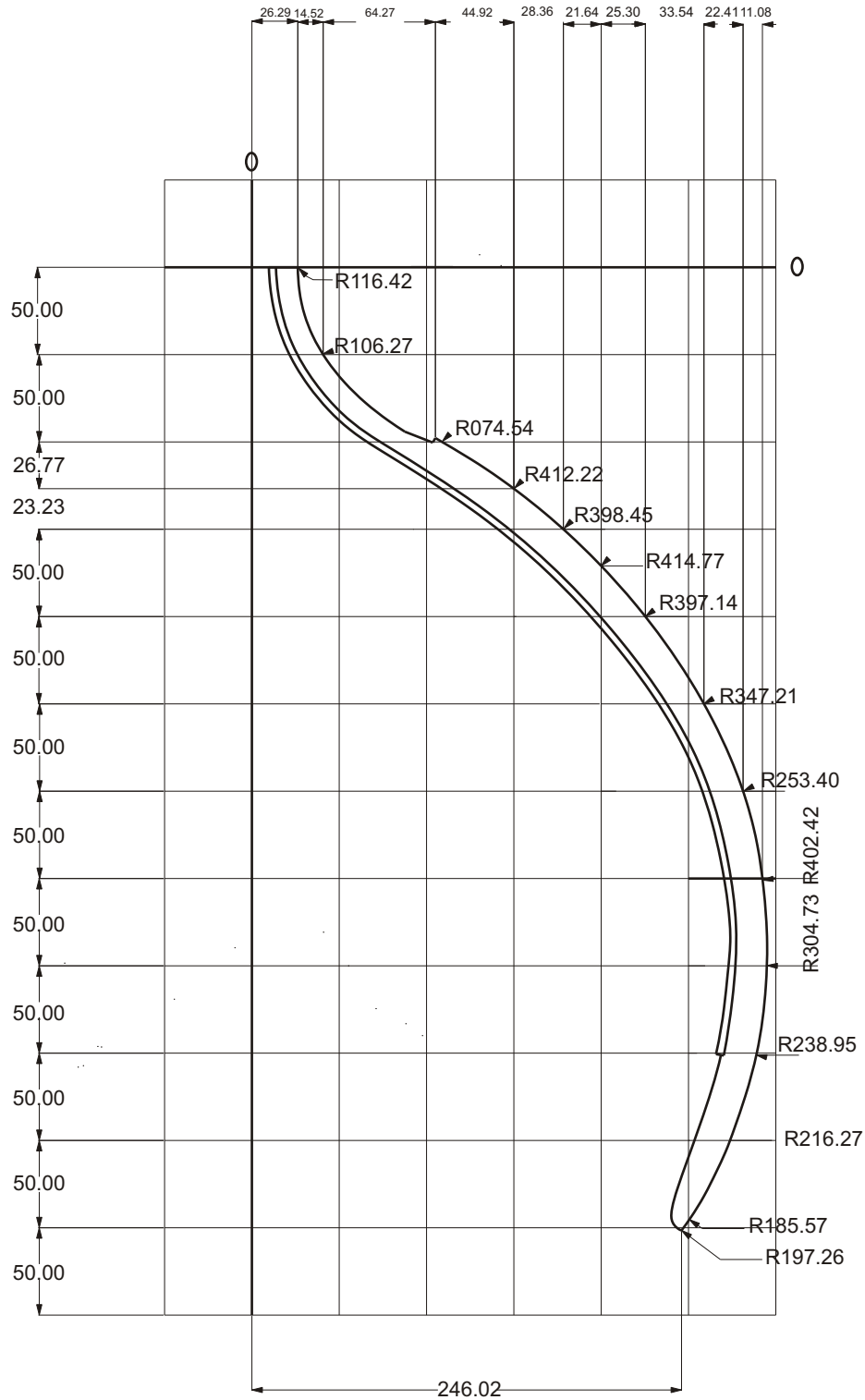
1

B

B

A

A

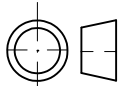


Cuadrícula: 50 mm x 50 mm

Cubierta Posterior SC_CP_01

Vista Lateral Derecha. Referencia de curva externa

CIDI-UNAM



24/02/2009

Sofía Soto Treviño

escala: 1:4

cotas: mm

10 / 21

2

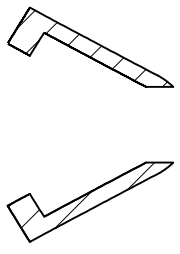
1



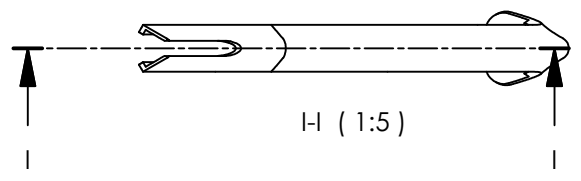
2

1

F-F (1:1)

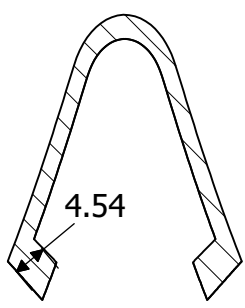


Vista superior



I-I (1:5)

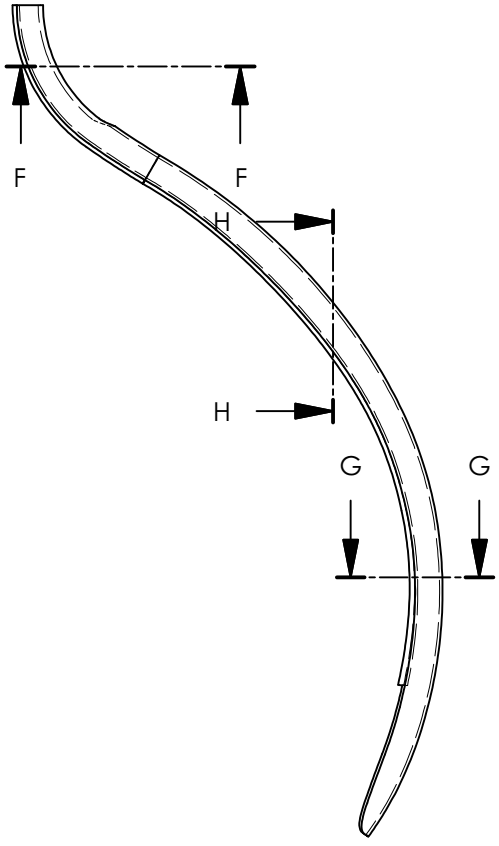
H-H (1:1)



4.54

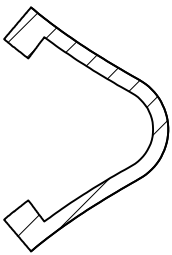
B

B



Vista Lateral derecha

G-G (1:1)



A

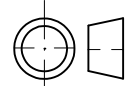
A

Nota: Se muestran los diferentes cambios de secciones

Cubierta Posterior SC_CP_01

Vista lateral derecha. Secciones F-F, G-G, H-H, I-I.

CIDI-UNAM



24/02/2009

Sofía Soto Treviño

escala: 1:5

cotas: mm

11 / 21

2

1

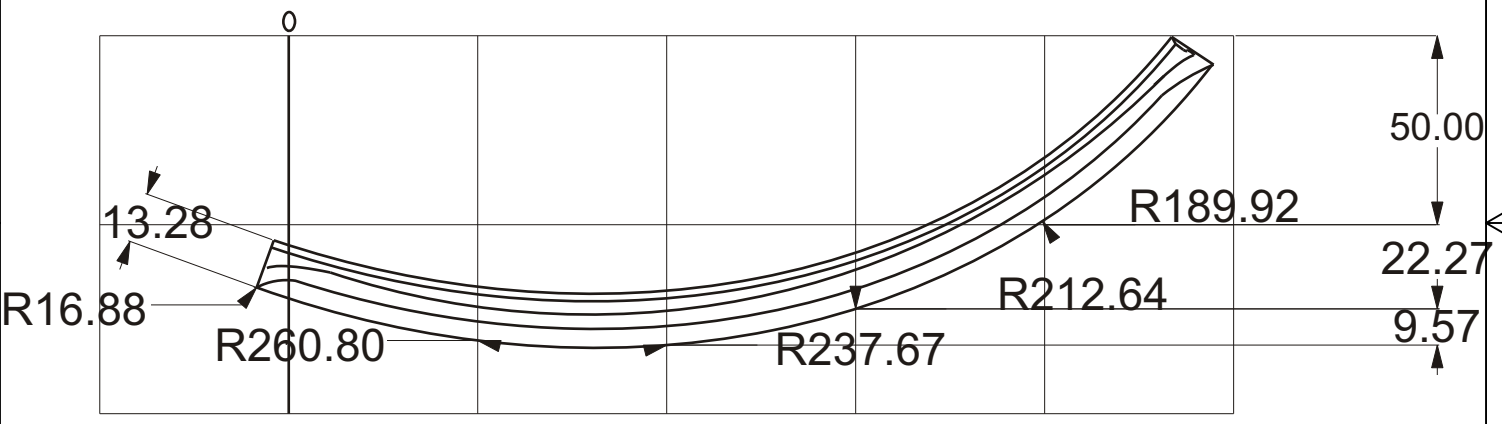
2

1



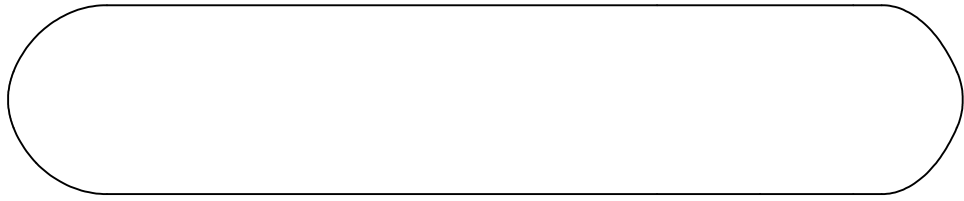
B

B



A

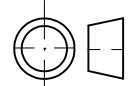
A



Cuadrícula: 50 mm x 50 mm

Regatón SC_R_01
Vistas Generales

CIDI-UNAM



24/02/2009

Sofía Soto Treviño

escala: 1:2

cotas: mm

12 / 21

2

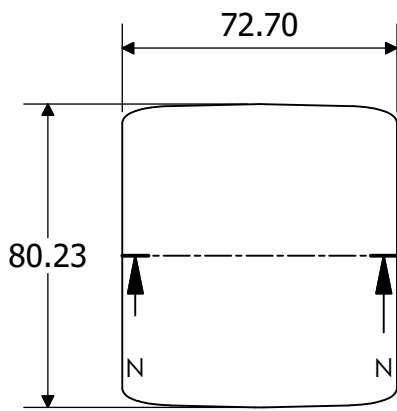
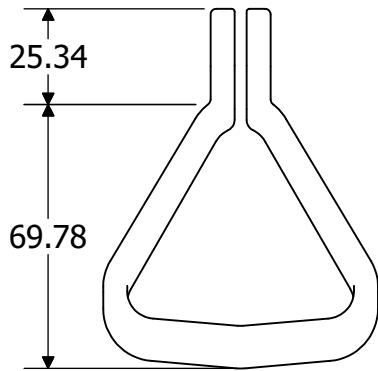
1



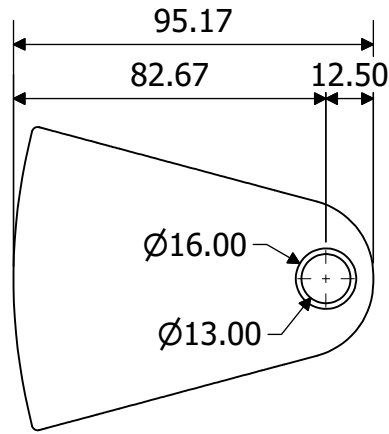
2

1

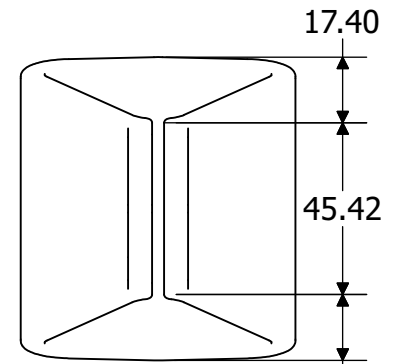
Vista Superior



Vista Frontal

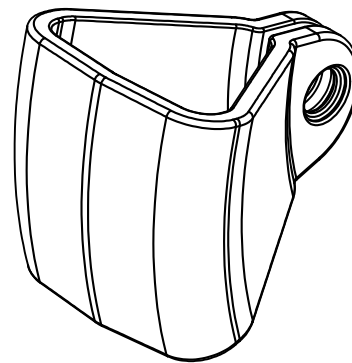
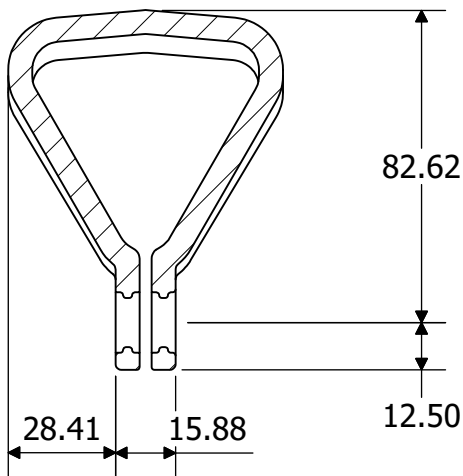


Vista Lateral Derecha



Vista Posterior

N-N (1:2)

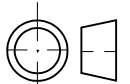


Isométrico

Abrazadera SC_A_01

Vistas Generales. Sección N-N.

CIDI-UNAM



24/02/2009

Sofía Soto Treviño

escala: 1:2

cotas: mm

13 / 21

2

1

2

1

Vista superior



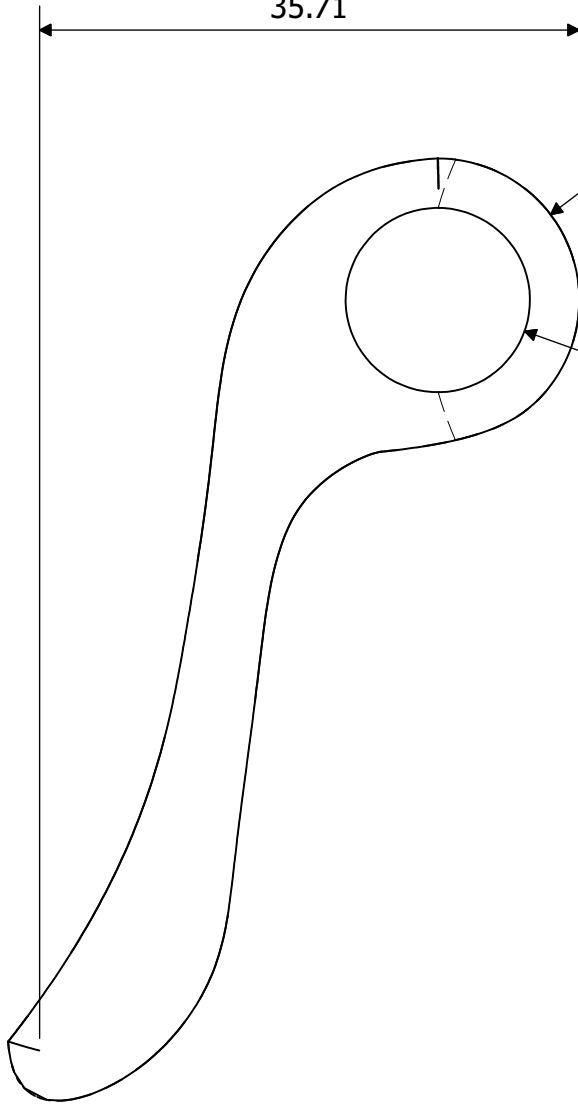
B

B

35.71

R9.35

R6.10



Vista Frontal

A

A

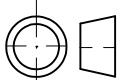
52.97

Vista Lateral Derecha

Manija SC_M_01

Vistas Generales.

CIDI-UNAM



24/02/2009

Sofía Soto Treviño

escala: 2:1

cotas: mm

14 / 21

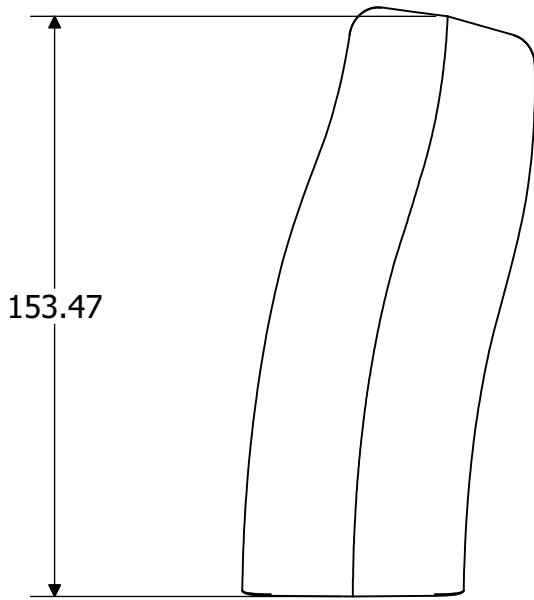
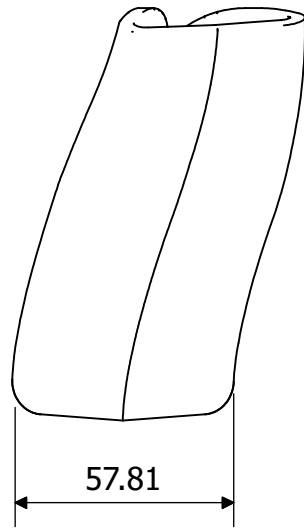
2

1

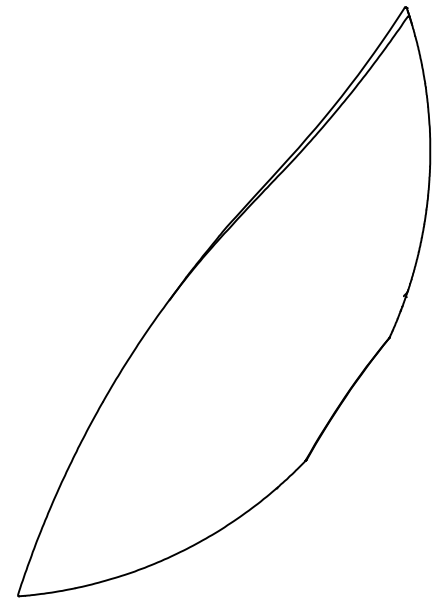
2

1

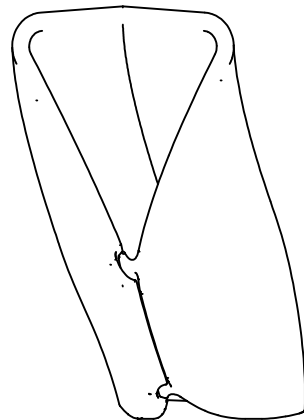
Vista Superior



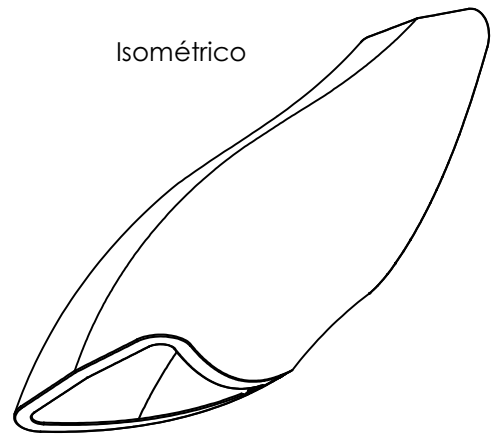
Vista Frontal



Vista Lateral Derecha



Vista Inferior

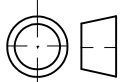


Isométrico

Empuñadura SC_EM_01

Vistas Generales.

CIDI-UNAM



24/02/2009

Sofía Soto Treviño

escala: 1:2

cotas: mm

15 / 21

2

1

B

B

A

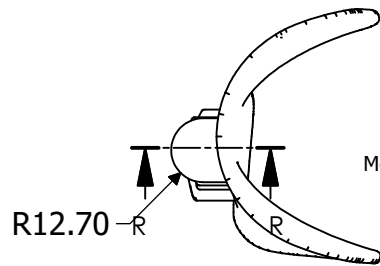
A

2



1

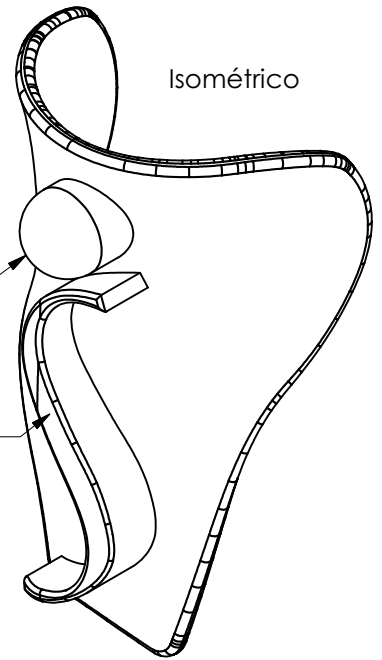
Vista Superior



Isométrico

Bomba Comercial
Mecanismo para inflar

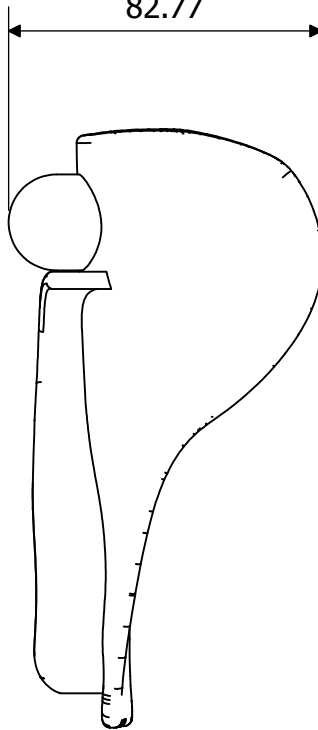
Mecanismo de
Liberación de aire



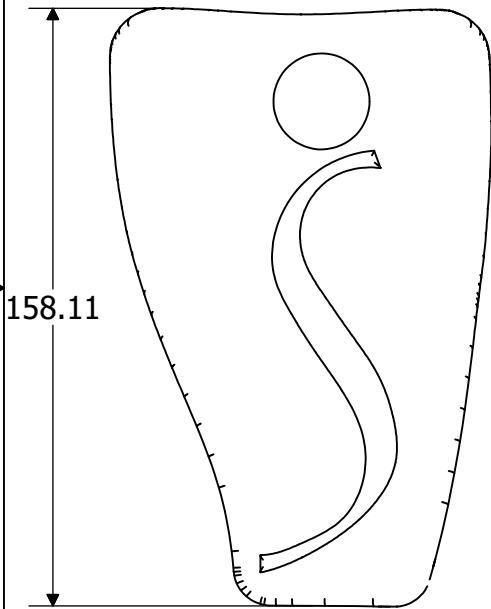
B

B

82.77

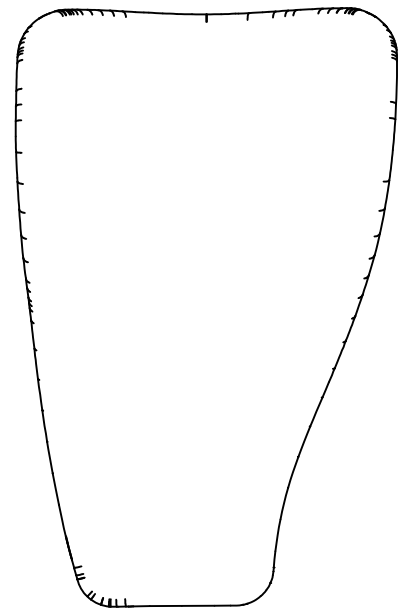


Vista Frontal



158.11

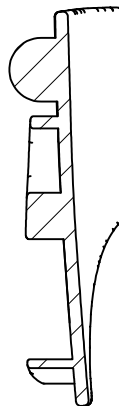
Vista Lateral Izquierda



Vista Lateral Derecha

A

A

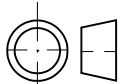


R-R (1:3)

Antebrazo derecho SC_AN_01

Vistas Generales. Sección R-R

CIDI-UNAM



24/02/2009

Sofía Soto Treviño

escala: 1:2

cotas: mm

16 / 21

2

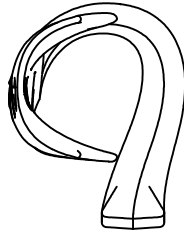


1

2

1

Vista Superior



B

B

50.43

123.25

219.40

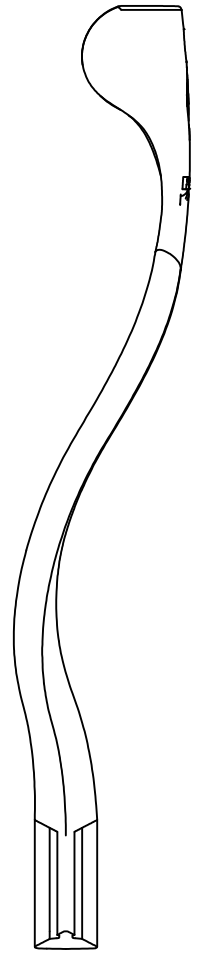
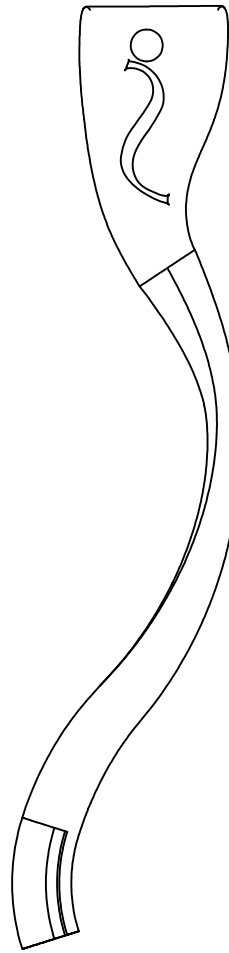
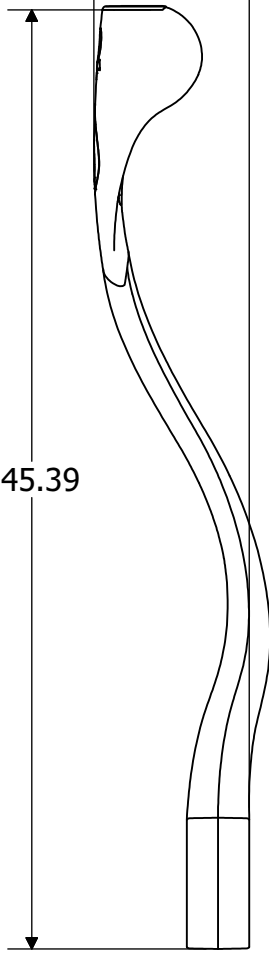
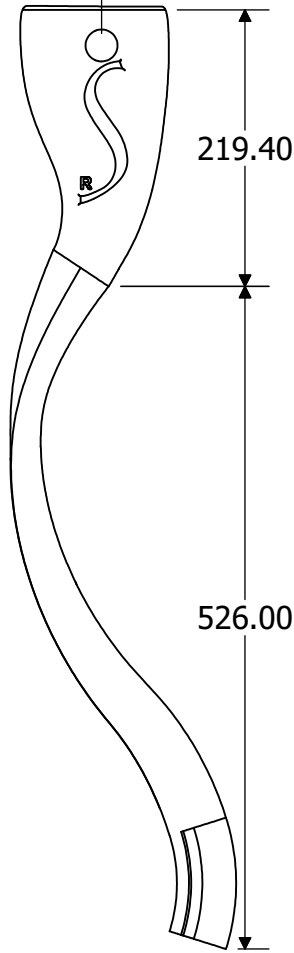
745.39

526.00



A

A



Vista Lateral Izquierda

Vista Frontal

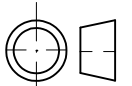
Vista Lateral Derecha

Vista Posterior

Estructura Central Derecha. SC_EC_01

Vistas Generales

CIDI-UNAM



24/02/2009

Sofía Soto Treviño

escala: 1:6

cotas: mm

17 / 21

2

1



2

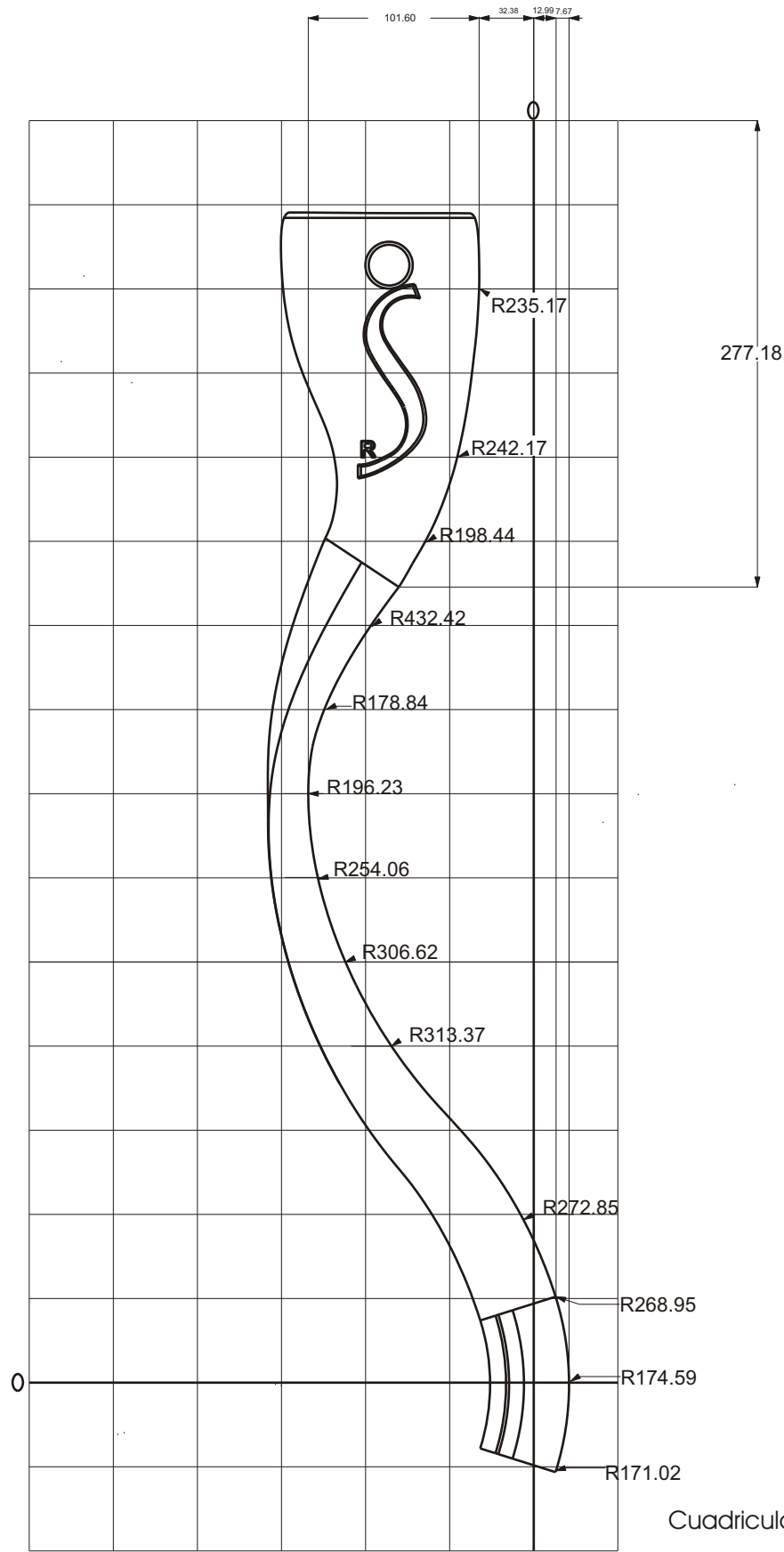
1

B

B

A

A

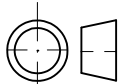


Cuadrícula: 50 mm x 50 mm

Estructura Central Derecha. SC_EC_01

Vista Lateral Izquierda. Referencia curva interna

CIDI-UNAM



24/02/2009

Sofía Soto Treviño

escala: 1:4

cotas: mm

18 / 21

2

1

2

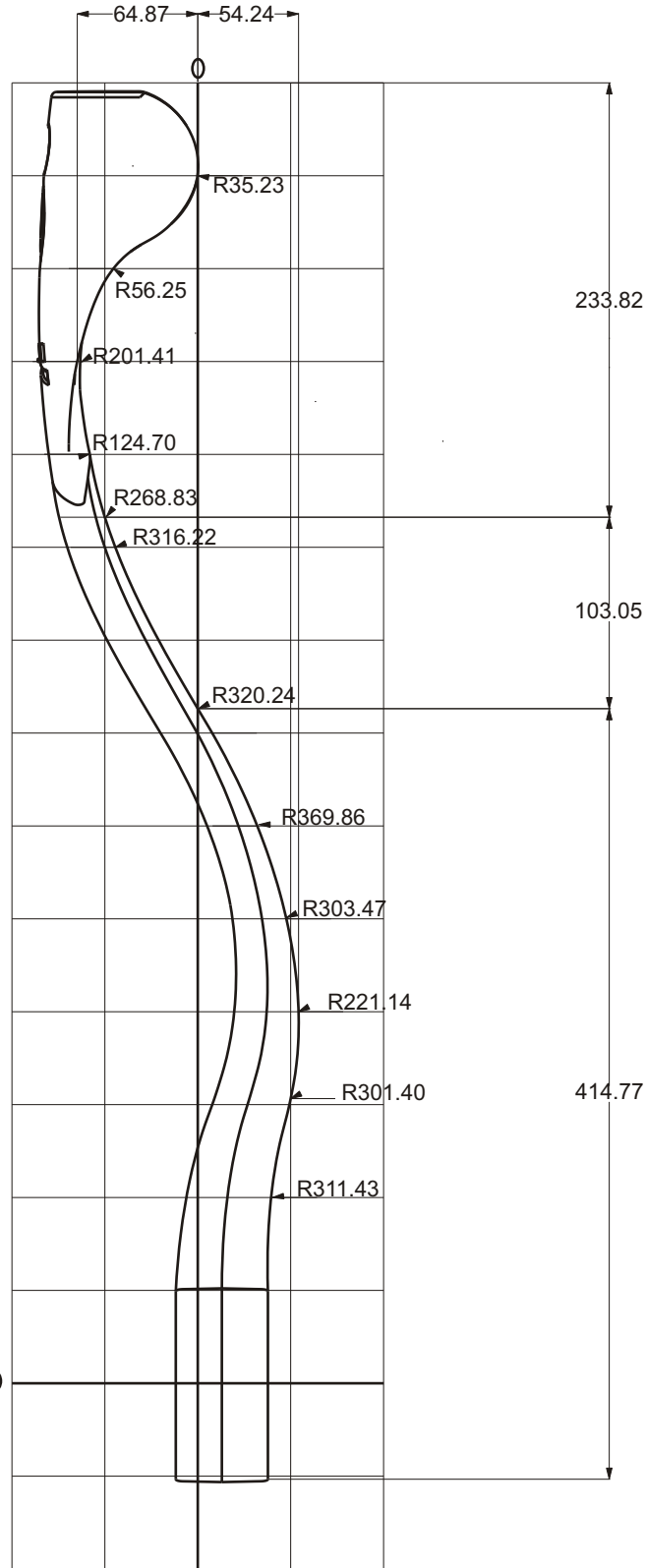
1

B

B

A

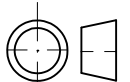
A



Cuadrícula: 50 mm x 50 mm

Estructura Central Derecha. SC_EC_01
Vista Frontal. Referencia curva interna

CIDI-UNAM



24/02/2009

Sofía Soto Treviño

escala: 1:4

cotas: mm

20 / 21

2

1

2

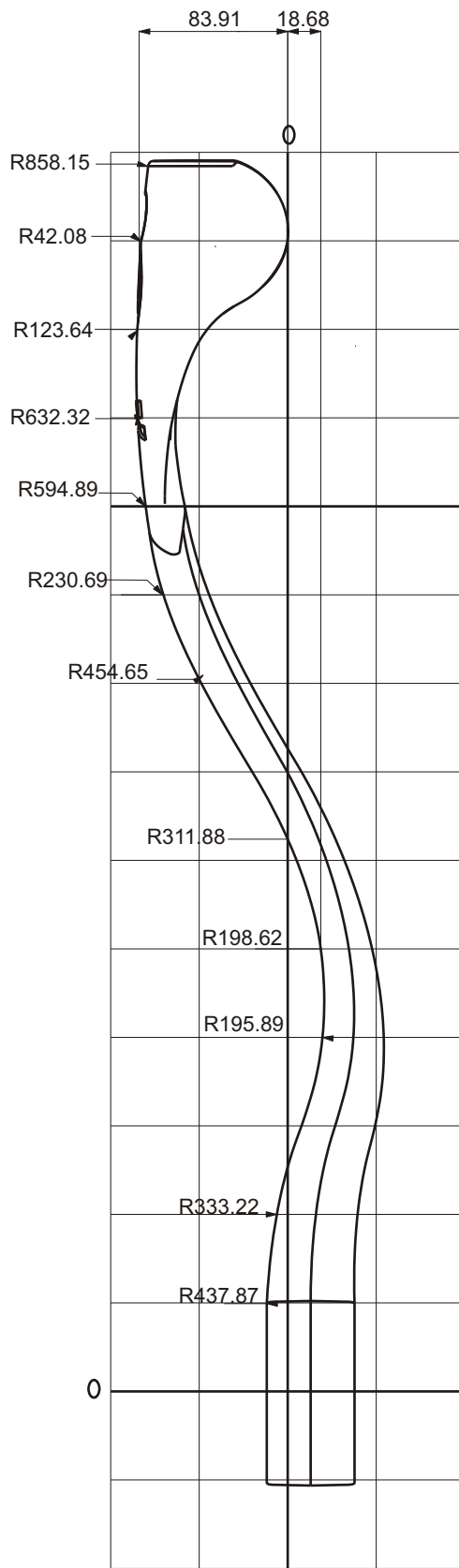
1

B

B

A

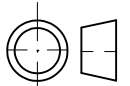
A



Cuadrícula: 50 mm x 50 mm

Estructura Central Derecha. SC_EC_01
 Vista Frontal. Referencia curva externa

CIDI-UNAM



24/02/2009

Sofía Soto Treviño

escala: 1:4

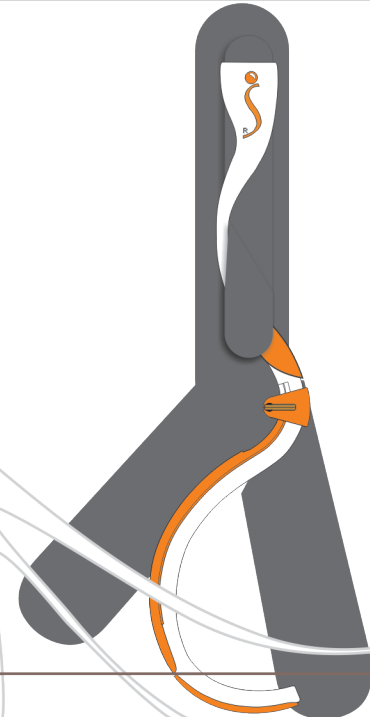
cotas: mm

21 / 21

2

1

conclusión



conclusiones del proyecto

Cuando se diseña un producto pueden existir dos vertientes: la primera en donde solo se busca el rediseño del objeto es decir ya se encuentra predefinidos los factores del mismo y unicamente se busca el repleanteamiento di dichos factores; o la segunda donde se busca la innovación del producto cambiando el icono preestablecido del objeto y se vuelven a establecer las características productivas y configurativas haciendo que sea un proceso donde existe una inversión de tiempo mayor. Esta última descripción fue el proceso que se utilizó para este proyecto: en donde se creó un cambio que innovara el icono preestablecido de los apoyos auxiliares para marchas patológicas de tipo muleta, haciendo uso de nuevas tecnologías, rasgos ergonómicos y materiales.

Un punto importante para la conclusión del proyecto fue tener claro que "TODO PROYECTO es susceptible a SER MEJORADO", teniendo clara esta premisa se establecieron desde el inicio una las prioridades. Se priorizó el aspecto ergonómico, enfatizando el uso e interacción con el producto pues en la etapa de investigación se observaron puntos que debían resolverse en el objeto.

En segundo lugar encontramos el factor ergonómico determinó la configuración formal de manera que el icono ya preestablecido por muchos años fuera cambiado, es importante destacar que lo anterior se logró gracias a que se exploraron nuevos procesos productivos y materiales que ofrecieron una respuesta novedosa para la configuración del producto.

Se ofrece un producto que ergonómica, estética y productivamente cuenta con propuestas novedosas, puede decirse que la primera fase del proceso de diseño concluyó, sin embargo el objeto debe pasar por una etapa de comprobación mecánica y ergonómica que seguramente provocará cambios en la configuración formal sin que esto necesariamente afecte el concepto inicial de la estructura.

Aquí podría buscarse resolver otros puntos que fueron de menor importancia dentro de la jerarquización de conceptos como por ejemplo el tema de plegabilidad que en la primera fase del diseño no se resolvió pues era de muy importante garantizar la funcionalidad primaria del objeto.

Es importante recordar que los objetivos planteados para el desarrollo de este proyecto fueron:

La búsqueda de una mejora ergonómica, lo cual se logra con el concepto de la estructura en forma de "S" que sirve como amortiguador, así como El cambio de configuración que se logró.

Estos objetivos fueron cumplidos hasta esta etapa que concluye con el proyecto documentado que se presenta.

conclusiones personales

Como diseñador industrial es importante tener claro cual es la postura y cual es la verdadera actividad que uno debe de cumplir en el campo laboral. Al principio de este proyecto se mostró un modelo interdisciplinario en el cual se mostraba cual era el sentido de interacción entre áreas, si bien es cierto, que en la vida laboral el modelo no es tan rígido, si es lo más aproximado.

Uno de los papeles que desempeña el diseñador es ser la parte integradora. Como se demostró a lo largo del proyecto la función del diseñador no fue la de realizar investigación biomecánica sino retomar la ya existente y crear ese vínculo entre todo este bagaje de información y las necesidades del usuario para arrojar un producto que cumpla con las expectativas que se tienen del mismo. Como conclusión personal, en un futuro enfocaré mi desarrollo profesional a la integración de equipos de trabajo interdisciplinarios en los cuales la suma de ideas ayude a enriquecer el producto final.

glosario de términos



–**anormal:** que no responde a la norma. Lo que está fuera de su estado natural.

–**confortable:** que produce comodidad.

–**deambular:** caminar sin dirección.

–**dependencia:** vivir de la voluntad, protección o ayuda de alguien en la actividad diaria.

–**discapacidad:** toda restricción o ausencia (debida a una deficiencia) para realizar una actividad en la forma o dentro del margen que se considera normal para un ser humano.

–**efectividad:** se entiende como el punto en donde la función del objeto mejora la calidad de vida, la capacidad funcional del individuo o bien su autonomía.

–**independencia:** capaz de hacer cosas completamente solo.

–**marcha:** acción de caminar, de andar de un modo regular.

–**marcha patológica:** marcha anormal donde es requerido el uso de algún aditamento debido a que el apoyo durante el movimiento está impedido o limitado.

–**operabilidad:** referente a la facilidad con la que cuenta un objeto para usarlo y su respuesta adecuada a la demanda del sujeto.

–**paraplejia:** pérdida transitoria o definitiva de la capacidad de realizar movimientos debida a la ausencia de fuerza muscular de ambos miembros inferiores.

–**pronación:** movimiento interior del miembro superior o inferior del cuerpo mediante el cual disipa presiones

–**supinación:** movimiento del miembro superior o inferior del cuerpo que discurre por su parte externa

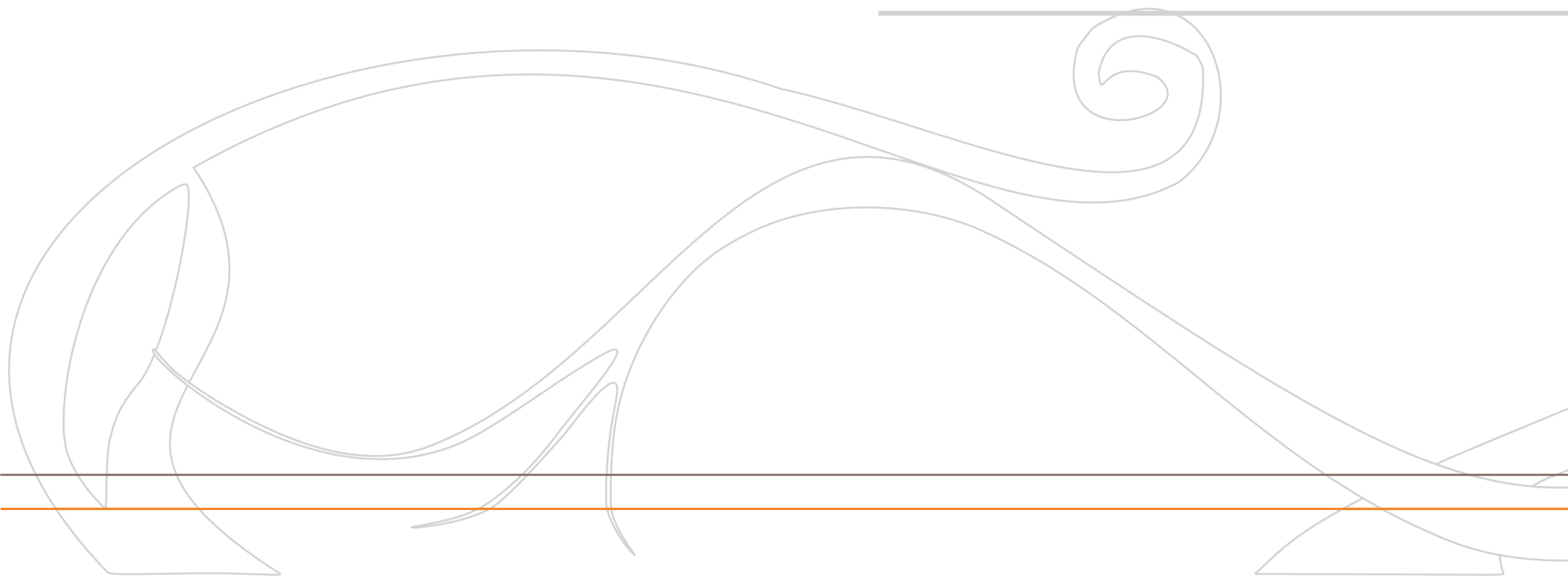
–**viabilidad:** punto en donde el costo, el mantenimiento o reparación pueden representar la diferencia entre adquirir un objeto o no adquirirlo.

1.- Bibliográficas.

1. GITLIN N. Laura. -" **Why older people accept or reject assistive technology**" Reimpreso bajo la autorización de Generations, Journal of the american society on aging, Vol. XIX, no. 1, 1995
2. "How to Use crutches, canes and walkers" . American Academy of Orthopedic Surgeons. July 2000.
- 3.-INEGI. "Las personas con discapacidad en México y sus características." INEGI. Comunicado de prensa. Aguascalientes. 8 de diciembre de 2004. NÚMERO 173/2004.
- 4.-INEGI. – "Las personas con discapacidad en México. Una visión censal." INEGI. México, 2004.
- 5.-MCFALL B , ARYA N , SOONG C , LEE B , HANNON R. -"Crutch induced axillary artery injury" The Ulster Medical Journal, Volume 73, No.1,pp 50-52 . Mayo 2004.
- 6.-MURPHY, THOMAS Bphty Michael , BHMS; FRANCIS Bsc Simon, FRCS(Orth), FRACS "CASE REPORTS: Long Thoracic Nerve Palsy after Using a Single Axillary Crutch" From the Physiotherapy Department, Mater Adult Hospital, South Brisbane, Queensland, Australia. 2006.
- 7.-HOPPENFELD Stanley . "Exploración Física de la Columna Vertebral y las Extremidades" Editorial El Manual Moderno. México 1990.
- 8.-SUAREZ, G; GARCIA, García J; CARRO, Perez, L. -" Stress Fracture of the Ulna Associated With Crutch Use". Servicio Ortopedia Infantil, Hospital Marqués de Valdecilla, Santander, España, Septiembre 7, 2000.

2.-Electrónicas.

- 1.-Discapacidad en México. [Http://cuentame.inegi.gob.mx](http://cuentame.inegi.gob.mx).
- 2.- FETTERMAN,Thomas.– "Crutches Anyone?" www.thomasfetterman.com. Junio 2007.
- 3.-KEDLAYA, Divakara. -"e-Medicine from Web med. Assitive devices to improve Independence." E-Medicine form Web Med. MBBS. <http://emedicine.medscape.com/article/325247-overview> Agosto 2005.
- 4.-LÓPEZ –TERRADA, Covisa, José María . -"Alteraciones de la marcha". Protocolos AEPED. Protocolos Neurología. [Http://www.aeped.es/protocolos/neurologia/16-altmarcha.pdf](http://www.aeped.es/protocolos/neurologia/16-altmarcha.pdf). Agosto 2006.
- 5.-RIBOLDI, Marzio; VISENTI, Matteo "CTRL-Designing fore arm crutch with improved user's comfort and safety-" Industrial designers. Viale Marche 70. Milano Italia.www.hhc.rca.ac.uk/archive/hhrc/programmes/include/2005/proceedings/pdf/riboldim.pdf. Agosto 2006
- 6.- SCANLON, Jessie.– "A leg up for a crutch design". Business week online . Marzo 23, 2006.



“closing time every new beginning comes from some
other beginning's end.”

♦ semisonic 1999

gracias
a todos por este sueño

