

Silla de ruedas bipedestadora low-tech que
permite el desplazamiento y estimulación
muscular en personas con lesiones
transitorias o paraplejas.



DISEÑO | UC
Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Diseño

Tesis presentada a la Escuela de Diseño de la
Pontificia Universidad Católica de Chile para
optar al título profesional de Diseñador

Magdalena Briones Quiñones
Profesor Guía: Alejandro Durán

Julio 2016
Santiago, Chile

Gracias a todos los que aportaron de una u otra manera en este largo proceso.

A mi profesor Alejandro Durán por toda su ayuda y confianza y especialmente a Agustín Mercado y Pedro León por la infinita paciencia que me tuvieron en la fabricación del producto.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.- Prefacio - Perspectiva low-tech	7	4.3.- Centros de rehabilitación	32	8.- Modelo de Negocios	96
2.- Introducción y motivación personal	9	4.4.- Ayudas técnicas: prótesis y órtesis	34	8.1.- Análisis FODA	98
“Diseño y su rol de mediador hombre-entorno”		4.5.- Soluciones y antecedentes.	36	8.2.- Modelo Canvas	99
3.- La Discapacidad	10	5.- Bipedestación y desplazamiento	40	8.3.- Costos asociados	100
3.1.- La discapacidad como una limitación	12	5.1.- Autonomía personal	42	8.4.- Estado de resultados y flujo de caja	101
3.2.- Etiología	13	5.2.- Desarrollo en sedestación	43	9.- Proyecciones	103
3.3.- Discapacidad física, sensorial y mental	14	5.3.- Desarrollo en posición bípeda	44	9.1.- Pasos a seguir	104
3.4.- Accesibilidad restringida	15	5.4.- Marcha	47	9.2.- Conclusiones	107
3.5.- Reglamentación, normas y manuales de regulación	16	5.5.- Órtesis activas de marcha	51	10.- Referencias bibliográficas	108
3.6.- Discapacidad a nivel global y nacional	17	5.6.- Oportunidad y desafío	55	11.- Anexos	110
3.7.- Paraplejía por lesión medular y niveles	23	6.- Formulación del proyecto	56		
4.- Tratamientos y dispositivos de ayuda	26	6.1.- Oportunidad	58		
4.1.- Pasos y procedimiento	28	6.2.- Brief	59		
4.2.- Estimulación esqueleto-muscular	31	6.3.- Abstract	60		
		6.4.- Hipótesis de trabajo	61		
		7.- Desarrollo del proyecto	62		
		7.1.- Usuarios	64		
		7.2.- Apoyo de expertos	70		
		7.3.- Proceso de diseño y prototipado	72		

1. PREFACIO | PERSPECTIVA LOW TECH

Proyectos de alto impacto social y una perspectiva renovada sobre la incorporación de avances tecnológicos.

Low.tech design group es una iniciativa de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos UC, a cargo del diseñador Alejandro Durán, académico e investigador de la Escuela de Diseño de la Pontificia Universidad Católica de Chile, con el fin de promover el desarrollo y transferencia de proyectos con alto impacto social y una perspectiva renovada sobre la incorporación de avances tecnológicos y científicos por medio de procesos, materiales y recursos accesibles para un gran porcentaje de la sociedad.

Las líneas de investigación abordadas por este grupo incluyen: alimentación, energía y todos aquellos procesos productivos que puedan ser optimizados desde la inclusión del diseño como catalizador de eficiencia y accesibilidad.

LOW - TECH DESIGN GROUP UC

La transferencia e implementación de los nuevos avances tecnológicos y científicos en entornos locales presenta un desafío evidente: tanto sus costos como su complejidad no se condicen con los escenarios económicos y técnicos de un gran porcentaje de la sociedad.

Esta dinámica de innovación de alta gama, dificulta su integración en entornos socialmente vulnerables o productivos.

Una perspectiva renovada para el desarrollo de productos y sistemas que aproveche el estado del arte científico pero simplifique los procesos y materiales utilizados ha demostrado tener interesantes resultados.

Durante el último tiempo, grupos de investigación en instituciones privadas y académicas - Philips

Research Group, HighLow Tech MIT Lab, entre otros - han abordado esta visión sobre la transferencia tecnológica; integrando el estado del arte de la ciencia pero utilizando materiales y procesos accesibles para comunidades de bajos recursos, con lo cual han logrado desarrollar proyectos de algo impacto social.

De esta manera, Low.Tech UC se establece como un espacio interdisciplinario de investigación y desarrollo que aborda el diseño y transferencia de soluciones productivas de baja complejidad estructural en entornos sociales rurales y productivos de nuestro país. Su propósito es simplificar los mecanismos de aplicación, manteniendo las ventajas técnicas y masificando su adaptación desde las bases.

Para mayor información: www.lowtech.cl

2. INTRODUCCIÓN Y MOTIVACIÓN PERSONAL

“El diseño es el elemento de mediación entre el ser humano con su cultura y medioambiente” (Rodríguez, 2004, p. 55), funciona como una extensión del hombre para su bienestar y comodidad en las actividades del día a día.

Una de las acciones básicas del hombre es el traslado: Se han desarrollado muchas variantes para reemplazar la caminata como medio de movilización, como bicicletas, automóviles, aviones, etc, que simplifican el traslado de las personas comunes. Pero, ¿qué pasa cuando la persona no puede moverse por sí sola?. Estos productos se hacen inútiles a los ojos de muchas personas que también buscan su bienestar.

En el mundo, son más de mil millones de personas las que viven con alguna discapacidad, y de ellas aproximadamente 200 millones experimentan dificultades considerables en su funcionamiento, y en los próximos años, estas cifras van a aumentar debido al envejecimiento de la población. (Organización Mundial de la Salud, 2011).

El día a día de un discapacitado es muy diferente al de una persona sana. Un hombre con menos capacidades físicas, debe ingeniárselas conti-

nuamente para poder moverse, abrir una puerta, subir a un auto o realizar cualquiera de las miles de acciones básicas que uno realiza diariamente y también son muchas las que simplemente no pueden, porque no cuentan con las ayudas técnicas o facilidades para realizarlas.

Es un hecho que las personas con discapacidad tienen una menor participación en la sociedad. Esto se debe principalmente a los variados factores del entorno que siguen obstaculizando aún más la vida del discapacitado.

A pesar de que la discapacidad y su superación está cada vez más en boga y da más que hablar, sigue siendo un campo social en que falta mucho por trabajar.

Según el Primer Estudio de Estadísticas de Discapacitados en Chile (2006), sólo 6 de cada 100 personas con discapacidad declara tener acceso a rehabilitación, por lo tanto está clarísimo que tienen que haber cambios en nuestro país a nivel gubernamental para ampliar la cobertura. Sin embargo, para ello se necesita el impulso de nuevos programas y procesos que requieren tiempo y altos financiamientos, por lo que creo que

nosotros como institución o incluso individualmente como profesionales, podemos aportar con productos, servicios, o lo que sea, que esté más accesible a la mano de los beneficiados. Si son más los que trabajan pro discapacidad, podríamos llegar a un país más inclusivo donde todos podamos vivir cómoda y dignamente.

La elección del campo de investigación nace por el interés que tengo de poder ayudar a personas con problemas reales básicos, de facilitarles su día y de incluirlos en un cien por ciento en la sociedad. Creo que para un discapacitado, lo mínimo es tener las herramientas para desenvolverse sólo o con la menor ayuda posible, es lo indispensable para sentirse independiente y poder disminuir las consecuencias físicas y emocionales de la deficiencia que sea.

Es aquí donde mi proyecto de título pretende aportar con un producto para hacer más digna la vida de los discapacitados. Mi meta sería intentar que sus discapacidades no sean un impedimento en su vida diaria, si no que sea una dificultad que se puede trabajar para lograr la autonomía e independencia.





Fuente: Serretecno

3. LA DISCAPACIDAD

3. LA DISCAPACIDAD

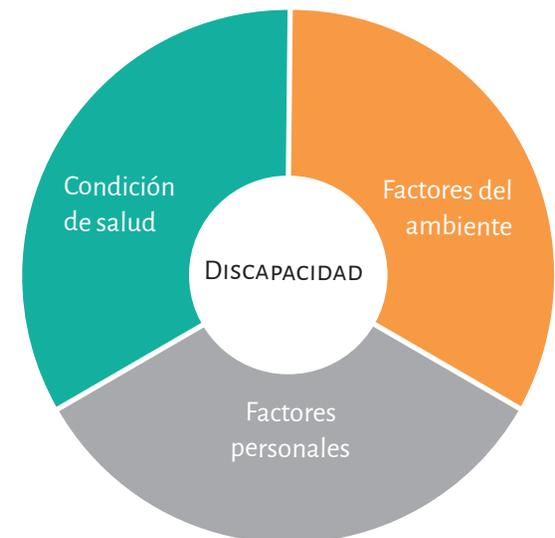
Causas, tipologías y problemas asociados

3.1.- LA DISCAPACIDAD COMO UNA LIMITACIÓN

La discapacidad se considera como una limitación para el desarrollo de muchas de las actividades diarias, sin embargo “es parte de la condición humana. Casi todas las personas tendrán una discapacidad temporal o permanente en algún momento de sus vidas, y los que sobrevivan y lleguen a la vejez experimentarán cada vez más dificultades de funcionamiento” (Organización Mundial de la Salud, 2011, p. 3)., por lo que debería ser un rubro al que se le debe poner una especial atención.

Hoy en día entendemos la discapacidad como un término genérico que incluye deficiencias de las funciones y/o estructuras corporales, limitaciones en la actividad y restricciones en la participación, indicando los aspectos negativos de la interacción

entre un individuo y sus factores contextuales (Fondo Nacional de la Discapacidad, 2005, p. 5).



La concepción de la discapacidad ha ido evolucionando, pasó de ser un concepto estático atribuido totalmente a la persona a un resultado entre la interacción entre la persona y el medio en que se devuelve. El contexto social pasa a ser un factor determinante en la discapacidad. (Fundación Prevent, 2010)

Hay que destacar, que el concepto es muy amplio, la discapacidad abarca desde pequeñas disfuncionalidades en el movimiento hasta grandes impactos en la vida de una persona que hacen necesaria la asistencia.

3.2.- ETIOLOGÍA

Las posibles causas de cualquier tipo de discapacidad son muy variadas, sin embargo se clasifican según su origen en cuatro tipos:

CAUSAS GENÉTICAS

Son las discapacidades producidas por las afecciones genéticas. Ocurre una alteración a nivel celular, por ejemplo una alteración en la distribución de los cromosomas o la translocación (transferencia de una parte de un cromosoma a otro). También se incluyen las mutaciones, producidas por la alteración de la información que portan los genes y las derivadas de los defectos a nivel del ADN.

La mayoría de los casos de discapacidad genética son las enfermedades recesivas, es decir, que el padre y la madre siendo sanos, ambos portan un gen recesivo que al juntarse pueden generar enfermedades genéticas. Se producen por factores del ambiente o hereditarios.

CAUSAS CONGÉNITAS

Discapacidad desarrollada en la gestación del feto, desde la fertilización e implantación del óvulo en el útero hasta el parto y se presenta al momento del nacimiento, aunque no se detecte en esa instancia. Influyen factores ambientales (contaminantes, tóxicos de la agricultura, etc.), infecciones (SIDA, Varicela, etc.), traumatismos, intoxicaciones (Drogas, radiaciones), problemas nutricionales (déficit de vitaminas y minerales, etc.), emocionales, entre otras. (Oliva, 2008)

CAUSAS PERINATALES

Se refiere a las discapacidades originadas en el momento del parto, estas pueden ser por falta

de atención o por condiciones del momento. Ejemplos como falta de oxígeno prolongado por obstrucción de las vías respiratorias del niño, la anoxia (Dificultad y mayor duración del parto), accidentes cerebro vasculares en el momento del puje, los parto prematuros, infecciones del sistema nervioso central, entre otros. (Cruz Roja)

CAUSAS ADQUIRIDAS

Son las deficiencias que ocurren después del parto, durante el desarrollo de la persona y significan un gran cambio en su vida. Pueden ser por enfermedades, infecciones, traumatismos, intoxicaciones, por problemas nutricionales, emocionales, endocrinos y por envejecimiento. (Cruz Roja)



3.3.- DISCAPACIDAD FÍSICA, SENSORIAL Y MENTAL

Toda discapacidad tiene su origen en una o varias deficiencias funcionales o estructurales de algún órgano del cuerpo. Estas se dividen en discapacidad física, sensorial y psíquica o mental, a pesar de que hay que tener presente que dentro de cada uno existe una gran heterogeneidad.



Fuente: Informador

DISCAPACIDAD FÍSICA

Se considera una deficiencia física cuando la persona padece anomalías orgánicas en el aparato locomotor o las extremidades y también las con deficiencias del sistema nervioso, como parálisis, paraplejia, tetraplejia y todos los trastornos de coordinación de los movimientos y manipulación de objetos.



Fuente: Notiminuto

DISCAPACIDAD SENSORIAL

Se incluye a las personas que presentan trastornos relacionados con la vista, el oído y el lenguaje. Ejemplo: ceguera, sordera, etc.



Fuente: Lifecollective

DISCAPACIDAD PSÍQUICA

Personas con limitaciones significativas en el funcionamiento intelectual y en la conducta adaptativa expresada en habilidades conceptuales, sociales y prácticas. Se origina antes de los 18 años. Ejemplo: Depresión, bipolaridad, esquizofrenia, etc. (Fundación Prevent, 2010)

3.4.- ACCESIBILIDAD RESTRINGIDA

Los principales problemas de los discapacitados se resumen en falta de autonomía, de accesibilidad y complicaciones de interacción con el medio. Esto se debe a que hoy en día, las personas discapacitadas, deben enfrentarse a una serie de barreras que les dificultan su inclusión en la sociedad. Esto se puede ver desde las barreras arquitectónicas, urbanísticas, de transporte, hasta problemas sociales.

“La palabra accesibilidad puede entenderse en relación con tres formas básicas de actividad humana: movilidad, comunicación y comprensión; las tres sujetas a limitación como consecuencia de la existencia de barreras.” (Alonso et al, 2003)

La autonomía se complica dependiendo del nivel y grado de la lesión, sin embargo ya sea un usuario de silla de ruedas independiente o dependiente (que necesite ayuda de un segundo), igual presenta problemas en su movilización, la mayoría no puede vivir sin ayuda externa.

El ambiente en que vive una persona con discapacidad tiene una gran repercusión en la experiencia

y grado de discapacidad, ya que el apoyo familiar, los recursos, las condiciones de vida son distintas en cada persona.

Lamentablemente, Chile no es considerado como un país inclusivo por las personas con discapaci-

dades. “Uno se debe adaptar al mundo, nuestro país ni esta ciudad están pensadas para gente en silla de ruedas, hay que arreglarselas como podamos”

(Hurtado, comunicación personal, 24 Noviembre de 2015).



Fuente: Scnoticias.org

3.5.- REGLAMENTACIÓN, NORMAS Y MANUALES DE REGULACIÓN

LEY N°20.422 DE LA CONSTITUCIÓN DE CHILE

Esta ley publicada el 10 de febrero de 2010 “establece normas sobre la igualdad de oportunidades e inclusión social de personas discapacitadas” (Ministerio de Planificación, 2010). Se basa en los principios de vida independiente, accesibilidad universal, diseño universal, intersectorialidad, participación y diálogo social en los ámbitos de educación, inserción laboral, accesibilidad a la información, al entorno físico y al transporte.

SERVICIO NACIONAL DE LA DISCAPACIDAD (SENADIS)

Es parte del Ministerio de Desarrollo Social del Gobierno, es un servicio descentralizado y desconcentrado territorialmente que tiene como finalidad promover lo estipulado en la ley 20.442 (igualdad de oportunidades, inclusión social, participación y accesibilidad de personas discapacitadas).

En 2015, se crea el Departamento de Tecnologías para la Inclusión, que dentro de sus objetivos está llevar a cabo la gestión, coordinación, promoción y ejecución del Financiamiento de Ayudas Técnicas que tiene como base de sus acciones, tres principios fundamentales:

- La inclusión: Participación plena en los distintos ámbitos de una persona con situación de discapacidad (Trabajo, educación, salud, etc.)
- Calidad: Promover que el proceso de financiamiento alcance niveles óptimos.
- Pertinencia Territorial: Considerar las variables geográficas, culturales, territoriales y las características individuales de las personas para abordar correctamente sus necesidades.

Las ayudas técnicas contribuyen a la inclusión social en la educación, salud, en el ámbito laboral, en las actividades de la vida diaria y la participación comunitaria. (Senadis, 2016)

MANUAL DE ACCESIBILIDAD UNIVERSAL: CIUDADES Y ESPACIOS PARA TODOS.

Permite mejorar las condiciones del entorno para que todos los ciudadanos puedan hacer uso de este, además de regularizar los proyectos para hacerlos inclusivos.

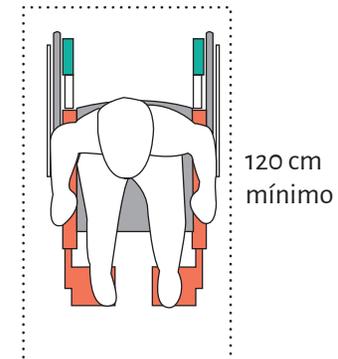
Se exige seguir las bases de Diseño universal, que según The center for universal design se entiende como el “diseño de productos y entornos aptos para el uso del mayor número de personas sin necesidad de adaptaciones ni de un diseño especializado” (citado en Prett, Simonetti y Squella, 2010, p.14). Para esto el producto debe cumplir con:

- Igualdad de uso: Fácil de usar y adecuado para todos.
- Flexibilidad: El diseño se adapta a varias capacidades individuales, para diestros y zurdos.
- Uso simple y funcional: Fácil de entender e intuitivo.
- Información comprensible: El diseño debe

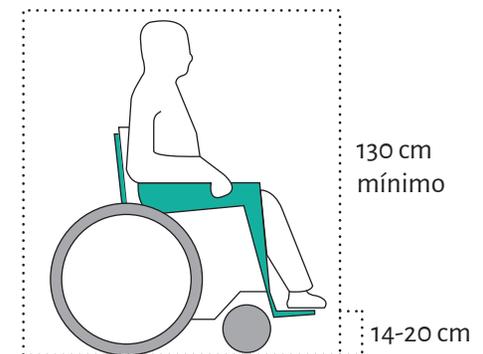
intercambiar información con el usuario, utiliza varias formas para su entendimiento.

- Tolerancia al error: Reduce al mínimo los riesgos y peligros.
- Bajo esfuerzo físico: Debe poder usarse eficazmente por todos los usuarios, minimiza las acciones repetitivas y el esfuerzo físico sostenido.
- Dimensiones apropiadas: Tamaños correctos para el alcance, manipulación y uso.
- Medidas mínimas y máximas: Las medidas corresponden al espacio cómodo y necesario para que cualquier persona circule y use libremente el espacio.

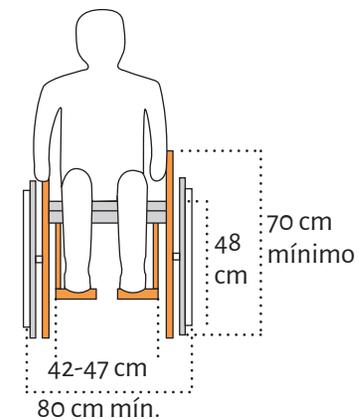
“Si un espacio sirve para la circulación de una silla de ruedas, sirve para todos. Por lo tanto, la medida universal para diseñar es la superficie que ésta ocupa: 80 x 120 cm” (Prett et al, 2010).



80 cm mín.



120 cm mín.



3.6.- DISCAPACIDAD A NIVEL NACIONAL Y GLOBAL.

A nivel mundial son dos las grandes fuentes de datos, la Encuesta Mundial de Salud (entre 2002 y 2004) y la Carga Mundial de Morbilidad actualizado en 2004, ambos la OMS. Las dos permiten examinar la prevalencia de la materia pero no se pueden comparar ya que utilizan métodos diferentes de medición.

Sobre la base de la estimación de población para el 2010 (total de 6900 millones de habitantes) y las estimaciones de prevalencia de discapacidad del 2004, “785 millones (15,6%) y 975 millones (19,4%) de personas de 15 años o más viven con alguna discapacidad. De esa cifra, entre 110 millones (2,2%) y 190 millones (3,8%) sufren dificultades significativas de funcionamiento” (Organización Mundial de la Salud, 2011, p. 34)

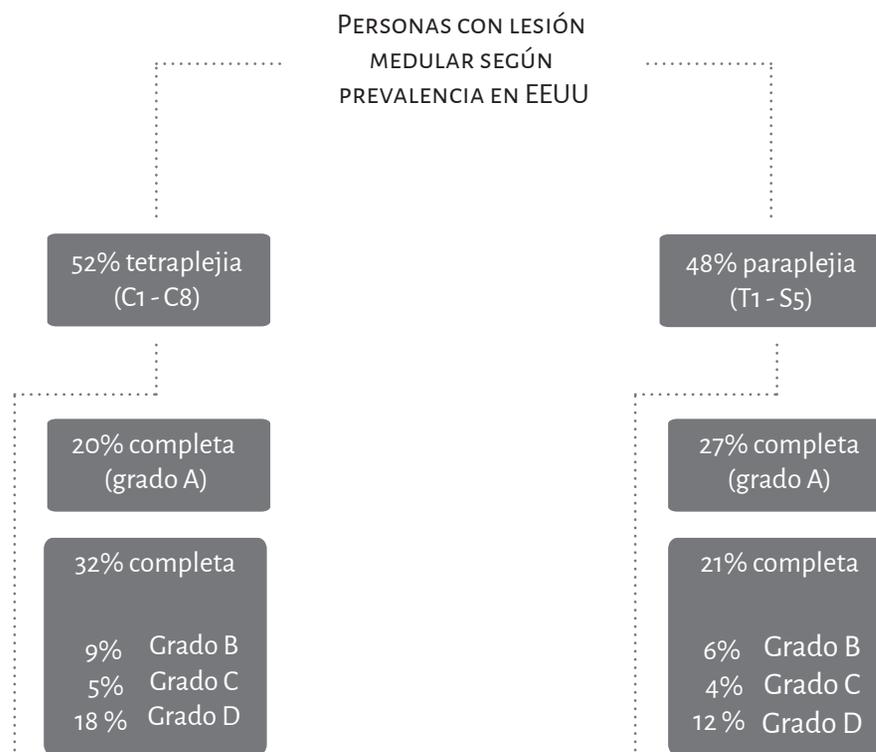
Este aumento en las tasas se asocia, en la mayoría de los países, con el aumento de las enfermedades crónicas como la diabetes, enfermedades cardiovasculares, respiratorias, cáncer y por lesiones. Además por el envejecimiento de la población, ya que son los más propensos a la discapacidad.

El ambiente y entorno en que se relaciona el discapacitado tiene gran efecto en la prevalencia y magnitud de la discapacidad, sobre todo en las desventajas que afronta. En todas las situaciones, las familias o ellos mismos “deben incurrir en gastos adicionales para lograr un nivel de vida equivalente al de las personas sin discapacidad” (Organización Mundial de la Salud, 2011, p. 50).

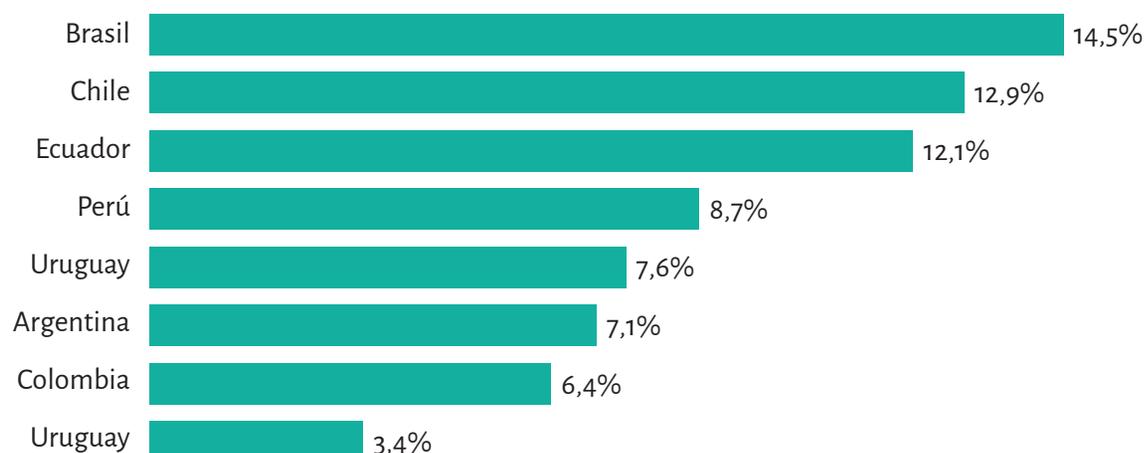
En la mayoría de los países desarrollados, la incidencia de lesión medular está entre 10 y 80 casos por un millón de personas y las causas más comunes son los accidentes de auto y moto, seguido de las caídas.

Para el 2010, se estimaba que el 19,4% de la población mundial tendría alguna discapacidad. (Harvey, 2010)

PREVALENCIA DE LOS DIFERENTES TIPOS DE LM EN PAÍSES DESARROLLADOS SEGÚN HARVEY (2010)



PREVALENCIA DE LA DISCAPACIDAD EN PAÍSES DE AMÉRICA LATINA



PORCENTAJE DE DISCAPACIDAD POR DEFICIENCIAS

País	Física	Visual	Auditiva	Mental
Argentina	41,9%	19,5%	16,5%	16,4%
Brasil	22,9%	48,1%	16,7%	8,3%
Chile	31,3%	19,0%	8,7%	16,8%
Colombia	53,8%	44,6%	24,5%	NS
Ecuador	52,7%	77,9%	28,2%	14,7%
Paraguay	25,6%	14,9%	0,1%	25,5%
Uruguay	36,6%	25,0%	13,6%	5,4%

Según las encuestas de los países involucrados entre el período 2001 - 2009:

* En América Latina, hay más hombres que mujeres con alguna discapacidad con un 58,3%, sin embargo en Argentina, Brasil, Chile y Uruguay hay más prevalencia entre las mujeres.

* La edad más prevalente es en los mayores de 65 años, con excepción de Chile.

* Las enfermedades crónicas son la principal causa de discapacidad con un 63,6%

* En 91% de los países la discapacidad acomete más a las personas con bajo nivel educacional

Fuente: Estudio descriptivo de las características sociodemográficas de la discapacidad en América Latina

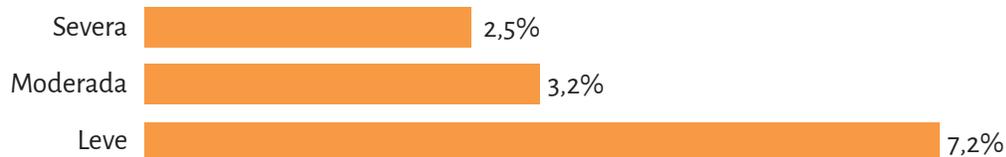
ESTADÍSTICAS DE CHILE SEGÚN EL FONDO NACIONAL DE LA DISCAPACIDAD. (2005).

El último estudio sobre la discapacidad en Chile arrojó que son 2.068.072 las personas discapacitadas en Chile.

Del total de los discapacitados, 1.150.133 presentan una discapacidad leve, que quiere decir que tienen alguna dificultad para llevar a cabo sus actividades, sin embargo es independiente y no requiere ayuda de terceros y pueden superar los obstáculos del entorno.

513.997 tienen una discapacidad moderada, es

PREVALENCIA SEGÚN GRADO DE DISCAPACIDAD

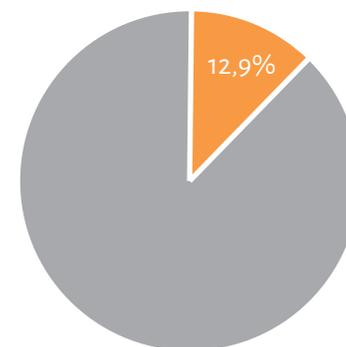


decir, una disminución o imposibilidad importante en su capacidad de realizar sus actividades diarias, por lo que pueden requerir apoyo en las labores básicas y supera con dificultades algunas de las barreras del entorno.

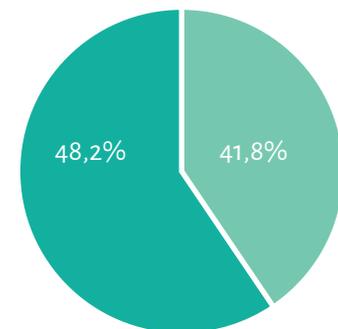
La discapacidad severa se presenta en 403.942 personas en Chile, son quienes están imposibilitados para realizar sus actividades cotidianas, requieren apoyo y cuidados de una tercera persona y no logra superar los obstáculos del entorno o lo hacen con gran dificultad.

De ellos, un 6,9% de la población discapacitada en nuestro país, (equivalente a 1.104.704 personas) presenta dificultades al trasladarse.

DISCAPACITADOS EN LA POBLACIÓN TOTAL

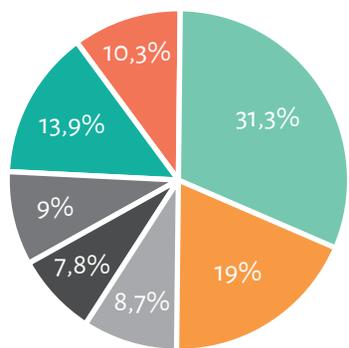


DISCAPACITADOS SEGÚN SEXO

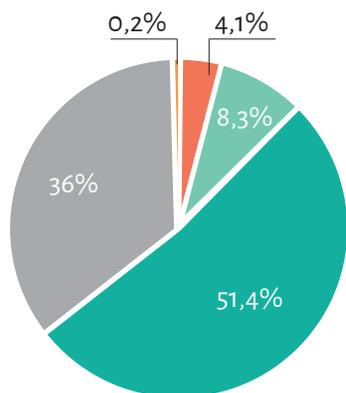


■ Mujeres ■ Hombres

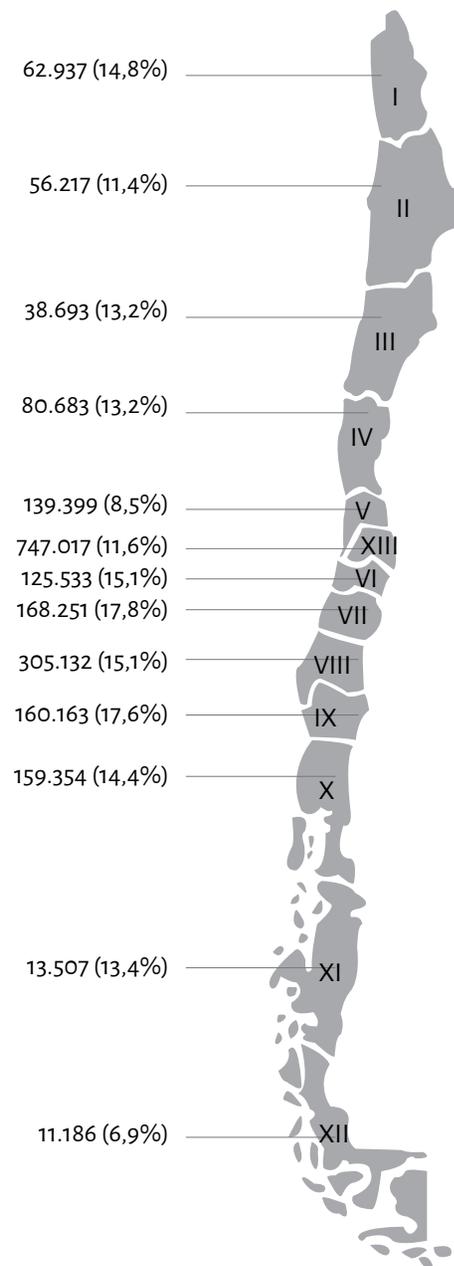
TIPO DE DISCAPACIDAD

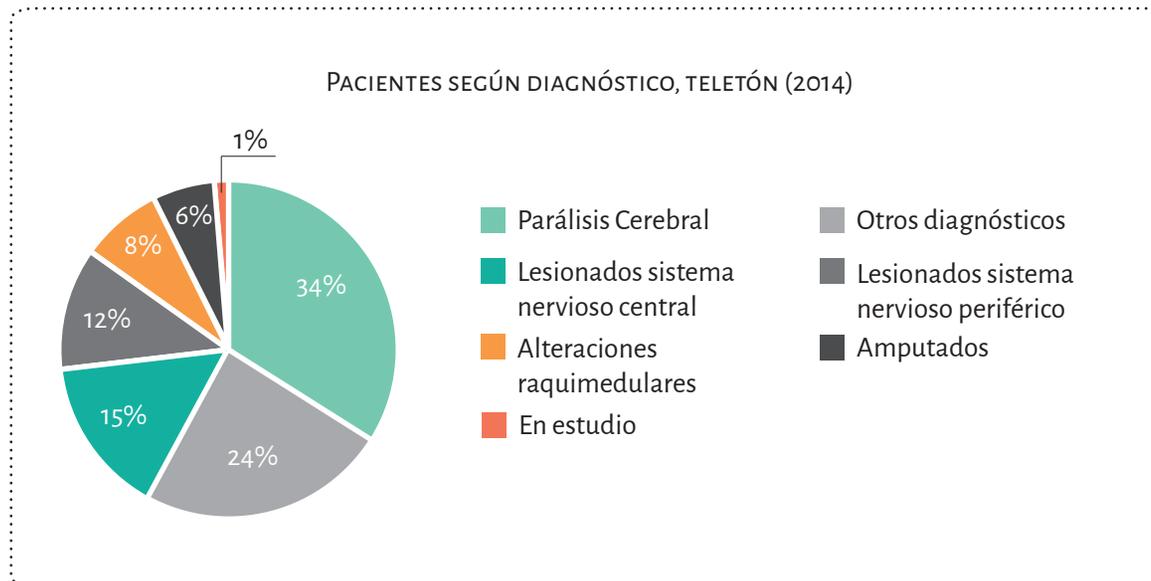


RANGO ETARIO



DISCAPACITADOS Y PORCENTAJE DEL TOTAL POR REGIÓN





PRINCIPALES PATOLOGÍAS TRATADAS EN CHILE SEGÚN TELETÓN (2014)

■ Parálisis Cerebral

Condición neurológica crónica que se caracteriza por provocar movimientos corporales alterados, retraso psicomotor y puede producir deformidades en las extremidades y el tronco.

■ Lesionados sistema nervioso central

El SNC se compone por el **encéfalo y la médula espinal**, por lo tanto son los trastornos que afectan a uno o ambos.

■ Lesionados sistema nervioso periférico

El SNP lo integran los diversos ganglios y nervios periféricos que emergen o que llegan a la **médula espinal** desde los órganos sensoriales, los músculos y las glándulas. La debilidad muscular es uno de sus síntomas.

■ Alteraciones raquimedulares

Son todos los daños que ocurren en la **médula espinal** producidos por traumas en el canal vertebral y sus componentes.

■ Amputados

Es la pérdida de una parte del cuerpo, generalmente parte de las extremidades, que ocurre como resultado de un accidente o lesión. También se incluye a las personas que nacieron sin una parte del cuerpo debido a una malformación.

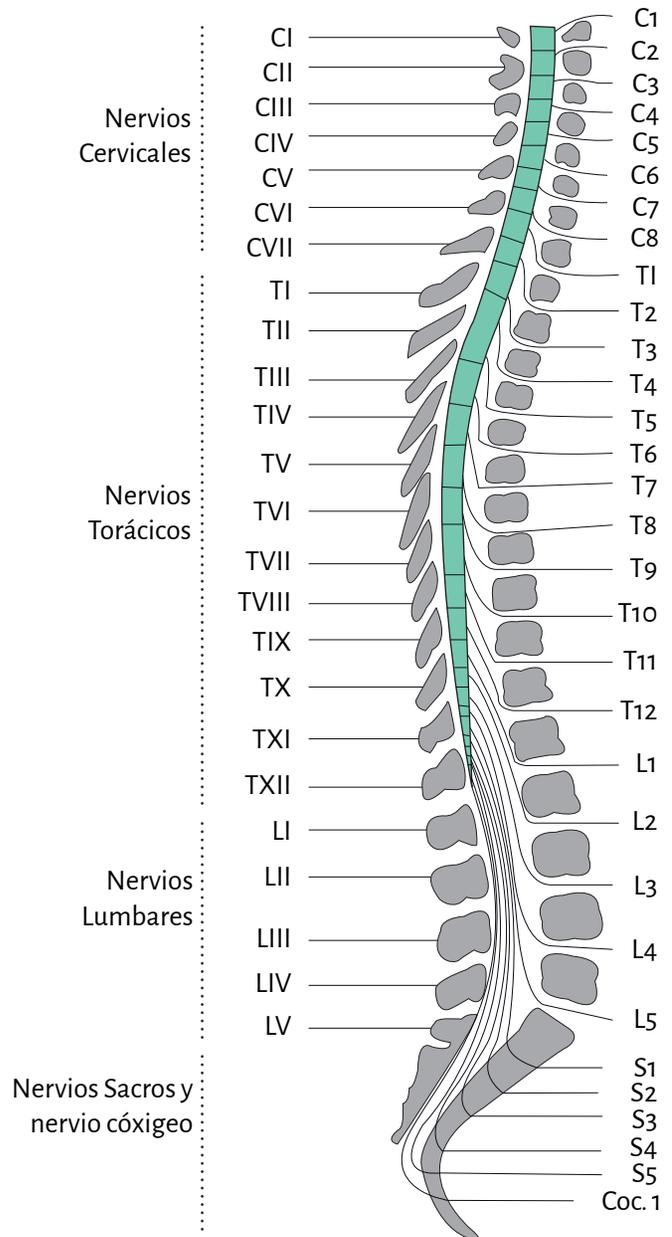
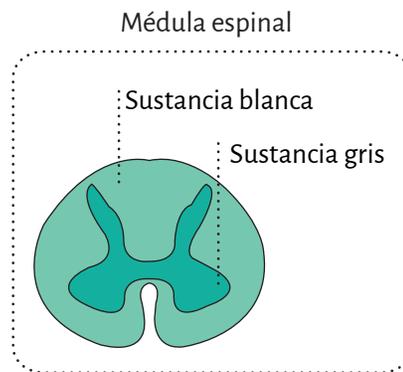
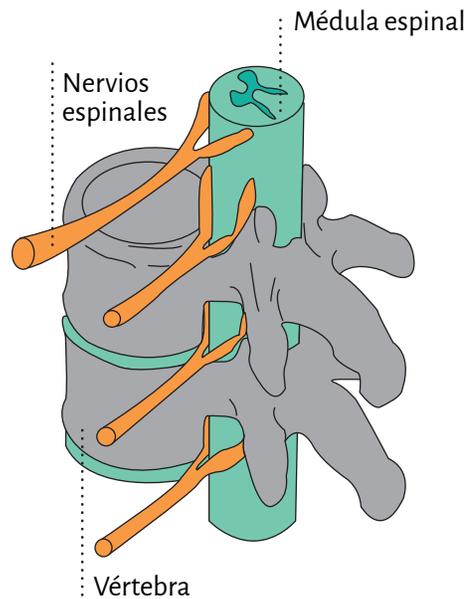
En todas estas patologías, las órtesis y en especial la silla de ruedas cumplen un rol importantísimo en personas dificultadas en trasladarse.

3.7.- PARAPLEJIA POR LESIÓN MEDULAR Y NIVELES

La médula espinal “es una masa blanquecina de unos 45 cm. de longitud y 1 cm. de diámetro, que se aloja en el canal vertebral o raquídeo. De ella salen transversalmente los nervios espinales que se distribuyen por todo el cuerpo.” (Delgado, Forner, Giner, Miguel y Miró, 2001, p. 27).

Forma parte del sistema nervioso central junto al cerebro y es vital para el transporte y la integración de la información sensitiva y motora entre el cerebro y las estructuras somáticas y viscerales. Ambas estructuras regulan las funciones del organismo. (Harvey, 2010)

Lesión de médula espinal es cualquier alteración sobre la médula que produce cambios en el movimiento, la sensibilidad o la función autónoma de la persona, sus repercusiones son graves y llevan a una serie de discapacidades secundarias.



Para la valoración de la lesión se utiliza la escala de A.S.I.A (Asociación Americana de lesión medular), la cual “describe la exploración de la sensibilidad y el movimiento en sus distintos niveles, ya que cada raíz nerviosa espinal tiene una representación en la piel (Dermatomo) y en los músculos (miotomo).” (Delgado et al, 2001)

CLASIFICACIÓN SEGÚN EXTENSIÓN

- Lesión medular completa:
Cuando no hay función motora o sensitiva ninguna bajo el nivel de lesión.

- Lesión medular incompleta:
Son las que preservan alguna función motora o sensitiva bajo el nivel de lesión: movimientos voluntarios de extremidades inferiores o sensación ósea sólo postural o en área perineal.

Los 3 tipos de lesiones incompletas más comunes son el Síndrome de Brown-Sequard, el síndrome medular central y el síndrome medular anterior.

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL GRADO

- Grado A (lesión completa): No hay función motora ni sensitiva por debajo de la lesión.

- Grado B (lesión incompleta): No hay función motora, pero sí sensitiva por debajo de la lesión hasta los últimos segmentos (sacros S4-S5).

- Grado C (lesión incompleta): Hay preservación sensitiva y parcial preservación motora. La mitad de los músculos claves infralesionales tienen valoración inferior al 75%

- Grado D (lesión incompleta): Sensibilidad normal y la mitad de los músculos claves infralesionales tienen una valoración media superior a 75%.

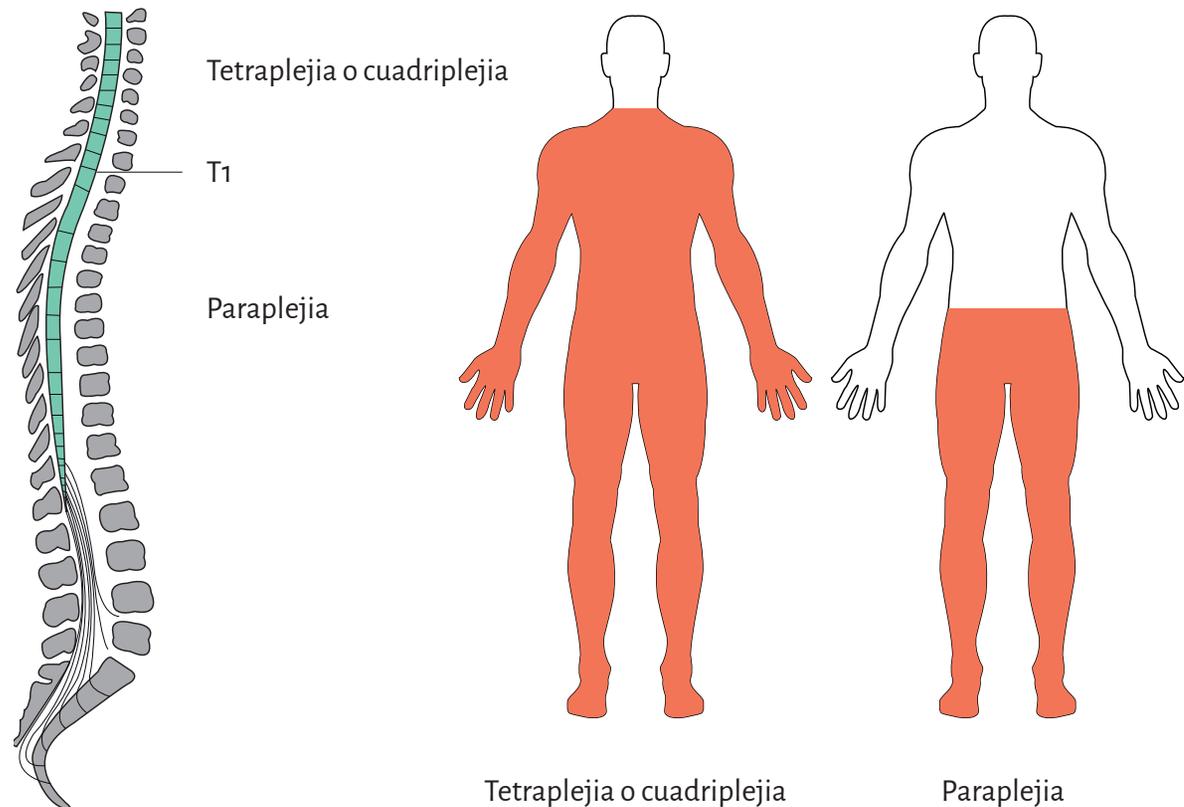
- Grado E (normalidad neurológica): La función sensitiva y motora son normales.

A nivel dorsal o torácico es mayor el porcentaje de lesiones completas (grado A) 63,4%. (Delgado et al, 2001)

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL NIVEL DE AFECTACIÓN

Tetraplejía: Disminución o pérdida de la función motora y /o sensitiva de los segmentos cervicales (por encima de la T1). Afecta brazos, tronco, piernas y órganos pélvicos

Paraplejía: Disminución o pérdida de la función motora y/o sensitiva de los segmentos torácicos, lumbares o sacros. Puede afectar tronco, piernas y órganos pélvicos, dependiendo del nivel de la lesión. (García, García & Mora, 2009)



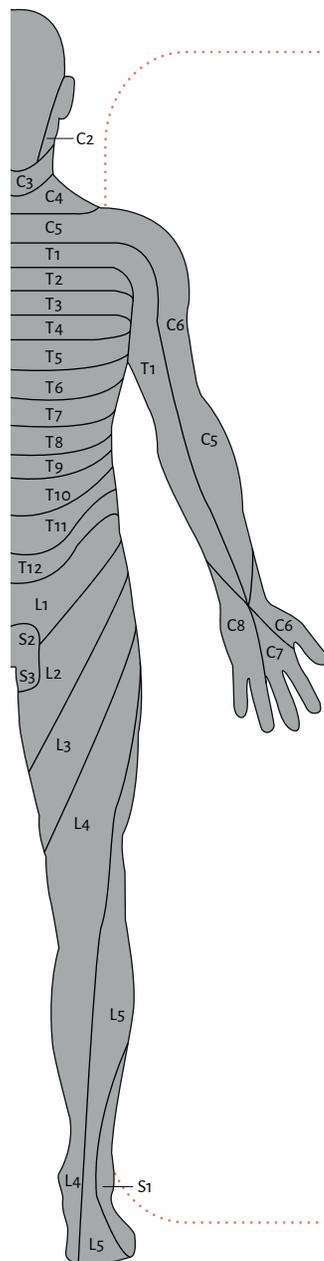
Las lesiones medulares por trauma son las más comunes, abarcando entre un 70 y 80% del total, resaltando los accidentes de tráfico, las caídas, accidentes laborales, etc. El resto se atribuye a causas médicas. (Delgado et al, 2001) Además son los hombres los más afectados y las edad más “riesgosa” es entre los 15-40 años. (Clarín, s/f)

CLASIFICACIÓN SEGÚN NIVEL DE LA LESIÓN

Altura de la lesión o al último segmento motor o sensitivo que se encuentra sano y normal.

* El mayor número de lesiones se da a nivel torácico (42,7%) seguido del nivel cervical (38,5%) y lumbosacro (17,8%).

* Los niveles más frecuentes son C5-C6 (20,7%) y T12-L1 (18%), que corresponde a la parte de máxima movilidad de la columna. (Delgado et al, 2001)



EFFECTOS SEGÚN NIVEL DE LESIÓN

- C1 A C5** Parálisis de los músculos utilizados en la respiración, brazos y piernas.
- C5 A C6** Piernas paralizadas, ligera capacidad de flexión en los brazos
- C6 A C7** Parálisis en piernas y parte de las muñecas y manos: Leves movimientos del hombro y flexión de codo
- C8 A T1** Parálisis piernas y tronco, párpados caídos, brazos relativamente normales y manos paralizadas
- T2 A T4** Parálisis piernas y tronco, pérdida de sensibilidad bajo los pezones
- T5 A T8** Parálisis de piernas y tronco, pérdida de sensibilidad bajo la caja torácica
- T9 A T11** Piernas paralizadas, pérdida de sensibilidad bajo el ombligo
- T12 A L1** Parálisis y pérdida de sensibilidad bajo la ingle
- L2 A L15** Diferentes rangos de debilidad en las piernas
- S1 A S2** Diferentes patrones de debilidad en piernas
- S3 A S5** Pérdida de control del intestino y de la vejiga, entumecimiento perineo.





Fuente: Hospitalantofagasta

4. TRATAMIENTOS Y DISPOSITIVOS DE AYUDA

4. TRATAMIENTOS Y DISPOSITIVOS DE AYUDA

Rehabilitación y proceso

4.1.- PASOS Y PROCEDIMIENTO

La “rehabilitación” de un lesionado medular debe comenzar en el mismo momento del accidente ya que puede agravarse por el traslado inadecuado del paciente. Luego de esto, se necesita un amplio equipo de médicos para cubrir todas las consecuencias de la lesión medular.

La rehabilitación se lleva a cabo a través de ejercicios terapéuticos, puede incluir una gama de diferentes tipos “como los de mejorar o prevenir el deterioro de la capacidad aeróbica, fuerza muscular, potencia y resistencia, flexibilidad o amplitud de movimiento, equilibrio, coordinación y agilidad”. (Aguilar, López, Lozano, Torres y Salazar, 2014, p. 305) y se enfoca en dos principales objetivos, primero recuperar la fuerza muscular

y luego la resistencia para realizar el movimiento repetidas veces.

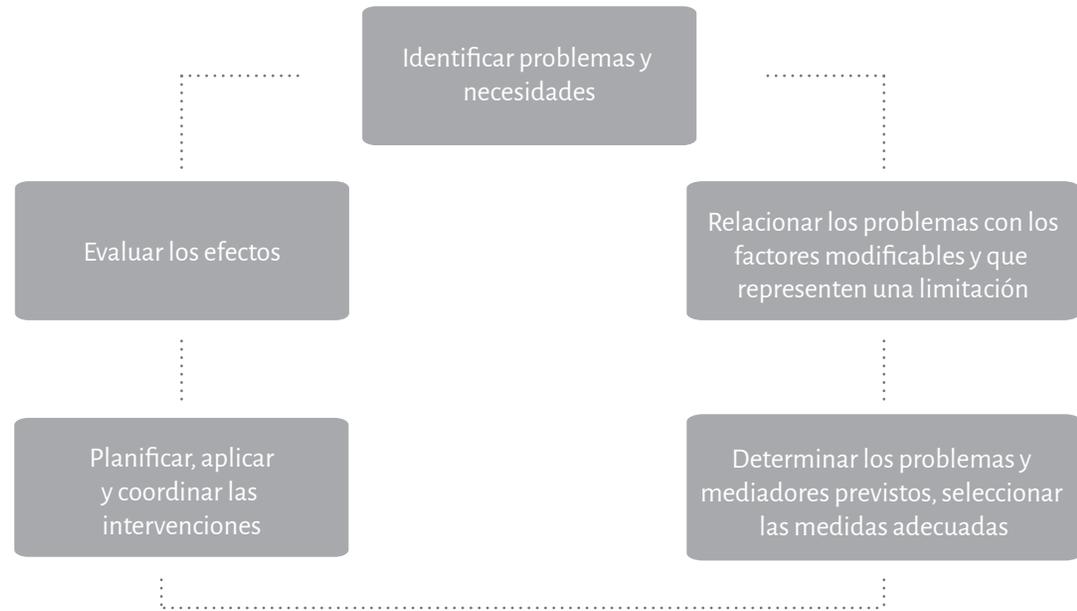
La fisioterapia es la cabeza del tratamiento para lesionados medulares, esta es la “disciplina que trata enfermedades y dolencias utilizando medios físicos tales como ejercicio, calor, frío, masaje etc. Su ámbito de tratamiento es muy amplio ya que engloba a todas las especialidades de la medicina.” (Alvarez & Salinero, s/f, p. 2)

Su objetivo es conseguir el grado máximo de independencia y bienestar, sin embargo esto depende de varios factores propios de cada persona, según Alvarez y Salinero (s/f):

- Nivel de lesión y complicaciones post-lesional.
- Constitución física y psíquica.
- Edad.
- Colaboración del paciente.
- Ambiente socio-familiar

La rehabilitación debe ser siempre voluntaria y “trata de restablecer y compensar la pérdida de funcionamiento y de evitar o retardar el deterioro del funcionamiento en todas las esferas de la vida de una persona”. (Organización Mundial de la Salud, 2011, p. 111)

PROCESO DE REHABILITACIÓN



TRATAMIENTO DE LESIONES MEDULARES SEGÚN TELETÓN

- | | | | |
|---|--|---|---|
| 1.- Atención médica: fisiatría y urología | 2.- Atención terapéutica: kinesiología, terapia ocupacional y psicología | 3.- Atención enfermería | 4.- Atención nutricional |
| 5.- Cirugía ortopédica, si se requiere | 6.- Cirugía urológica, si se requiere | 7.- Ayudas técnicas: Órtesis, mobiliario especial para apoyar desplazamientos, entre otros, | 8.- Apoyo al proceso de inclusión educativa y social. |

DISCAPACIDADES ASOCIADAS A UNA LESIÓN DE MÉDULA ESPINAL SEGÚN HARVEY (2010).



4.2.- ESTIMULACIÓN ESQUELETO - MUSCULAR

Primero que todo, hay que dejar en claro que actualmente no existe cura para las lesiones medulares. Si la lesión es parcial, hay potencial de recuperación y si es una lesión completa, las probabilidades de recuperación es casi nula.

Es por esto que el tratamiento se enfoca en desarrollar el máximo las habilidades y el potencial del paciente en base a sus capacidades con el fin de lograr una mayor independencia y autonomía en sus actividades diarias. (Teletón, s/f)

Además de las discapacidades derivadas de la lesión medular, la inmovilización produce varios efectos negativos en el cuerpo, se atrofian las articulaciones, los músculos, se producen dolores y edemas. “Los músculos que no se utilizan se atrofian y pierden fuerza de un 5 % al día hasta un 8 % por semana” (Aguilar et al, 2014), por lo que para contrarrestar los efectos negativos, es necesario una estimulación del cuerpo, a través de ejercicios terapéuticos y también en primera instancia, recurrir a la movilización pasiva por medio de la bipedestación y luego la activa por medio de la reeducación de la marcha cuando sea posible

para mejorar la capacidad de resistir y generar fuerza con el cuerpo.

Para este trabajo se necesita un equipo multidisciplinar de rehabilitadores, siendo los más destacados los terapeutas ocupacionales, fisioterapeutas, ortoprotesistas, kinesiólogos, auxiliares técnicos, neurólogos, foniatras y logopedas, entre otros.



4.3.- CENTROS DE REHABILITACIÓN

TELETÓN

Institución sin fines de lucro que se dedica a la rehabilitación integral de niños y jóvenes con discapacidad motora, poniendo como objetivo un mejoramiento de su calidad de vida, promoviendo la dignidad y fomentando el desarrollo de sus capacidades e inclusión social.

El centro Teletón consta con un equipo multidisciplinar que se divide en el área médico-terapeuta, el área psicosocioeducativa, el área quirúrgica, área de procedimientos y exámenes, el servicio de apoyo a la rehabilitación y la DIDE (Dirección de investigación y desarrollo).

Ofrece diferentes alternativas de tratamiento dependiendo de las necesidades específicas del paciente, además cuenta con actividades para el desarrollo personal y social:

- Tratamiento integral: Dos o más profesionales de distintas disciplinas
- Tratamiento específico: Un sólo profesional que realiza la intervención
- Tratamiento quirúrgico: Cirugías realizadas por especialistas en centros hospitalarios externos.
- Tratamiento ortésico-protésico: El fisiatra puede prescribir el uso de una ayuda técnica.

La Teletón, a pesar de que atiende a la mayoría de los niños discapacitados físicamente en Chile, no es suficiente para el tratamiento de una enfer-

medad, se necesita un trabajo complementario en la casa con profesionales médicos y un apoyo familiar para la recuperación del niño.

Según Francisca Inostroza (2015), familiar de tres pacientes tratados en la Teletón, la institución “no da a basto, son demasiadas las personas que necesitan ayuda, entonces terminan yendo entre 2 y 3 veces (períodos) al año”.

“Dan un montón de tareas y ejercicios para la

casa, de hecho las sesiones son muy cortas, entonces al final lo que más importa es la continuación en la casa. Por lo mismo, el rol familiar es fundamental para el proceso de recuperación, hay que estimular y ayudar continuamente para ver mejorías. Sin apoyo, es imposible”

Por lo mismo, es indudable que hay mucho trabajo complementario al tratamiento de la Teletón, además de costos que la mayoría de las familias no puede acceder fácilmente.

13 Institutos de rehabilitación en Chile, más uno en construcción

Atienden entre **0 - 20 años** si la discapacidad es **congénita** y entre **0 - 24 años** si la discapacidad es adquirida

Atiende al **85%** de discapacitados motores menores de 24 años en Chile

Cada año ingresan **3.000** nuevos pacientes

Desde 1978 hasta la fecha se han atendido a **90.000** niños

Las patologías tratadas más comunes son la:

Parálisis cerebral
Lesión medular
Aetrogriposis múltiple
Osteogénesis imperfecta
Amputaciones, etc.

(Teletón,s/f)



Fuente: INRPAC

INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN PEDRO AGUIRRE CERDA (INRPAC)

Es el único centro asistencial estatal en Chile destinado a entregar atención integral a personas con discapacidad física menores de 25 años, gratuitamente. Además, desde 2007 atienden a adultos mayores amputados con programas específicos.

Las patologías más comunes son la parálisis cerebral, TEC, miopatías y malformaciones congénitas.

Cuenta con un sólo centro en Peñalolén, donde atienden a cerca de 5 mil personas al año. Hay atención ambulatoria y comunitaria y además tiene 39 camas, únicas en Chile, exclusivas para

hospitalización de rehabilitación.

Este centro tiene la particularidad de contar con programas complementarios a los convencionales como por ejemplo con terapias asistidas con animales y potencia el deporte y la actividad física como medio de rehabilitación.

En la institución se rehabilita a los pacientes desde la perspectiva de la asistencia social, fisioterapia, kinesiología, terapia ocupacional y psicología además de contar con complementos de la rehabilitación como reinserción laboral y deportes. (González, 2014)

Además, cuenta con un taller donde hacen prótesis y órtesis a medida para sus pacientes, sin

embargo es un taller de muy precarias condiciones. Los pasos a seguir para su fabricación son:

- Toma de un molde del muñón
- Confección del socket
- Armado de prótesis

INRPAC tiene como desafío actual ampliar su oferta a la rehabilitación de adultos y desarrollar más la investigación y formación de profesionales dedicados al tratamiento de discapacitados.

4.4.- AYUDAS TÉCNICAS: PRÓTESIS Y ÓRTESIS

“El término de ayudas técnicas, hace referencia a todo artículo, equipo o producto adquirido comercialmente, modificado o adaptado que se utilice para aumentar, mantener o mejorar las capacidades funcionales de las personas con discapacidad.” (Organización Mundial de la Salud, 2011, p.111)

Según la Teletón, las personas con menos capacidades necesitan elementos o implementos de apoyo, como ayudas técnicas para prevenir una progresión en la discapacidad, mejorar o recuperar la funcionalidad perdida y favorecer una vida con más independencia. Estas pueden ser las prótesis y/u órtesis (Teletón, s/f)

PRÓTESIS

Según la Teletón (s/f), son elementos externos al cuerpo que reemplazan completa o parcialmente la parte ausentada, son prescritas por los médicos considerando las características únicas de cada paciente: edad, sexo, factores anatómicos, psicosociales y ambientales.

Su objetivo es recuperar la función de la parte del cuerpo perdida, sustituyéndola por esta pieza artificial a medida.

Los protesistas son los que se encargan de la confección de las prótesis. Para esto, deben tomar las medidas y moldes de cada paciente, elegir las piezas y partes más adecuadas a él o ella y confeccionar y montar una pieza única para dar la apariencia más óptima. Estas piezas para las prótesis son importadas desde fábricas internacionales.



Fuente: Ottobock

ÓRTESIS

“Elementos externos, que se agregan al segmento del cuerpo que presenta una deficiencia funcional y son indicadas por los médicos como parte del tratamiento de rehabilitación.” (Teletón, s/f)

Su función es contribuir a superar las limitaciones del cuerpo, modificando las características estructurales y funcionales del sistema neuromuscular y esquelético. Pueden ser:

- Estabilizadoras: Mantienen la parte del cuerpo inmovilizada e impiden movimientos indeseados
- Funcionales: También llamadas dinámicas, ya que tienen un elemento elástico que permite el movimiento de un segmento de la parte paralizada
- Correctoras: Corrigen deformidades esqueléticas
- Protectoras: Alinean una parte del cuerpo que está lesionada. (Fernández, 2003)



Fuente: Cascadeorthotics

FACTORES EN LA ELECCIÓN DE UNA ÓRTESIS

Médicos

- Densidad ósea
- Capacidad cardiopulmonar
- Dolor
- Osificaciones paraarticulares
- Integridad articular
- Contracturas musculares
- Pies plantígrados
- Deformidades de tronco
- Deformidades de miembros inferiores
- Piel

Funcionales

- Edad
- Peso y altura
- Fuerza y resistencia
- Tono muscular y espasmos

Sociales

- Motivación
- Colaboración familiar y/o de cuidadores
- Barreras arquitectónicas
- Recursos económicos
- Temperatura ambiental
- Independencia e influencia sobre las actividades de la vida diaria
- Repercusión sobre la silla

(Arroyo, Martín, Alcaraz & Pascual, 1998)



Ayudas técnicas a bajo costo - Cetram

Abotonador

DESCRIPCIÓN: Consiste en un mango de madera, el cual tiene inserto un alambre que realiza la función de pinza, de modo de facilitar el abroche y desabroche de botones de las prendas de vestir.

Materiales

- Trozo de palo de escoba aprox. 10 cm.
- Alambre de 20 cm.
- Clavo
- Alicata
- Martillo

En la parte superior del palo de escoba realizar un orificio de 2 cm. de profundidad, utilizando un clavo.

Doblar el alambre con un alicata formando un ojal, por el cual pueda pasar un botón.

En los extremos restantes del alambre realizar un gancho para permitir un agarre seguro al palo de escoba.

Introducir el alambre en la perforación del palo de escoba. Puede aumentar la seguridad del agarre con una tachuela como muestra la foto.

Fuente: Manual de fabricación de ayudas técnicas y asistencias tecnológicas a bajo costo.

4.5.- SOLUCIONES Y ANTECEDENTES

La mayoría de las órtesis de bipedestación y desplazamiento tienen altos costos y son poco accesibles. Es por esto, que instituciones como el CETRAM han intentado incentivar la fabricación propia de órtesis para ahorrar los gastos y suplir las necesidades básicas de los discapacitados.

El Manual de fabricación de ayudas técnicas y asistencias tecnológicas a bajo costo (2013), representa una guía práctica para la fabricación de utensilios básicos del día a día.

Por otra parte, los mismos familiares se ven con la necesidad de abaratar al máximo los altos gastos que la discapacidad conlleva, improvisando ayudas técnicas con materiales de fácil acceso, fabricando sillas de ruedas, andadores, incluso caminadores con tecnologías low tech.

Pueden ser adaptaciones de otros productos como bicicletas u otras sillas, o también creaciones desde cero.



Fuente: Youtube

▼
Caminador Elio para personas con debilidad muscular



Fuente: Fetalhydrocephalus

▼
Andador hecho en base a madera y la reutilización de una silla de niños



Fuente: Kidzorg

▼
Andador fabricado con tubos de PVC para apoyar el andar de niños



Fuente: Recursobajocoste

▼
Bipedestador casero con apoyo lumbar, canaletas y una mesa.



Fuente: Makezine

▼
Adaptación de bicicleta para crear una silla de ruedas para un desplazamiento todo terreno



Fuente: Themethodcase

▼
Silla plástica común con partes de una silla de ruedas.



Fuente: Sonrisadelucía

▼
Adaptación de una bicicleta para que pueda ser utilizada por personas discapacitadas.

ANTECEDENTES DE MOVILIDAD



MULETAS



CANALETAS



BURRITO / ANDADOR



SILLA DE RUEDAS



BIPEDESTADOR



Fuente: Walk - Again

EXOESQUELETOS



Fuente: Ortoprotec



Fuente: Sunrise Medical



Fuente: M. Health Care



Fuente: Ortopedia Mi Más



Fuente: Home Care Mag



Fuente Cadth

BUSCAR EL PUNTO MEDIO ENTRE LO NECESARIO Y LO ÓPTIMO

Fuente: Ortopedia Más Vida

ÓRTESIS DE MARCHA	 <p>Muletas</p>	 <p>Canaletas</p>	 <p>Andador</p>	 <p>Silla de ruedas</p>	 <p>Bipedestador</p>	 <p>Silla de ruedas bipedestadora</p>	 <p>Exoesqueleto</p>
TIPOS	Manuales	Manuales	Manuales y eléctricos	Manuales y eléctricos	Manuales y eléctricos	Manuales y eléctricos	Eléctricos
PRECIO (AMAZON)	12.95 - 480 USD *Costo aproximado Amazon USA	305 - 1.670 USD Generalmente fabrican de forma "casera" *Costo aproximado Amazon USA	19.25 - 1.199 USD *Costo aproximado Amazon USA	25.90 - 3.597 USD *Costo aproximado Amazon USA	390 - 6.680 USD *Costo aproximado Amazon USA	3895 - 11985 USD *Costo aproximado Ebay USA	Desde 75.000 USD *Costo aproximado por DailyMail, UK
USO	Apoyo en la axila o brazos y manos para dar soporte a una o las dos piernas	Adheridas entre la pelvis y los pies, según el nivel de discapacidad. Otorga rigidez y estabilidad	Apoyo en las manos, entrega estabilidad y equilibrio al estar de pie y en marcha	Asiento personal, apoyo en zona posterior del cuerpo. Permite movilidad en sedestación	Apoyo posterior y en ciertos puntos que afirman el cuerpo. Permite verticalidad del cuerpo	Apoyo posterior y puntos claves. Permite movilidad en sedestación y bipedestación	Adherido desde el tronco hasta los pies. Permite movilización en bipedestación
AUTONOMÍA	Personas con fuerza para caminar pero necesita ayuda con el equilibrio y el agarre para apoyarse	Personas con menor fuerza en las piernas para caminar, falta de estabilidad en las piernas	Personas con menor fuerza en las piernas para caminar, falta de equilibrio y apoyo	Personas sin fuerza en las piernas para caminar	Personas sin fuerza en las piernas para caminar	Personas sin fuerza en las piernas para caminar	Personas sin fuerza en las piernas para caminar
GRADO DE LESIÓN	Incompleta, paraplejia (grado D y E)	Incompleta, paraplejia (grado C, D y E)	Incompleta, paraplejia (grado C, D y E)	Completa, paraplejia y tetraplejia (grado A, B, C, D y E)	Completa, paraplejia y tetraplejia (grado A, B, C, D y E)	Completa, paraplejia y tetraplejia (grado A, B, C, D y E)	Completa, paraplejia y tetraplejia (grado A, B, C, D y E)
COMENTARIOS	Adaptables a la altura de las personas.	Es la órtesis más fabricada en hospitales chilenos. Se hace en PVC termomoldeado	Pueden ser con o sin ruedas según el nivel de discapacidad. Más comunes en ancianos	Es la órtesis más utilizada en el mundo, permite el traslado sin mucho esfuerzo físico.	Se utiliza con bienes médicos, es necesario para la reeducación de la marcha.	Nuevas en el mercado, combinan la silla con la verticalidad	Muy tecnológicos y de lejano acceso al público por ser aparatoso, de altos costos y mantención.





Fuente: Mifisioterapia

5. BIPEDESTACIÓN Y DESPLAZAMIENTO

5. Bipedestación y desplazamiento

Autonomía personal

5.1.- AUTONOMÍA PERSONAL

Las personas con movilidad reducida o algún tipo de discapacidad viven diariamente con problemas de accesibilidad. Esto afecta su autonomía, ya que necesita la asistencia de terceros y/o ayudas técnicas para adaptarse al entorno en que viven y poder potenciar su funcionalidad y con ello, lograr ser más autónomos.

La autonomía “es la capacidad de controlar, afrontar y tomar, por propia iniciativa, decisiones personales acerca de cómo vivir de acuerdo a las normas y preferencias propias, así como desarrollar las actividades básicas de la vida diaria.” (Perpiñan, 2013, p. 2).

Va más allá de aprender a desarrollar las actividades diarias de forma correcta, si no que también tener la misma accesibilidad que las demás personas.

La importancia de la autonomía radica en que cómo afecta en la autoestima de la persona. Si una persona puede hacer las cosas sin ayuda, se siente más adaptado, libre y valioso.

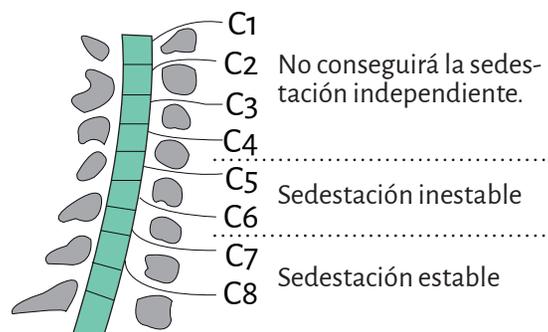
En este caso queremos abordar la autonomía desde el desplazamiento. En discapacitados, la más común es en sedestación, sin embargo se están abriendo puertas a la bipedestación y la marcha.

5.2.- DESARROLLO EN SEDESTACIÓN

La sedestación es la posición de estar sentado, es decir, la posición corporal en la cual la cara posterior de los muslos y pies soportan el peso del cuerpo. Las personas con todas sus capacidades se sientan para descansar, en cambio, los parapléjicos lo hacen por necesidad. Por esto mismo cobra tanta importancia la silla de ruedas, ya que es la forma de traslado más fácil, típica y económica del mercado. (Barbero et al, 2004)

Por una parte, la sedestación tiene como ventaja la comodidad de uso y simplificación de la movilización, pero no se debe abusar de esta posición ya que trae problemas a nivel del cuerpo como en lo digestivo y la circulación de la sangre. Sobre todo en parapléjicos que no sienten sus piernas, lograr una buena posición de sedestación no es una tarea fácil.

Es muy importante la higiene postural, ya que “una posición inadecuada le perjudica la espalda, caderas y tobillos, porque le puede producir rigidez y deformidad y se le pueden producir contracturas y dolor en la zona cervical y dorsal” (Hospital Nacional de Paraplégicos, s/f, p.18). Las más comunes son las apariciones de llagas y escaras, además de las desviaciones de la columna o escoliosis, que finalmente complejizan e interfieren la rehabilitación.



“Es recomendable hacer ejercicios de bipedestación si uno se moviliza todo el día en silla de ruedas, sobre todo por los problemas de la espalda como la escoliosis”

(Cristian Gonzalez, comunicación personal, 24 Noviembre de 2015)



Fuente: Elaboración propia

5.3.- DESARROLLO EN POSICIÓN BÍPEDA

“Nuestro cuerpo está hecho para mantenerse en una posición erecta. Los huesos, la respiración, la circulación, el control de la musculatura, todo se ve beneficiado por lo que la bipedestación es necesaria y lo más recomendado para el funcionamiento”.
(Rifton, s/f)

La bipedestación es la posición de estar erguido y en dos pies, es la posición natural del hombre, por lo tanto, para los discapacitados motores, es importante intentar ponerse de pie todos los días, bien entre barras paralelas con ayuda de ortesis o bien con dispositivos de bipedestación.

Si por el nivel de la lesión se dispone de una ortesis de bipedestación, es recomendada usarla diariamente por aproximadamente 30 minutos al día. Si la persona puede desplazarse con ella, se recomienda usar este tipo de marcha en los trayectos que sea posible. “Estos ejercicios mejoran la función cardiocirculatoria, respiratoria, renal, evitan la pérdida de sales minerales en los huesos previniendo las fracturas. También eliminan el riesgo de contracturas de las partes blandas, de

deformidades y limitaciones articulares repercutiendo en disminución de la espasticidad” (Delgado et al, 2001, p.144).

Además, no existe la pasividad al ponerse de pie, ya sea de forma voluntaria o asistida, ya que todo el sistema músculo esquelético está reaccionando a la posición, algunos músculos se contraen, otros se estiran, los órganos internos se acomodan, la circulación de la sangre se activa, el drenaje linfático aparece, etc. Todo funciona por el conjunto de energías que actúan en nosotros por la fuerza de gravedad.

BENEFICIOS DE LA BIPEDESTACIÓN SEGÚN REHAB (S/F)

Facilita la **RESPIRACIÓN**

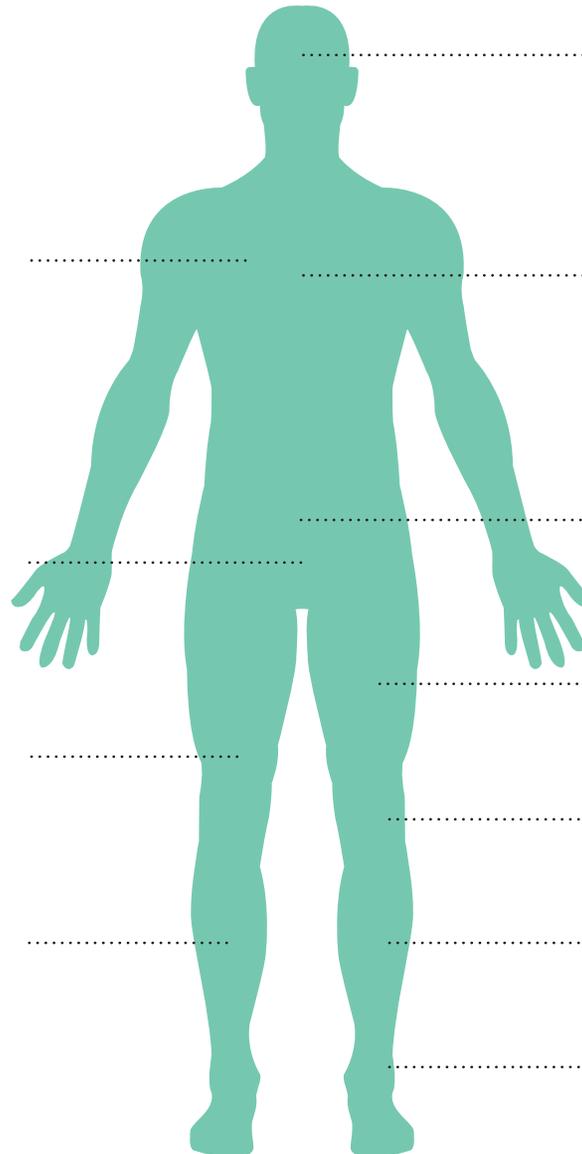
- Reduce infecciones en las vías respiratorias
- Aumenta el consumo de oxígeno

Normaliza la **FUNCIÓN INTESTINAL**

- Aumenta la actividad gastrointestinal
- Reduce el riesgo de constipación

Ayuda a prevenir el acortamiento de **PARTES BLANDAS**

- Posibilita **DESCARGAR PESO** en los miembros inferiores
- Disminuye la **ESPASTICIDAD**
- Favorece el **DESARROLLO ÓSEO**



Mejora la **AUTOESTIMA**, favorece relación con el entorno.

Ayuda a la **RESISTENCIA CARDIOVASCULAR**

Mejora el **DRENAJE URINARIO**
- Previene o reduce las infecciones urinarias

Reduce el riesgo de **ÚLCERAS** y ruptura de la piel por cambio de posiciones

Promueve el **DESARROLLO MÚSCULO - ESQUELÉTICO** adecuado

Aumenta la **CIRCULACIÓN**
- Reduce los riesgos de hipotensión ortoestática

Proporciona una **CORRECTA ALINEACIÓN** anatómica del cuerpo y piernas.

TIEMPO DE BIPEDESTACIÓN

El tiempo a bipedestar depende de la lesión, y su nivel, además de los factores de cada paciente, por lo que debe ser determinado por el rehabilitador.

En un principio, se puede realizar la bipedestación con planos inclinados para prevenir la hipotensión ortostática y como media, se debe realizar 5 veces por semana. Comenzando con sesiones de entre 5 y 10 minutos y gradualmente ir aumentando. Es muy importante no forzar el cuerpo, ya que puede tener consecuencias negativas para el tratamiento.

Tiempos aproximados:

- 30 minutos por sesión: Para notar una reducción de la espasticidad
- 45 minutos por sesión: Mejora de la movilidad de las extremidades inferiores
- 60 minutos por sesión: Mejora de la estabilidad de las caderas y evitar la pérdida de masa ósea

No deben bipedestar las personas con:

- Baja densidad ósea o riesgo de fracturas
- Enfermedades del corazón o circulatorias
- Limitaciones muy graves de la movilidad o contracturas severas. (S/n, 2015)

RELACIÓN NIVEL DE LESIÓN Y ORTESIS SEGÚN ARROYO ET AL. (1998)

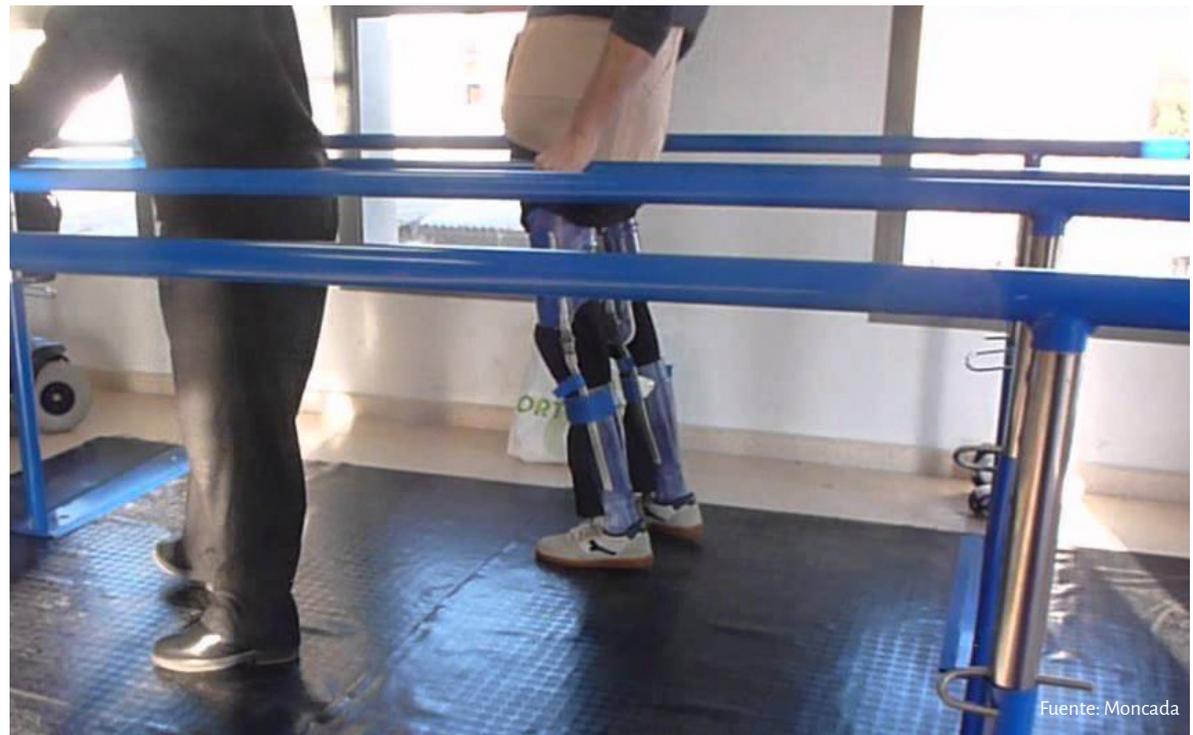
Nivel de lesión	Tipo de órtesis	Funcionalidad
Cervicales C1 - C8	Plano bipedestador	Bipedestación
Torácicos altos T1 - T5	Plano bipedestador Cadera-Rodilla-Tobillo-Pie	Bipedestación Marcha interiores o bipedestación
Torácicos medios T6 - T9	Cadera - Rodilla - Tobillo - Pie Rodilla - Tobillo - Pie	Marcha de interiores
Torácicos bajos T10 - T12	Rodilla - Tobillo - Pie	Marcha de interiores
Lumbares altos L1 - L2	Rodilla - Tobillo - Pie	Marcha de interiores/exteriores
Lumbares medios L3	Tobillo - Pie	Marcha de exteriores
Lumbares bajos L4 - L5	Pie y Plantillas	Marcha de exteriores

5.4.- MARCHA

El Dr. Pedro Vera Luna en su libro Biomecánica de la marcha humana normal y patológica, describe la locomoción humana normal como “una serie de movimientos alternantes, rítmicos, de las extremidades y del tronco que determinan un desplazamiento hacia delante del centro de gravedad” (citado en Hernández, 2008, p. 37)

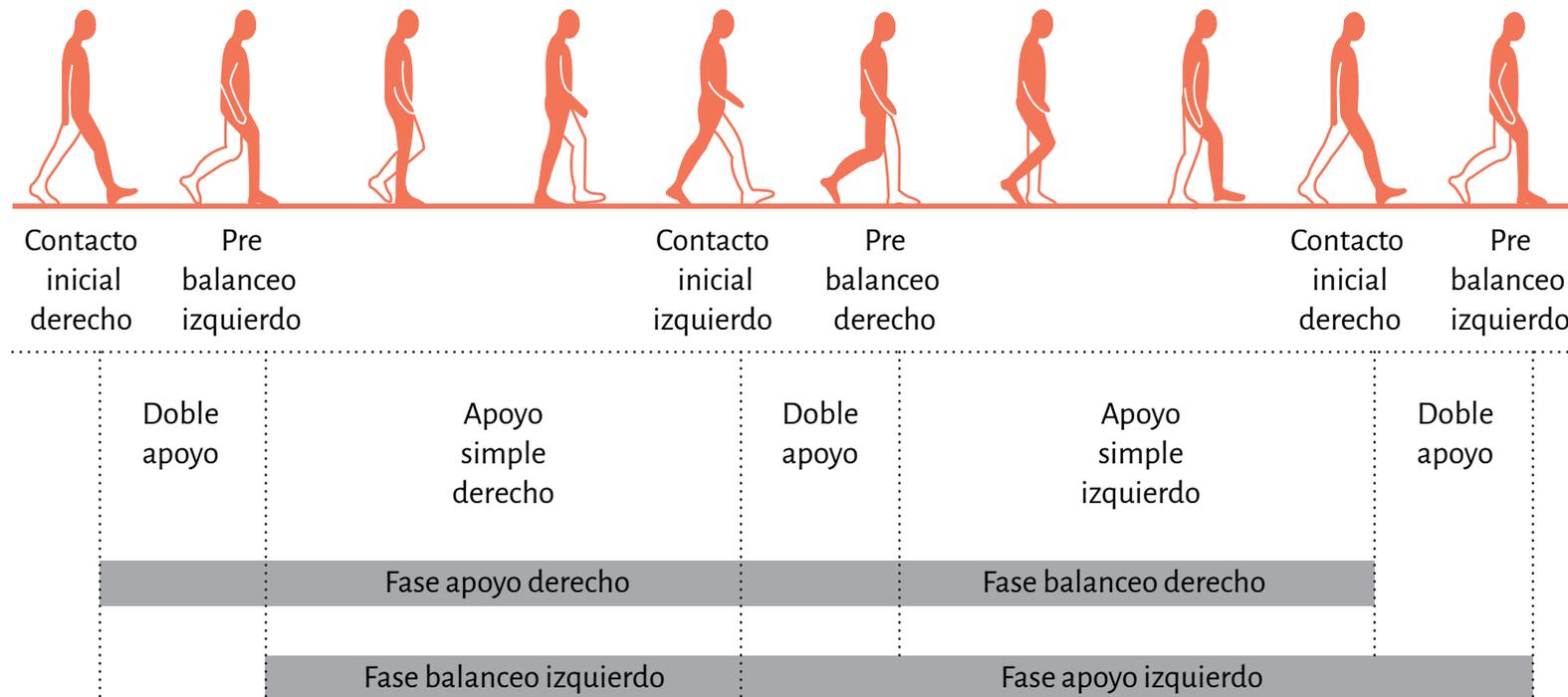
Según el Dr. Inman, en la locomoción vista desde la mecánica, el peso del cuerpo se desplaza hacia adelante en cada paso, y desde la biología, caminar implica la función y estructura de los huesos, músculos, nervios y articulaciones, además del cerebro y médula espinal que se encargan de la coordinación y precisión. (Hospitales Nisa, 2014)

En todos los lesionados medulares se producen trastornos de la marcha, dependiendo de la lesión puede interferirla o incluso imposibilitarla.



Fuente: Moncada

CICLO DE MARCHA SEGÚN SIDDARTH & GIRISH (S/F)



CICLO DE MARCHA

Comienza cuando un pie hace contacto con el suelo y termina cuando el mismo pie vuelve a hacer contacto.

Fases del ciclo:

- Fase de apoyo: Cuando el pie o los pies están en contacto con el suelo. Apoyo sencillo: Un pie, apoyo doble, ambos pies.

- Fase de balanceo: Cuando el pie no contacta el suelo.

Parámetros de la marcha

- Largo de paso: Distancia entre los talones de cada pie cuando están en contacto al suelo.

- Zancada o largo de ciclo: Distancia entre el contacto inicial de un pie hasta el próximo contacto inicial del mismo pie.

- Velocidad: Es la velocidad promedio que se mueve el cuerpo, en una superficie plana medido en una o más zancadas.

- Cadencia: Número de pasos en una unidad de tiempo (generalmente un minuto). Los valores de una persona sana oscilan entre los 105 y 117 pasos por minuto. Para las personas con discapacidad que están recuperando su marcha, se aproxima que es entre el 5 y el 15% de la velocidad de una persona sana. (Arcos, 2013)

MARCHA EN DISCAPACITADOS

Las personas con lesiones de la médula incompleta tienen mayor potencial de recuperar la capacidad de caminar que las con lesión completa, pero en ambas terapias se utiliza la rehabilitación de marcha dentro del plan.

Esta rehabilitación de la marcha consiste en practicar la deambulacion con algún tipo de apoyo, con dispositivos de asistencia u órtesis que sean necesarias. Sin embargo, cada paciente progresa de manera distinta, sobretodo dependiendo de su nivel de lesión. Algunas pueden volver a caminar en meses, otros tardan años o solamente lo hacen como una forma de ejercicio.

Aproximadamente el 50% de las personas que tienen una lesión en la médula espinal caminan” (Harvey, 2010, p. 107), puede ser como un fin de movilidad o con fines terapéuticos. Sin embargo, es indispensable que tengan suficiente fuerza en las extremidades superiores y un soporte ortésico importante.

Un hecho contradictorio es la autonomía que entregan las órtesis de marcha, ya que impide que se utilicen las manos en otras actividades ya que

se están utilizando como soporte del cuerpo.

Hay que afirmar que la marcha en gente parapléjica es un proceso lento y tiene un alto coste energético. (Harvey, 2010).

Requisitos para la reeducación de la marcha:

- Buen equilibrio en bipedestación
- Buena flexibilidad y elasticidad de tronco
- Que no tenga limitaciones articulares
- Buen entrenamiento de la musculatura supralesional
- Circulación sanguínea estable
- Que no tenga úlceras por presión
- No lesiones aparato locomotor
- Buen nivel de lesión
- Buena predisposición del paciente

(Álvarez & Salinero, s/f, p. 20).



Fuente: Spinalmedia

BENEFICIOS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA EN PARAPLÉJICOS

Físicos y fisiológicos

- Fortalecer el corazón, pulmones y mejorar la circulación y función renal
- Prevenir ataques al corazón y derrames cerebrales.
- Reducir la obesidad y la presión sanguínea.
- Elevar su tasa metabólica.
- Alterar favorablemente su colesterol.
- Mejorar el tono muscular del cuerpo y la fuerza en general.
- Mejorar el control de movimientos
- Mejorar la resistencia a la fatiga
- Reducir el dolor artrítico; detener el deterioro del tejido de los huesos.

- Mejorar el soporte esquelético, evitando complicaciones como la descalcificación
- Incrementa la capacidad de desplazamiento

Psicológicos, emocionales y cognitivos:

- Desarrollo del ajuste emocional y la autoestima.
- Entretener y producir placer.
- Contribución a la autonomía, sociabilización y pertenencia de un grupo.
- Reducir la ansiedad y depresión
- Reducir el estrés y la tensión.

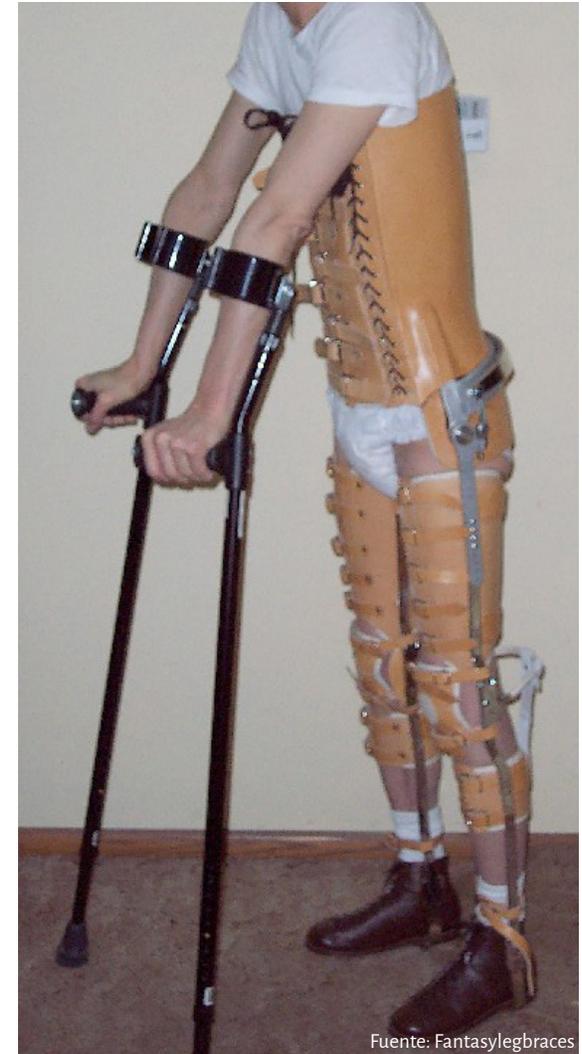
(Viñals, 2008)

5.5.- ÓRTESIS ACTIVAS DE MARCHA

Las órtesis activas son todas las ayudas técnicas que aportan y facilitan el movimiento de la marcha en pacientes discapacitados.

La primera órtesis activa controlable para la marcha se desarrolló en 1942 y consistió en un dispositivo con acción hidráulica que asistía el movimiento de caderas y rodillas, desde ahí ha habido un constante desarrollo para facilitar la marcha en personas con dificultades.

Hoy en día, la mayoría de los sistemas de órtesis utilizan patrones predefinidos de movimientos de articulaciones, con técnicas basadas en la actividad eléctrica muscular para integrar el sistema músculo esquelético humano con la órtesis. (Alonso, Arroyo, Font-Llagunes & Vinagre, 2010).



Fuente: Fantasylegbraces



Fuente: Digitaltrends

EXOESQUELETOS

La última innovación en este ámbito son sistemas móviles de rehabilitación para el entrenamiento de la marcha. Los exoesqueletos “son robots acoplados a las extremidades del cuerpo humano enfocados en el incremento de su fuerza, velocidad y rendimiento principalmente” (Aguilar, 2014, p. 304).

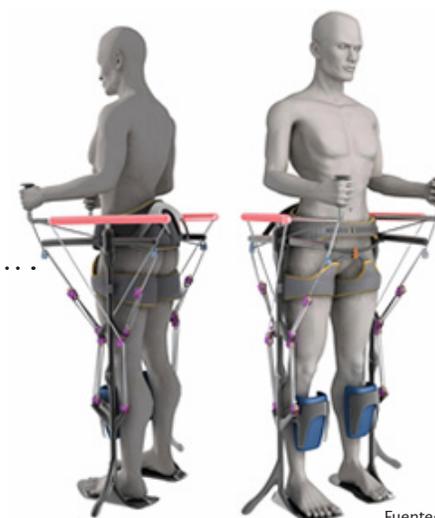
Sin embargo, funcionan a través de servomotores, sensores, potenciómetros y otras piezas de alta tecnología, por lo que son productos poco accesibles y de altos costos. Por ejemplo ReWalk, cuesta aproximadamente 85.000 dólares.

Por lo tanto es necesario innovar con órtesis acti-

vas accesibles para cualquier persona, “mejorando los costos de estos dispositivos, disminuyendo el tamaño de los prototipos para mejorar la apariencia del exoesqueleto y comodidad de quienes los utilizan” (Aguilar, 2014, p. 313).

El principal beneficio de los exoesqueletos es la activación muscular y esquelética que se produce específicamente en el tren inferior del cuerpo.

En Chile, Álvaro Hurtado patentó “Lázaro”, un armazón con un sistema de poleas, palancas y apoyos que entregaría la posibilidad de caminar a personas parapléjicas sin la necesidad de un motor. Sin embargo, por ahora son sólo dibujos y modelados.



Fuente: Thisischile

ÓRTESIS DE DESPLAZAMIENTO VARIANTES A LA MARCHA

Los exoesqueletos son muy complejos, tanto en su fabricación y accesibilidad por lo que se han buscado otras alternativas que logren el mismo objetivo: Traslado en bipedestación.

Los bipedestadores móviles son un reflejo de esta necesidad, pueden ser controlados eléctricamente o también de forma manual. Sin embargo, al igual que todas las personas, los discapacitados no deben abusar de ciertas posiciones, por lo que lo más recomendado sería pasar de la sedestación a la bipedestación y viceversa.

Es ahí donde se evoluciona a las sillas bipedestadoras, donde la persona utiliza sus brazos para mover la silla.



Fuente: Countriespermobil

▼
Silla y bipedestador manual.
USD \$4,350



Fuente: Ciapat

▼
Silla y bipedestador electrónica.
USD \$6,850



Fuente: Medicaexpo

▼
Bipedestador eléctrico, impulso desde la silla. USD \$999.86

GET UP

Es una silla de ruedas para parapléjicos que permite ponerse de pie sin esfuerzo alguno y moverse. Innovación chilena hasta cuatro veces más baratas que otros antecedentes extranjeros.

Fue creada por los kinesiólogos y ex voluntarios de la Teletón, Juan Pablo Rodríguez y Francisco Espinoza ante la necesidad de accesibilizar este tipo de órtesis a los chilenos.

Existen seis modelos según niños o adultos y control de tronco alto o bajo. Son hechas a pedido y demoran aproximadamente una semana en su construcción. (Andrade, 2015)

“25 kilos: Si bien no es tan liviana como las sillas de ruedas comunes, es la mas liviana del mercado. **El peso esta dado principalmente por el motor y la batería** que son el 50% del peso de esta silla.”

“La silla tiene ruedas desmontables y el respaldo es abatible **para que pueda ser transportada** en un auto”.

(Rodríguez, comunicación personal, 4 Julio de 2016)



BENEFICIOS

FABRICACIÓN EN CHILE

Facilita el acceso

SOPORTE DE 100 KG

VENTAJAS FISIOLÓGICAS

- Previene escaras, fracturas, osteoporosis, problemas digestivos, respiratorios y cardíacos.
- Fortalece huesos, articulaciones y músculos

VENTAJAS PSICOLÓGICAS

- Mejorías en el estado de ánimo y autoestima.

CONTRAS

PRECIO

Entre **\$1.050.000 a \$1.300.000**

MOTORIZADA

Funciona a través de un sistema mecánico y un motor que activa un pistón es capaz de mover y levantar a la persona. Con control remoto

POCA DURACIÓN DE BATERÍA

Usa baterías de litio, que otorgan una autonomía de cerca de una semana, dependiendo del uso.

APARATOSA

Difícil traslado, no es plegable.

Peso: 25 kg.

Medidas tradicional baja: Alto 100 cm, largo 100 cm y ancho 64 cm. Distendida alcanza 140 cm de alto

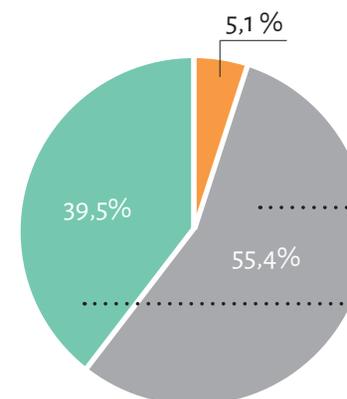


5.6.- OPORTUNIDAD Y DESAFÍO

DISCAPACIDAD SEGÚN CONDICIÓN SOCIOECONÓMICA

CONDICIÓN SOCIOECONÓMICA		SUELDO PROMEDIO (Emol, 2016)	NÚMERO DE DISCAPACITADOS
ALTA Y MEDIA ALTA	AB	\$ 4.386.000	105.078
	C1A	\$ 2.070.000	
	C1B	\$ 1.374.000	
MEDIA	C2	\$ 810.000	1.145.836
	C3	\$ 503.000	
BAJA	D	\$ 307.000	817.158
	E	\$ 158.000	

Fondo Nacional de Discapacidad (2004)



La discapacidad en Chile se concentra en las clases media y baja, con un promedio de sueldo mensual entre los \$ 158.000 y los \$ 810.000.

Por otra parte, **el sueldo mínimo de Chile hasta la fecha (Julio 2016) es de \$257.500.**

Por lo tanto, adquirir una órtesis de bipedestación resulta irreal, casi **imposible**.

ÓRTESIS DE MARCHA
MÁS ACCESIBLE EN CHILE



GET UP

\$1.050.000 - \$1.300.000

DESAFÍO:

REDUCIR RADICALMENTE LOS COSTOS DE LAS ÓRTESIS DE DESPLAZAMIENTO BIPEDESTAL

HACER UN DISPOSITIVO MÁS ACCESIBLE A LA REALIDAD CHILENA





Fuente: Elaboración propia

6. FORMULACIÓN DEL PROYECTO

6. Formulación del proyecto

6.1 OPORTUNIDAD

ÓRTESIS MÁS RELEVANTES



Silla de Ruedas



Bipedestador



Exoesqueleto

PUNTOS A MEJORAR

- Posibles lesiones de la piel por abuso de posición
- Compleja maniobra
- Deformación de la estructura

- Autonomía en su utilización
- Altos costos

- Muy aparatoso
- Apariencia extraña
- Altos costos

PUNTOS A MANTENER

- Posición cómoda y de descanso
- Manual, sin motores
- Plegabilidad
- Brazos activos
- Costos más accesibles

- Posición óptima médica y psicológicamente

- Movilidad de las extremidades inferiores para la estimulación esquelética y muscular

6.2 BRIEF

DISEÑO DE UNA ÓRTESIS MECÁNICA QUE PERMITA EL TRASLADO EN SEDESTACIÓN Y BIPEDESTACIÓN DE PERSONAS CON LESIONES TRANSITORIAS O PERMANENTE, POR MEDIO DEL ESFUERZO FÍSICO DEL TREN SUPERIOR DEL CUERPO, LOGRANDO LA ESTIMULACIÓN DEL CUERPO.

REQUERIMIENTOS FÍSICOS

- Resistir el peso dinámico de una persona en movimiento.
- Adaptar altura del dispositivo para morfologías.
- Reducir complejidad del mecanismo de activación.
- Aliviar al máximo el peso y el tamaño de la estructura de soporte
- Transmitir calidad y confiabilidad en el producto.
- Lograr una relación de autonomía con el usuario: Que pueda usarlo sólo, sin necesidad un tercero.
- Abaratar los costos de producción en comparación con los otros dispositivos.

REQUERIMIENTOS DE DESPLAZAMIENTO

- Estabilizar el movimiento
- Lograr un desplazamiento eficaz y natural
- Poder desplazarse sentado o de pie
- Hacer del desplazamiento un acto voluntario
- Lograr maniobrar la silla verticalmente

REQUERIMIENTOS MÉDICOS

- Resistir y alinear el peso dinámico del tronco y cuerpo en movimiento
- Estimular y fortalecer la musculatura del cuerpo, en especial del tronco y extremidades inferiores.
- No interferir en los procesos de eliminación de esfínter y sondeo.
- Esforzar la musculatura involucrada a menos del 80% del máximo.
- Imitar la biomecánica natural de las piernas para hacer la estructura.
- Reducir la posibilidad de lesiones por sobrecarga de los brazos
- Utilizar materiales y presión adecuada para evitar úlceras y erosiones en la piel.
- Lograr estabilizar el cuerpo en posición bípeda

6.3 ABSTRACT

QUÉ

Silla de ruedas bipedestadora de baja complejidad estructural y económica (low-tech) que permite el desplazamiento y estimulación muscular completo (enfoque en las piernas) de personas con lesiones transitorias o paraplejas.

POR QUÉ

El ambiente y equipamiento público está diseñado para vivir de pie, por lo que la incapacidad de moverse en bipedestación resulta una barrera diaria para los parapléjicos. Por otra parte, la activación de las piernas en personas con baja movilidad es indispensable fisiológicamente (esquelético, muscular y sanguíneo).

PARA QUÉ

Entregar más autonomía y accesibilidad a personas parapléjicas para facilitar sus actividades diarias y prevenir discapacidades secundarias asociadas.

OBJETIVO GENERAL

Aportar en terapias de rehabilitación y estimulación esquelética muscular y en la independencia de personas con discapacidad física.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.- Lograr la movilización bipedestal autónoma en parapléjicos activos por medio del tren superior.
- 2.- Fortalecer musculatura del cuerpo y aportar a su activación para evitar lesiones y erosiones de la piel. (ventajas físicas)
- 3.- Contribuir al aumento de la autoestima de los parapléjicos (ventajas psicológicas)
- 4.- Abaratar significativamente los costos de las órtesis estimuladoras de la marcha. (menos de \$300.000)

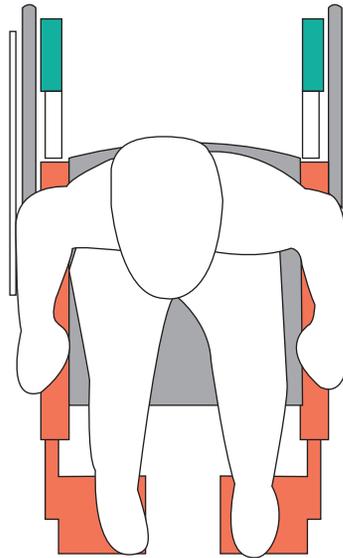
6.4 HIPÓTESIS DE TRABAJO

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo utilizar el esfuerzo muscular del tren superior de una persona imposibilitada de caminar, para hacer una órtesis mecánica y permitir la bipedestación y marcha?

METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para llevar a cabo el proyecto se trabajará en tres aristas paralelamente. Por una parte el lado empático, relacionado con los usuarios, el de los expertos y la medicina para obtener el marco teórico y el experimental para hacer las pruebas conceptuales y prototipos.



EMPÁTICO

- Usuarios: Por medio de entrevistas y observaciones conocer al usuario, su proceso de rehabilitación, sus movimientos típicos, sus dolores, problemas, niveles de autonomía y como se desenvuelven con el entorno.

EXPERTOS

- Médicos y rehabilitadores: Entrevistas con terapeutas, kinesiólogos y fisiatras para saber de la discapacidad y la biomecánica de la marcha, además de los requerimientos y problemáticas de las ayudas técnicas.
- Estado del arte: Analizar las soluciones y antecedentes, identificar los pro y contra. Además estudiar los productos que se han estado haciendo últimamente y los referentes que podrían servir para el proyecto.

MECÁNICO

- Experimentación: Analizar los mecanismos ya existentes, ver los conceptos básicos de estructura, las propiedades físicas, los posibles materiales y hacer prototipos y pruebas de concepto.





Fuente: Elaboración propia

7. DESARROLLO DEL PROYECTO

7. Desarrollo del proyecto

7.1.- USUARIOS

Hombres y mujeres entre 18 y 45 años con alguna discapacidad motora en sus extremidades inferiores, ya sea momentánea o permanente como es el caso de los parapléjicos de lesión medular con nivel T1 hacia abajo.

Son personas que acostumbran a moverse en silla de ruedas. Se consideran activos y entrenan frecuentemente, en especial la musculatura de brazos y tronco, ya que la inferior está imposibilitada.

Están interesados en lograr la máxima habilidad posible dependiendo su nivel de discapacidad .

usuarios de silla de ruedas
63.613 personas

136.011 personas con lesiones medulares

* Estimación basada en el total de personas que utilizan silla de ruedas en Chile según el Primer estudio nacional de discapacidad del 2004 y la estimación total de la población del 2016.



DIEGO SEGUEL

- 30 años
- Diseñador y esquiador paralímpico
- Parapléjico hace 13 años por accidente practicando snowboard.



RAÚL VICENT

- 23 años
- Estudiante de arquitectura
- Parapléjico hace 4 años
- Lesión completa nivel T9
Infarto medular surfeando



CRISTIAN GONZÁLEZ

- 35 años
- Ingeniero civil químico y deportista tenis de mesa paralímpico
- Parapléjico hace 16 años
- Lesión completa nivel T8-T9 en accidente automovilístico



TAMARA MONSALVE

- 19 años
- Campeona nacional de tenis de mesa paralímpico
- Tiene espina bífida desde el nacimiento



SEBASTIÁN HURTADO

- 33 años
- Historiador
- Parapléjico hace 16 años
- Lesión incompleta nivel L1 en accidente de caída en altura

“La población adulta discapacitada es la que tiene menos acceso a la prestación de salud, están desprovistos, son personas que funcionalmente son activas tanto laboralmente como familiarmente, tienen niños que educar y deben producir.”

(Medina, comunicación personal, 28 Septiembre de 2015)

“Me muevo en silla de ruedas siempre porque es lo mas rápido, cómodo y me da mayor independencia”

(Vicent, comunicación personal, 20 Noviembre de 2015)

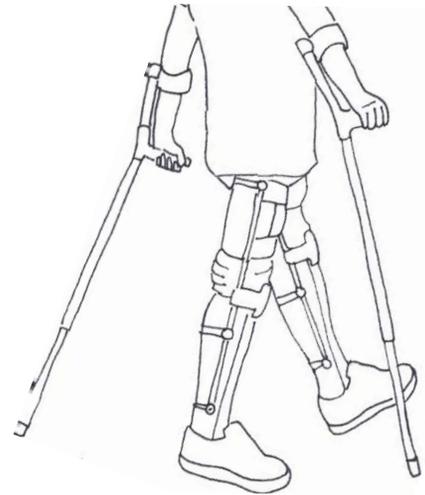
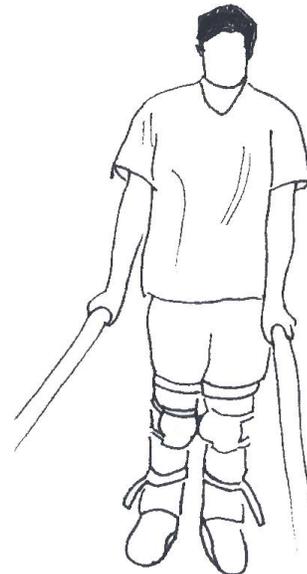
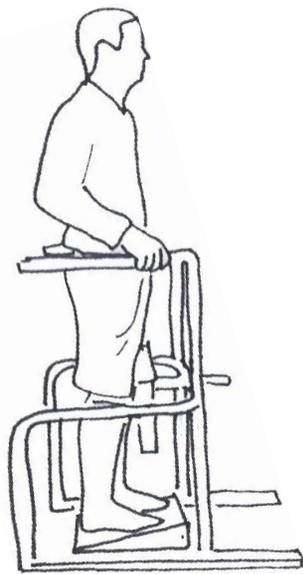
“Con mis brazos, puedo hacerlo que quiera, el problema es la parte baja de la espalda y el abdomen”

“Lo más fome de las ayudas técnicas es que son muy caras. Son muy tecnológicas, por lo tanto, inaccesibles para la mayoría”

(González, comunicación personal, 24 Noviembre de 2015)

“El camino para volver a bipedestar y marchar es difícil y de mucho esfuerzo, pero no queda otra, si quieres volver a ser independiente, tienes que dejar de pensar tanto y esforzarte al máximo para recuperarte lo más posible”

(Hurtado, comunicación personal, 24 Noviembre de 2015)

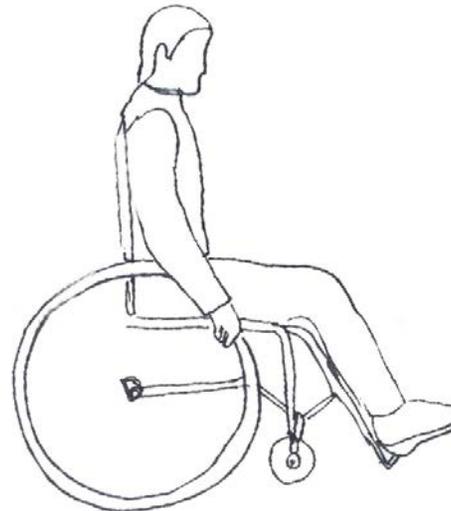


ORTESIS MÁS UTILIZADAS POR EL USUARIO

Las órtesis más utilizadas en los hospitales y lugares de rehabilitación son:

- Silla de ruedas
- Camillas bipedestadoras
- Burritos o andadores, a veces con una pendiente para trabajar más la musculatura
- Barras paralelas
- Canaletas
- Muletas
- Espalderas.

Son las órtesis más efectivas dentro del alcance de costo y accesibilidad que tienen los hospitales en Chile



ÓRTESIS MÁS UTILIZADA: SILLA DE RUEDAS

MANILLA DE PROPULSIÓN

PROTECTOR LATERAL

Plástico, evita que la ropa se enganche a la rueda

ARO DE EMPUJE

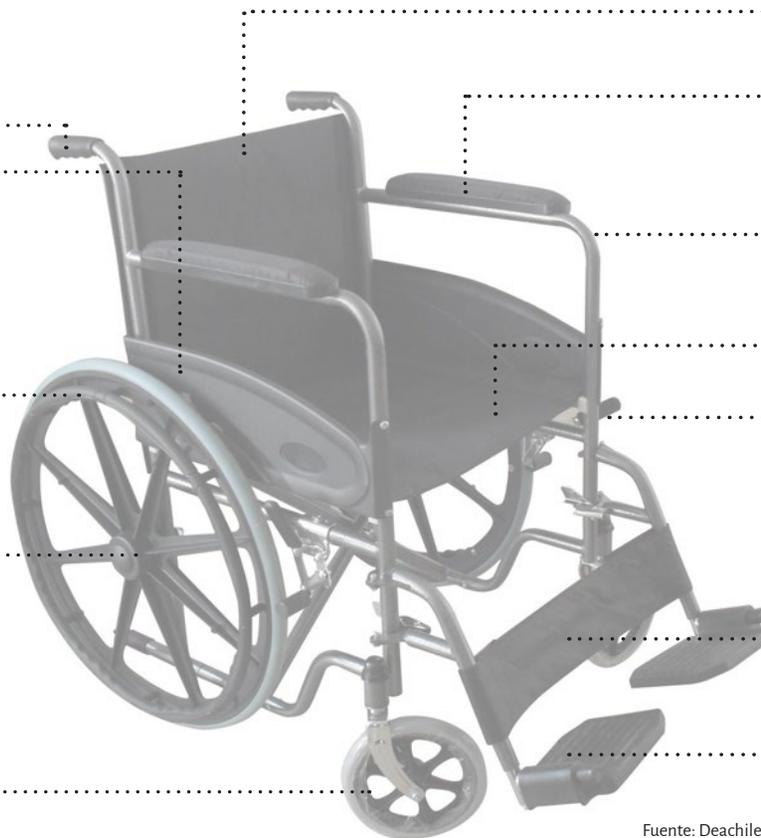
Pueden ser de acero, aluminio o titanio. Además existen con proyecciones para facilitar el agarre.

RUEDA TRASERA

Pueden ser entre 20" y 26". La más común es de 24". La cubierta es maciza, de inserto sólido o neumática.

RUEDA DELANTERA

Pueden ser desde los 75 mm hasta 200 mm de diámetro



RESPALDO

Rígido o flexible

APOYABRAZOS

Fijos, desmontables, abatibles, y/o ajustables

ESTRUCTURA

Puede ser de acero, aluminio, titanio y carbono

ASIENTO

Rígido o flexible

FRENO

De zapata, tijera o de mano, pueden ser con alargador o de tambor (accionado por el acompañante)

APOYAPIERNAS

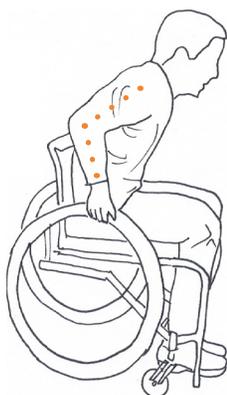
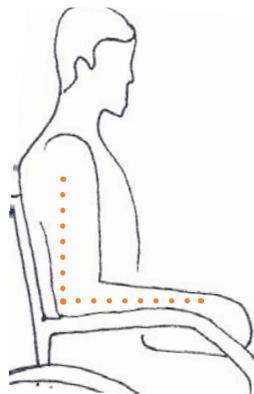
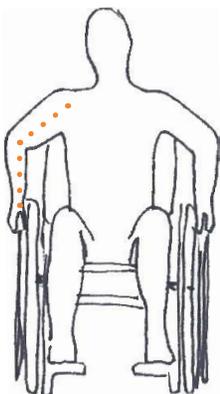
Desmontables de tela

APOYAPIÉS

Fijos o desmontables

Fuente: Deachile

MOVIMIENTOS COMUNES



La posición recomendada es la con apoyo completo de espalda en el respaldo y los muslos en el asiento. Los brazos deben estar en 90 grados y haciendo movimientos controlados.

En los parapléjicos es común presentar dolores o lesiones en los hombros y especialmente en las

muñecas debido a la sobrecarga de actividad en esas zonas.

Ante desniveles o irregularidades en el piso utilizan los mobiliarios públicos como los postes o barandas como apoyo extra, además a la necesidad de avanzar en pendientes o superficies

más complejas deben hacer más fuerza con sus brazos y con mayor rapidez, por lo que encorvan la espalda.

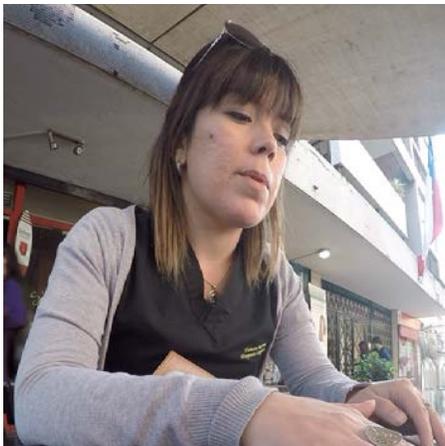
En el caso de los peldaños, levantan la parte delantera de la silla haciendo un “caballito”.

7.2.- APOYO DE EXPERTOS



MARCO KOKALY

- Kinesiólogo y preparador físico de selección chilena de tenis de mesa paraolímpico.
- Educador físico y profesor universitario.



TAMARA MEDINA

- Terapeuta ocupacional en Instituto Nacional de Geriátría.
- Trabajó en la evaluación y prescripción de ayudas técnicas en conjunto con un grupo multidisciplinar.



TATIANA DONOSO

- Terapeuta ocupacional y profesora universitaria
- Jefa equipo terapeutas ocupacionales HCUCH.
- Se especializa en rehabilitación neurológica y traumatológica, órtesis, lesiones de mano y cicatrices.



JORGE ESPINOZA

- Terapeuta ocupacional
- Coordinador del Programa de Tecnologías Inclusivas y Comunicación Aumentativa Alternativa del Instituto de Rehabilitación Infantil Pedro Aguirre Cerda.



MAIRENE ALEGRIA

- Kinesióloga Clínica Universidad Los Andes
- Colabora en el área músculo esquelético de rehabilitación

“La altura de la lesión es clave en el control de tronco, mientras más alta, menos control hay. De todas formas en las lesiones más baja hay que desarrollarlo para lograr el control.”

“Partiendo de una lesión desde T1 hacia arriba, la órtesis debe tener fijación en el tronco, pelvis, rodilla y pies”.

“Los dispositivos de ayuda son muy caros, siempre hay problemas de accesibilidad sobre todo por los costos. Las canaletas son más fáciles ya que las fabrican en el hospital mismo con PVC”

(Donoso, comunicación personal,
23 Noviembre de 2015)

“Toda ayuda técnica es buena, mientras sea usada y educada de la forma correcta”.

“En Chile hay muy poca accesibilidad, por lo que es muy importante fijarse en los costos”.

(Medina, comunicación personal,
23 Noviembre de 2015)

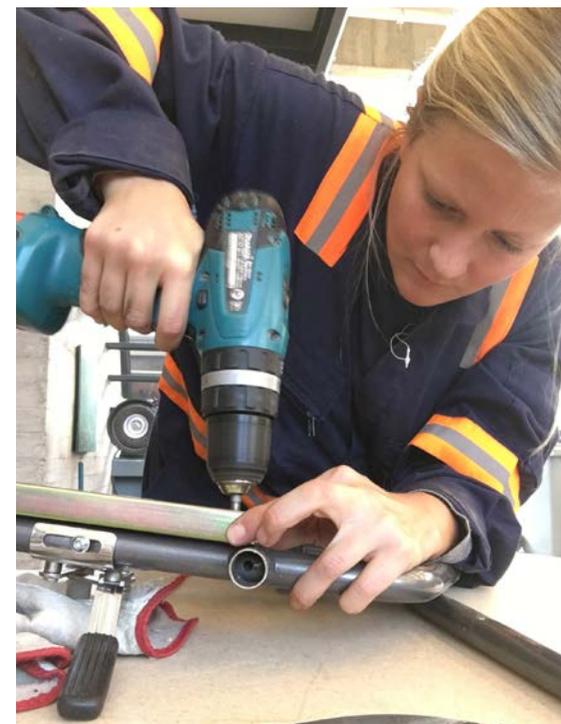
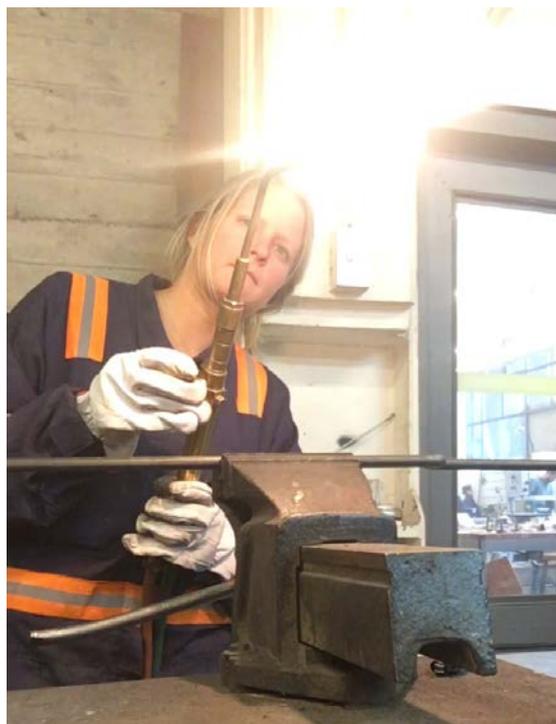


7.3.- PROCESO DE DISEÑO Y PROTOTIPADO

El diseño y prototipado fue un proceso empírico, un trabajo de ensayo y error realizado por la alumna en el taller de herramientas de la misma Universidad Católica.

Al ser un diseño complejo con muchas variantes, se tomó la decisión de fabricarla directamente, para poder entender mejor los materiales, piezas y mecanismos a utilizar. Además para poder solucionar cada problema que fuese surgiendo con mayor rapidez.

El proceso de fabricación duró más de 2 meses de trabajo manual y se utilizó principalmente herramientas para trabajar en hierro, como sierras eléctricas, galletas o esmeriles angulares, máquinas de soldadura al arco, soplete de acetileno, taladro, entre otras.



ÉTAPAS DE DISEÑO



- I.- ESTRUCTURA DE LA SILLA
- II.- ELEVACIÓN DE LA ESTRUCTURA
RESPALDO, APOYABRAZOS Y MANILLAS
ASIENTO
- III.- SISTEMA DE ACTIVACIÓN
- IV.- MANILLAS Y PEDALES
- V.- UNIÓN MANILLAS Y PEDALES
- VI.- PROLONGACIÓN DEL FRENO
- VII.- PLEGABILIDAD
- VIII.- SEGURIDAD

I.- ESTRUCTURA DE LA SILLA

Para ahorrar trabajo y tiempo se compró una silla de ruedas standard nueva y así poder mantener su estructura y fierros principales. Sin embargo, a medida que se avanzaba en el rediseño, se vio la necesidad de reemplazar más fierros que los necesarios, principalmente por las deformaciones que presentaban los originales.

La silla original estaba fabricada en base a tubos metálicos de 1,5 mm de espesor y 22 mm de diámetro exterior en su totalidad, excepto los de la estructura con forma de X que soporta el asiento (dos tubos de 25 milímetros)

Se utilizó acero inoxidable por sus ventajas de alta resistencia a la corrosión, maleabilidad, fuerza, precisión en la manufactura, confiabilidad e higiene.



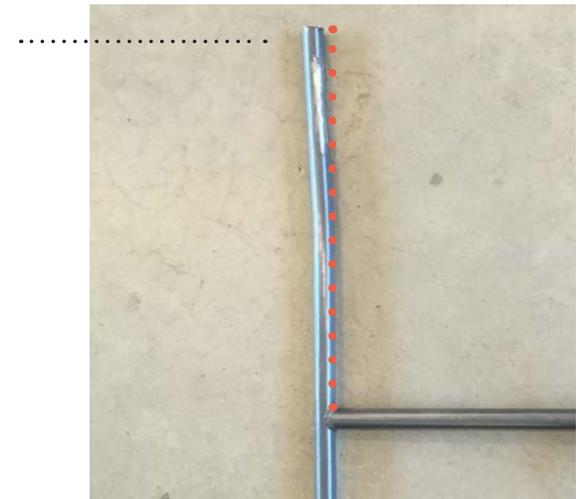
► REDISEÑO

En el proceso se llegó a la conclusión que los hoyos para los tornillos o tuercas deben ser hechos con taladro y no por presión, ya que deforman el tubo y complejizan el trabajo de fabricación y del posterior uso de la silla.

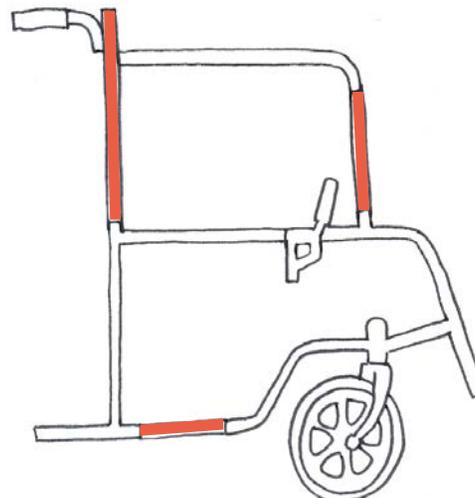


► REDISEÑO

Con el uso de la silla, el tubo del respaldo tiende a deformarse por el peso del cuerpo. Deben ser de mayor espesor para evitar cambios.



■ Nuevos fierros □ Fierros Reutilizados





► REDISEÑO

Además, para unir dos tubos perpendicularmente se debió redondear uno para que hubiese mayor superficie de adherencia al soldar. Para esto se utilizó el esmeril y para los detalles más pequeños una lima redonda.



Las máquinas para trabajar en metal, en especial la galleta, tiene una hoja gruesa que al cortar un tubo, hay una pérdida de material de aproximadamente 5 mm. Por lo que para mantener las medidas y proporciones de la estructura original, en algunas ocasiones, se debió agregar piezas para lograr el largo deseado del tubo.



Algo recurrente en el proceso de prototipado fue la deformación de los tubos. Esto se debía a dos principales razones:

- Fuerza desmedida en la estructura
- El metal a temperaturas altas se deforma, por lo que al soldar dos o más piezas había que tener un especial cuidado para que otras no se deformaran. En especial el interior de los tubos, que luego resultaba muy complejo desbastarlos.

II.- ELEVACIÓN DE LA ESTRUCTURA

RESPALDO, APOYABRAZOS Y MANILLAS

Desde el primer momento se tuvo claro que había que lograr el levantamiento de la silla para que soportara y diera apoyo al cuerpo verticalmente.

Debía ser un movimiento lineal, en la misma dirección del tubo de la estructura. En el fondo, mantener la misma forma pero a mayor altura y con el mecanismo más simple posible para abaratar los costos y facilitar la producción.

Se analizaron las siguientes opciones:

- Eje neumático de expansión:

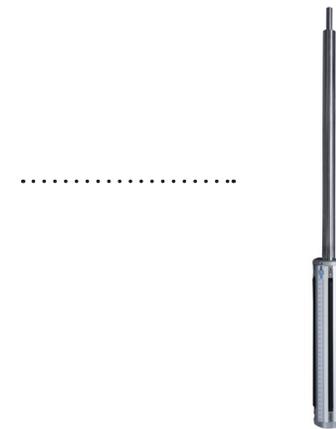
Disponen de una cámara de aire interior que cuando se infla, desplaza los expansores neumáticos de goma en toda la longitud del eje. Funciona a través de un pistón y proporcionan una sujeción firme y un centrado preciso

Se descartó ya que al ser hechos a medida, los costos son más altos y porque no era necesario un impulso externo para la extensión de los mangos.

Tubos telescópicos:

Son tubos alargados que se extienden y recogen al encajar unos en otros. Existen con regulaciones como los utilizados en las muletas o sólo con un tope final como los de los limpia piscinas.

Se consideró que era la forma más simple y barata para llevar a cabo la función del levantamiento. Se utilizó la opción sin regulaciones, ya que la estructura ya tenía su propio límite y la extensión siempre sería la misma.



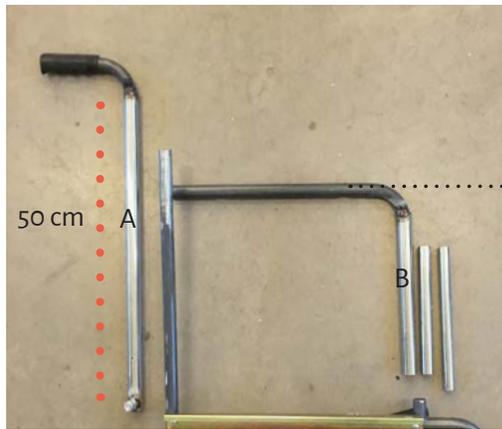
Fuente: Ejematic



Fuente: Twenga



Fuente: Hyla

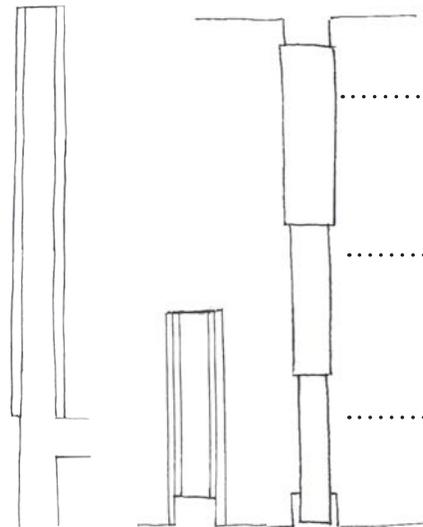


Para los mangos y las manillas se utilizó un sistema telescópico de 3 tubos, ya que la extensión total era de mayor longitud que el doble del largo de medida a expandir.

En el mango (B), la longitud debía ser de 50 cm y la distancia entre el apoyabrazos y el fierro del asiento era de 32 cm.

En el caso del fierro principal (A), se utilizaron dos tubos, el interior de 40 cm que estaba inserto en uno de 50 cm.

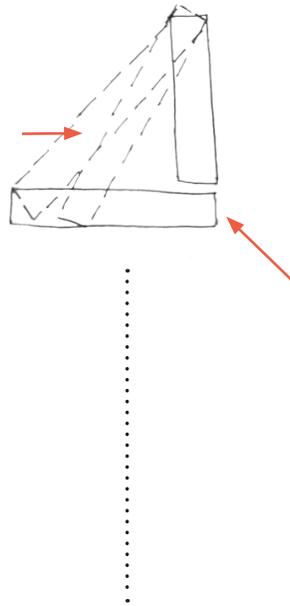
* La diferencia de espesor se explica únicamente por la disponibilidad que había en el mercado en el momento de la compra de materiales.



Tubo Acero inoxidable
Diámetro ext. 25 mm
Espesor 1,5 mm

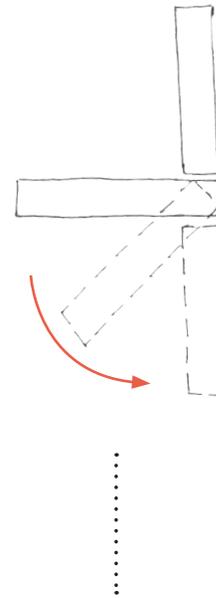
Tubo Acero inoxidable
Diámetro ext. 22 mm
Espesor 1 mm

Tubo Acero inoxidable
Diámetro ext. 19 mm
Espesor 1,5 mm



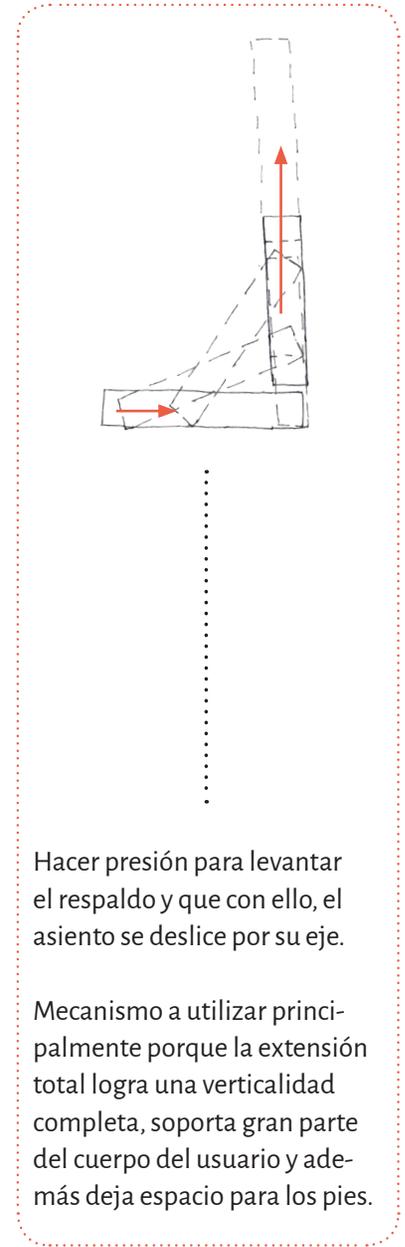
Hacer presión en la unión entre ambas piezas para que se forme una “hipotenusa”.

Descartado porque el ángulo resultante era muy inclinado y para ponerlo vertical era trabajo demás. Además, se perdía el centro de gravedad de la silla y con eso, la estabilidad y seguridad del usuario.



Hacer presión en el asiento para que este baje y quede paralelo al respaldo.

La idea fue desechada ya que no había suficiente espacio hacia abajo del asiento, topando con el piso. Además, el respaldo quedaría muy bajo y resulta inútil para personas con bajo control de tronco.



Hacer presión para levantar el respaldo y que con ello, el asiento se deslice por su eje.

Mecanismo a utilizar principalmente porque la extensión total logra una verticalidad completa, soporta gran parte del cuerpo del usuario y además deja espacio para los pies.

II.- ELEVACIÓN DE LA ESTRUCTURA

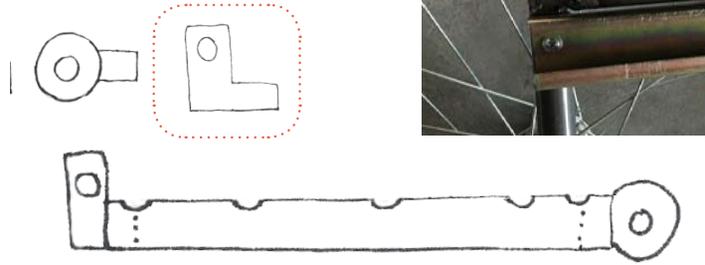
ASIENTO

Primero que todo, se debió pensar en un mecanismo que facilitara el traslado y la trayectoria del asiento desde la posición horizontal hasta vertical, entre los 80° y 85° de inclinación.

Para esto, se analizó tres posibles movimientos como se describe en los siguientes dibujos.

► REDISEÑO

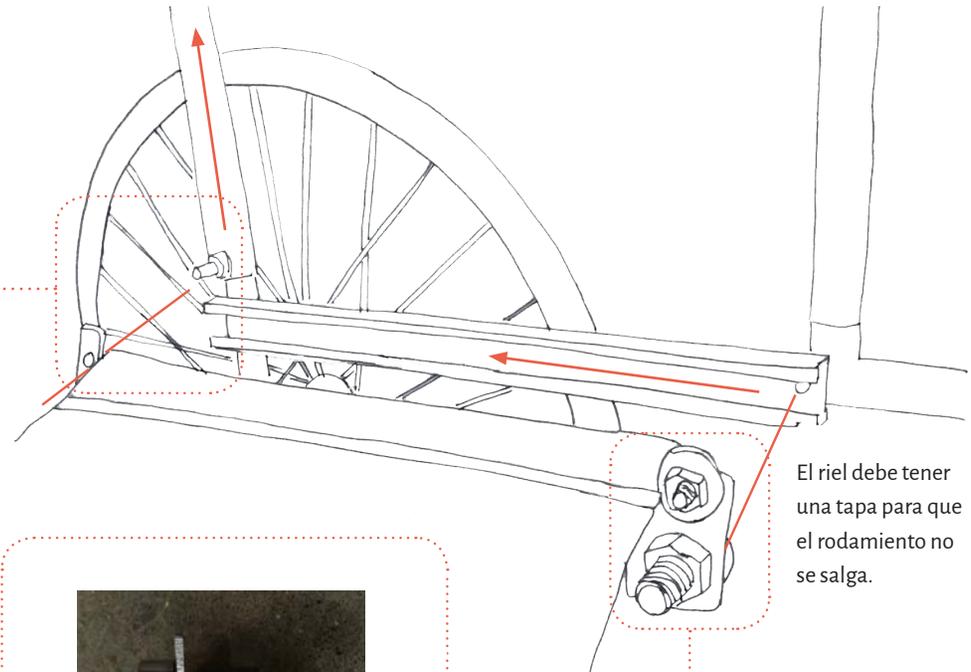
El hoyo debía tener más altura para mantener el ángulo del asiento.



El asiento se conforma por una tela y dos tubos a cada lado que lo tensan y permiten la unión con los otros tubos de la estructura.

Luego de tener el mecanismo, se decidió utilizar un riel RC (utilizados en tableros eléctricos) que cumple la función de encaminar el asiento. Dentro del riel gira un rodamiento que permite un deslizamiento suave y toda esta unión es con una pletina (3 mm de espesor) con doble perforación, que mediante pernos si fijan unas con otras.

Por el otro lado, el asiento debe estar unido al tubo principal de la estructura, para cuando este suba, arrastre al asiento también. Es por esto, que en ambos extremos de los tubos del asiento se soldó unas pletinas, también de 3 mm, con agujeros para fijarlos.



El riel debe tener una tapa para que el rodamiento no se salga.

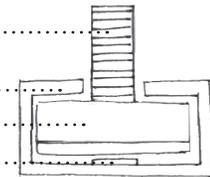


Perno 5/8 rebajado

Riel RC

Rodamiento 32 x 17"

Tornillo cabeza de lenteja



► REDISEÑO

La pieza que une el rodamiento con el asiento y el riel, finalmente debio ser plana (para que el asiento quede fijo y paralelo al fierro de la estructura) y con un sacado para que no tope con el tubo del asiento ni con la tela.



III.- SISTEMA DE ACTIVACIÓN

Cómo hacer que la silla subiera fue el mayor desafío del proyecto. Podía ser mediante un motor eléctrico, un sistema neumático, hidráulico u otros mecanismos. Si embargo, para seguir con la línea low-tech debía ser uno **totalmente mecánico en el cual el usuario participara activamente con sus brazos, sin la necesidad de terceros y que por sobretodo, fuese de bajo costo.**

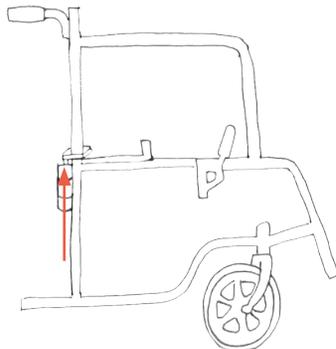
El sistema debía lograr que los fierros principales de la silla se levantaran 50 centímetros y el asiento quedase en posición vertical. Debía subir, mantenerse y bajar cuando el usuario lo deseara. El parapléjico al tener el tren superior del cuerpo más desarrollado es el principal propulsor del mecanismo, se le debía dar estabilidad y seguridad para activar el mecanismo y así ejercitar su musculatura.

Se analizaron variadas opciones como se muestra en los siguientes dibujos y cuadro.

► REDISEÑO

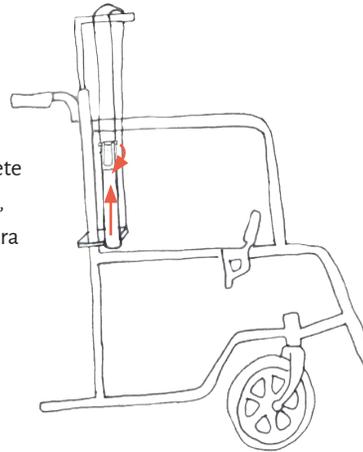
1.

Pistón adherido a la estructura. Al accionarlo, empuja una pletina y con ello sube el tubo y asiento



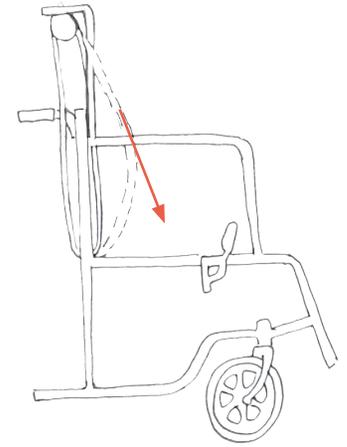
2.

Se acciona el trinquete y se acorta la cuerda, haciendo presión para subir el tubo



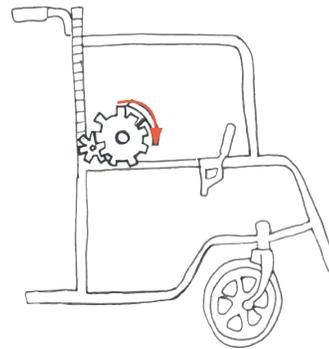
3.

Se tira una cadena y la otra se acorta, logrando la subida del tubo



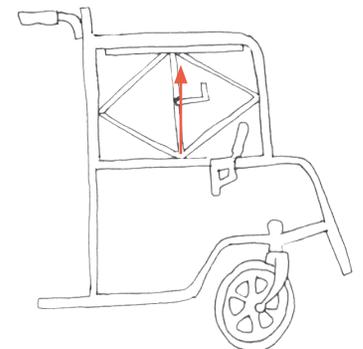
4.

Se gira el engranaje grande que mueve al pequeño y avanza por la cremallera levantando el tubo.



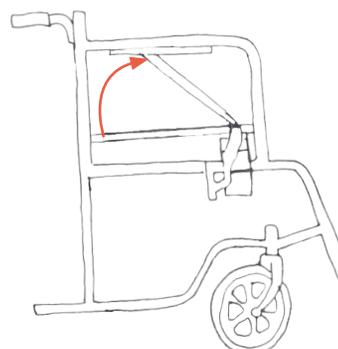
5.

Con la manilla se acciona la gata que está unida a una pletina y con ella se empuja el mango de la silla.



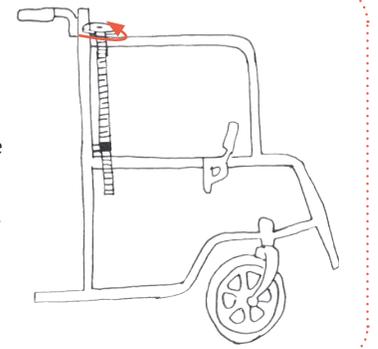
6.

Utilizando el mecanismo de un Napoleón de multiplicador de fuerza, se empuja el mango.



7.

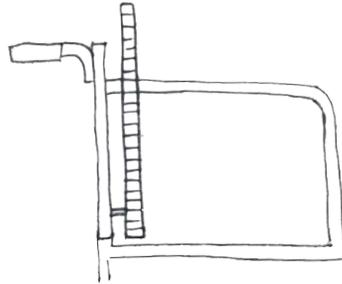
Hilo largo unido al tubo principal que se "atornilla" mediante una manivela y logra el levantamiento.



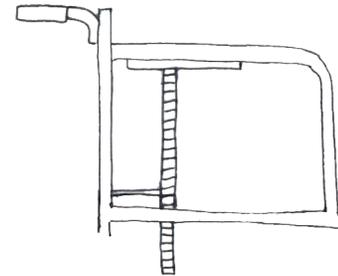
MECANISMO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p>1. PISTÓN HIDRÁULICO</p>  <p>Fuente: Ofival</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Da fuerza en dirección lineal por lo que ayuda al usuario en el impulso de la subida 	<ul style="list-style-type: none"> - No hay de la medida requerida, altos costos - Necesidad de mucha presión al bajar
<p>2. CUERDAS Y TRINQUETE</p>  <p>Fuente: Faloco</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajo de musculatura del usuario - Subida controlada - Bajos costos 	<ul style="list-style-type: none"> - Bajada total, descontrolada
<p>3. TECLE</p>  <p>Fuente: Inamar</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajo de musculatura del usuario - Subida y bajada controlada 	<ul style="list-style-type: none"> - Altos costos - Necesidad de estructura en altura
<p>4. CREMALLERA - ENGRANAJE</p>  <p>Fuente: Directindustry</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajo de musculatura del usuario - Subida y bajada controlada 	<ul style="list-style-type: none"> - Altos costos
<p>5. GATA MECÁNICA O HIDRÁULICA</p>  <p>Fuente: Amazon y Sodimac</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajo de musculatura del usuario - Subida y bajada controlada 	<ul style="list-style-type: none"> - No hay de la medida requerida, los que existen son muy grandes y con bomba externa - Subida y bajada lenta
<p>6. MULTIPLICACIÓN DE FUERZA</p>  <p>Fuente: Motociclistas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Permite usar otros sistemas de menor longitud - Bajos costos 	<ul style="list-style-type: none"> - La fuerza no es lineal - Puede producir atascamiento y deformidades en el tubo
<p>7. ESPÁRRAGO - TUERCA</p>  <p>Fuente: Indexfix</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Simplificación de la gata hidráulica - Bajada y subida: Controlada y segura - Bajos costo 	<ul style="list-style-type: none"> - Subida y bajada lenta

► REDISEÑO

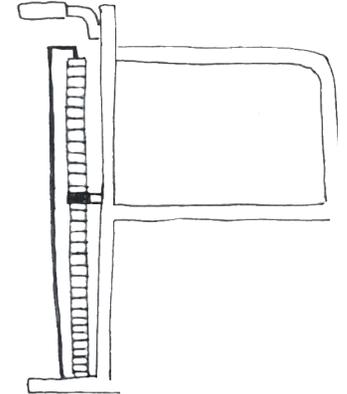
7.1 Hilo unido mediante una tuerca y un fierro al tubo principal



7.2 Hilo unido a una pletina para el empuje del mango y abajo unido con una tuerca y fierro al tubo



7.3 Hilo unido en la parte trasera de la silla para que no interfiera en el uso y pase desapercibido



El mecanismo escogido consiste en “atornillar y desatornillar” el tubo mediante una manivela girada por el usuario, para que así suba y baje controladamente.

Dentro del mecanismo se analizó la mejor posición del hilo y como accionarlo, levantando el tubo principal o los mangos.

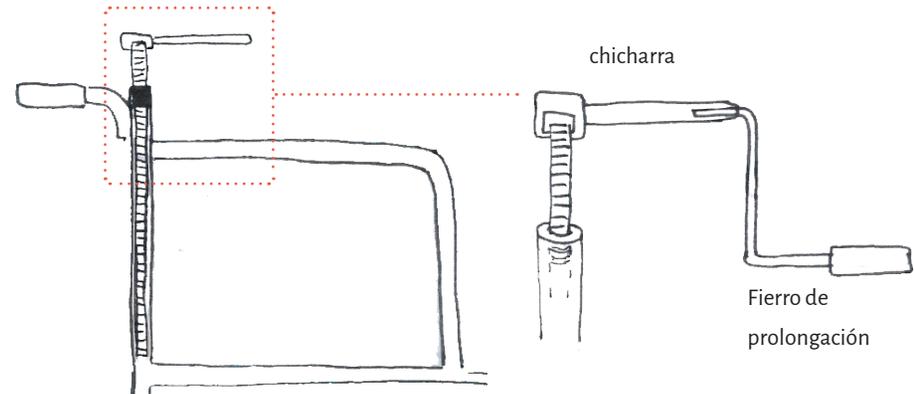
La mejor opción mecánica y estéticamente es la 7.4, ya que utiliza el mismo espacio de la estructura y la simplifica. Además, al estar inserto en el tubo lo mantiene firme, centrado y protegido.

El levantamiento del tubo principal permite que el mango suba con el tubo telescópico y también que el asiento gire por su riel y quede vertical, al igual que el respaldo.

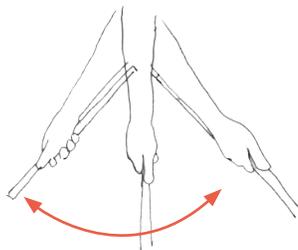
Para el giro de la manivela se utilizó una chicharra para facilitar el movimiento y evitar lesiones.

Finalmente, para cada lado de la silla se utilizaron 2 tuercas, un tornillo espárrago de 55 cm, una chicharra de dado 15/16 y un fierro para prolongarla y hacerla más cómoda a la mano.

7.4 Hilo atornillado al interior del tubo principal, girado por una manivela



Se accionan las manillas que están sobre los apoyabrazos, moviéndolas de lado a lado para que lentamente la silla suba.



El hilo gira y con eso empuja el tubo exterior al cual está unido al asiento (como se explica en el punto II).



El tornillo espárrago utilizado en el prototipo es un hilo común y corriente, por lo que el proceso de subida y bajada es el doble más lento que al utilizar el hilo cuadrado que es el óptimo.

Tiempo prototipo aproximado

Hilo común		Hilo cuadrado
Subida y bajada: 12 cm por minuto		Subida y bajada: 6 cm por minuto
Subida o bajada total: 4-5 minutos		Subida o bajada total: 8-10 minutos

ES APTO PARA TODAS LAS PERSONAS QUE PUEDEN MOVER SUS BRAZOS, NO SE NECESITA FUERZA, SÓLO TIEMPO.

► REDISEÑO

IV.- MANILLAS Y PEDALES

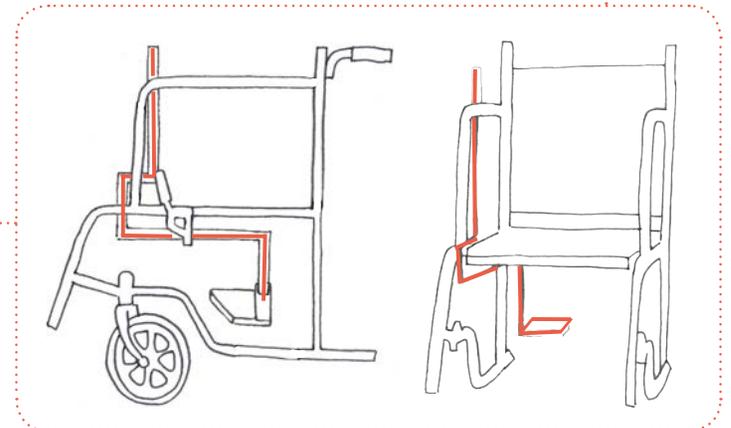
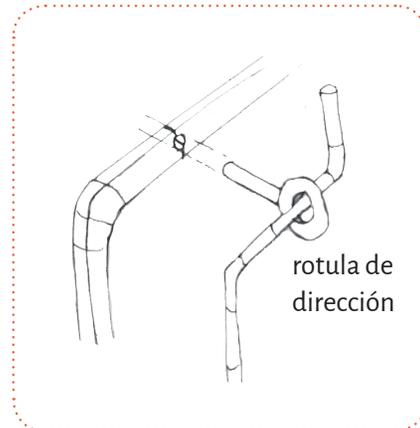
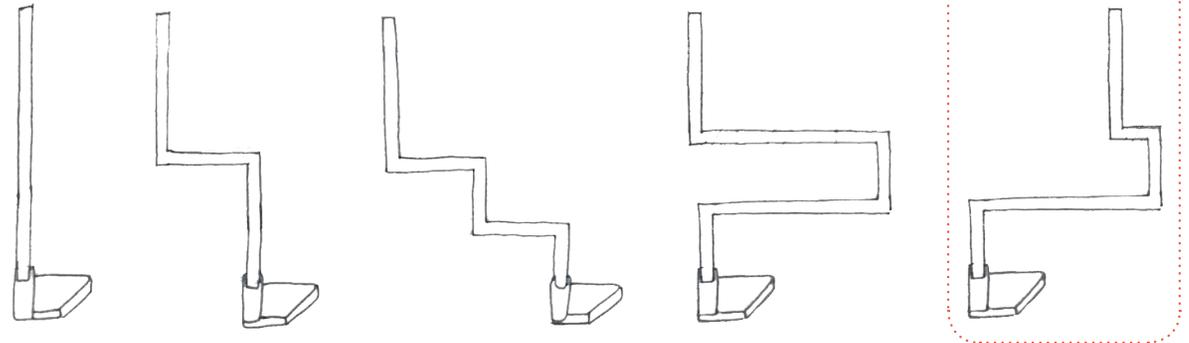
Para las manillas y los pedales que permiten el movimiento de las piernas mediante el esfuerzo de las manos se utilizó un fierro redondo liso para poder curvarlo más fácil.

Se analizó distintas formas hasta llegar a una más compleja, pero que no topara con la estructura ni las ruedas y además que no interfiriera con el asiento ni el movimiento de las personas.

Por otra parte, el anclaje entre las manillas con los pedales y la estructura no podía ser por el lado externo de la silla porque topaba con las ruedas o el freno y por el interior debía ser lo más alejada del centro del mango posible para que no estorbara en el levantamiento del asiento ni en el espacio de la persona en posición vertical y sedente.

Las manillas tenían que tener un movimiento de balanceo hacia adelante y atrás guiado por el eje que une ambas piezas.

Para que el peso del apoyo de los pies en los pedales no trancara la estructura se utilizó una rótula que permite un movimiento suave y controlado.





Aproximación del movimiento de balanceo de los pedales accionados por las personas en situación de discapacidad.

Debería ser un movimiento radial y con un tope en ambas direcciones para que no se realicen movimientos desmedidos ni descontrolados.



Posición de la manilla y pedal según el asiento y riel para que no interfiera en el levantamiento y comodidad del usuario.



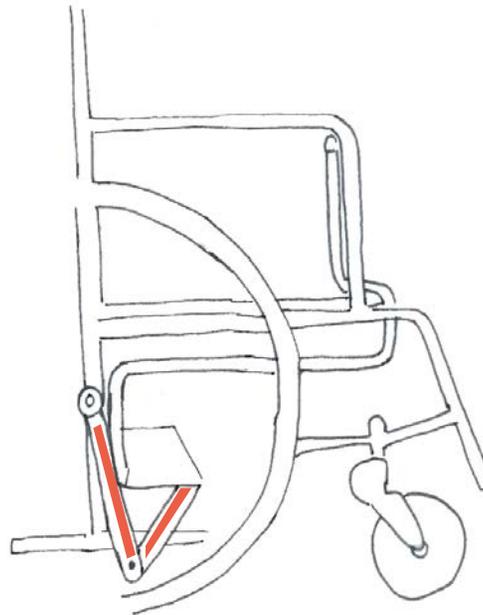
V.- UNIÓN MANILLAS - RUEDAS

La función que tiene la unión de las manillas y pedales con las ruedas es la del desplazamiento de la órtesis.

El usuario podría maniobrar la silla de pie con sus brazos, al igual que como lo hace sentado. Es decir, si mueve más la manilla derecha, la silla completa girará hacia el mismo lado.

Para este mecanismo se analizaron los utilizados en las máquinas de deporte, especialmente la elíptica y los sistemas giratorios.

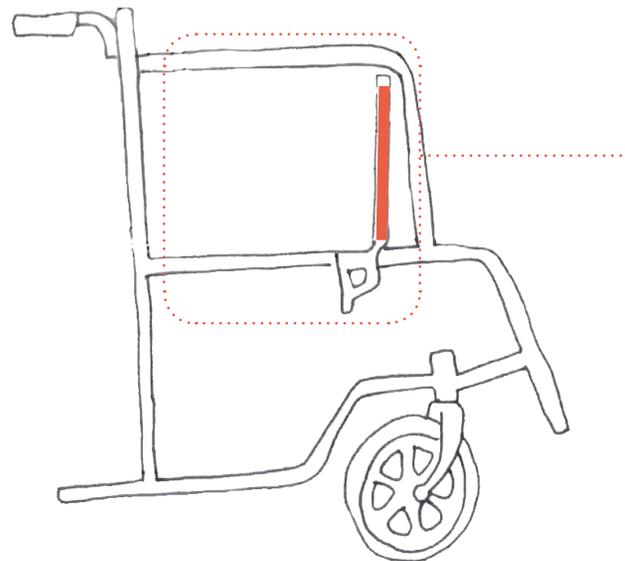
El principal desafío sería lograr el objetivo sin interferir con los demás mecanismos y piezas de la silla, manteniendo la plegabilidad. Lo más probable es que se deba alejar las ruedas de la estructura para así tener más espacio para este sistema y además le otorgaría más estabilidad y firmeza a la órtesis.

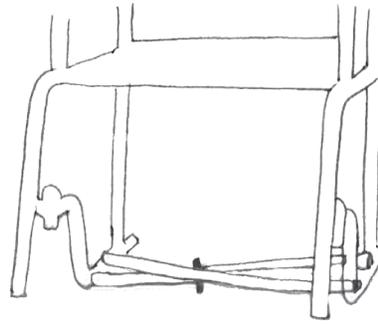


VI.- PROLONGACIÓN DEL FRENO

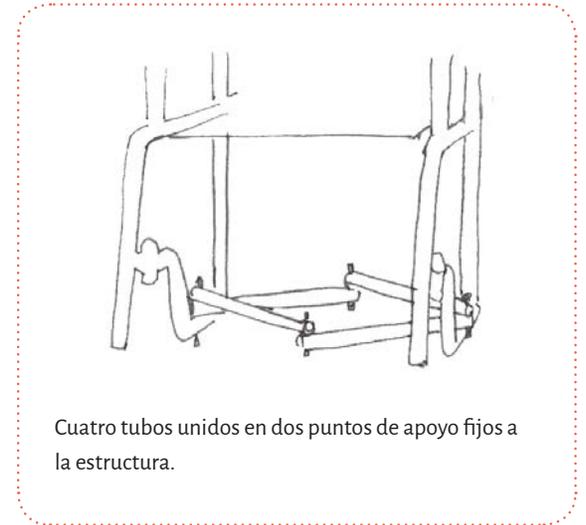
Durante el prototipado surgió la necesidad de prolongar el freno, ya que para evitar caídas, la silla tiene que estar con sus ruedas bloqueadas, pero luego del levantamiento (al estar en altura) las usuarios no alcanzan a accionar el freno para desbloquearlo y poder movilizarse en de pie.

Por lo tanto, se le agregará una extensión de fierro de 30 cm de largo para que puedan maniobrarlo en posición sedente y bipedestal.





Se descartó esta opción porque las cuatro uniones a los tubos inferiores eran móviles y los tubos no eran lineales.



Cuatro tubos unidos en dos puntos de apoyo fijos a la estructura.

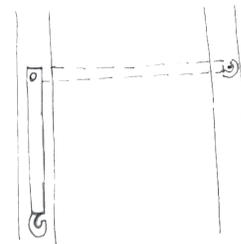
VII.- PLEGABILIDAD

El acoplamiento de la silla es una gran ventaja, especialmente porque minimiza su tamaño para el traslado o para guardarla.

Sin embargo es un gran desafío ya que el espacio central de la silla, es decir, donde se posiciona la persona debe estar libre por debajo del asiento para que al levantar el mecanismo, exista el espacio adecuado para las piernas y el movimiento.

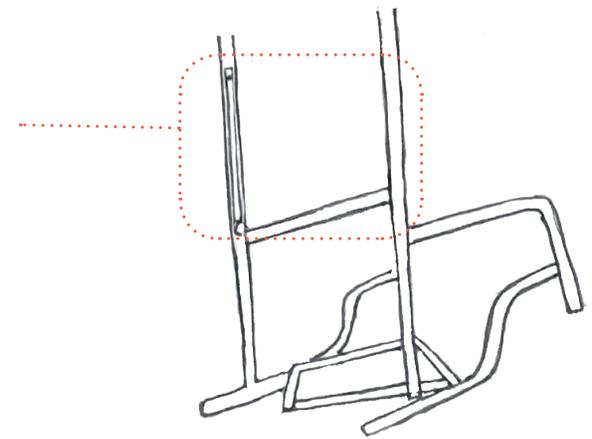
Por esto mismo, se tuvo que sacar la X de la silla original (la persona no podría bipedestar) y buscar otros métodos de acoplo pero que además estabilizaran la silla.

Sólo podía ser una estructura vertical en la parte trasera de la silla, pero eso no es suficiente para estabilizarla por lo que se utilizó un mecanismo horizontal.



► REDISEÑO

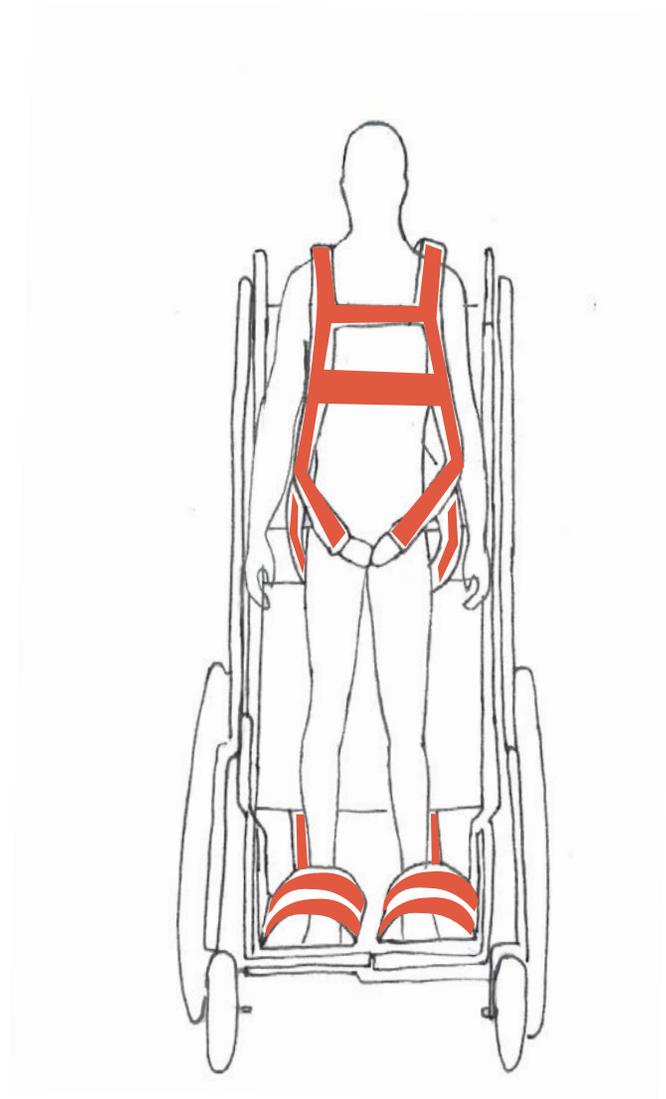
Para darle más estabilidad a la silla se analizó incluir un mecanismo extra compuesto por una pletina y un garfio que cuando la silla estuviese acoplada, la pieza estaría paralela al tubo y que al momento de usar la silla, se podría extender horizontalmente y se encaja con el otro lado.



VIII.- SEGURIDAD

El control del tronco y cuerpo en personas en situación de discapacidad es muy variable según su altura de lesión y proceso de rehabilitación.

Para este proyecto, se consideró a personas con un control de tronco moderado o alto. Por lo tanto necesitarían un cinturón a nivel del torso que los fije al respaldo, un arnés de pelvis, una guía para las piernas y una fijación en los pies.



MODELADO DE PROTOTIPO









AVANCES PRIMER PROTOTIPO FUNCIONAL





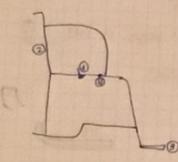
Detalles de piezas y mecanismos del prototipo funcional:

1. Sistema de levantamiento del asiento
2. Sistema de rodamiento
3. Detalle estructura fusionada entre silla original y nuevos tubos de acero inox.
4. Acercamiento mecanismo de activación de la silla.
5. Detalle del hilo y tuerca que van insertos en el tubo principal, es la base de la activación



Producto				
Estructura silla				
Gollitas 3/8				
Riel RC (88cm)				
Rodamientos				
Tornillo autopercutor cal				
Tornillo esparrago (1,1m)	6	310 \$	1.860 \$	
Tuercas 5/8	2	11.490 \$	22.980 \$	
Llave de corona chicharra 15/16			2.440 \$	
Fierro redondo liso 15mmx3m			178 \$	
Plancha de acero 3mmx0,2m2	2.500 \$		5.000 \$	
Rotula			4.590 \$	
Electrodos acero inoxidable 3/32			11.900 \$	
Seguridad			100.000 \$	
Mano de obra (fabricación)			5.340 \$	
Pernos			774 \$	
Perno 5/8	2	387 \$	774 \$	
Perno 5/16x2,5" + tuerca	6	205 \$	1.230 \$	
Perno 3/8	4	699 \$	2.796 \$	
Perno 3/16 + tuerca	8	68 \$	544 \$	
Acero inoxidable			15.429 \$	
25mm diametro, 1,5 espesor (1,6m)			6.016 \$	
22mm diametro, 1mm espesor (3,35m)			7.750 \$	
19mm diametro, 1,5 espesor (0,6m)			1.663 \$	
Total			244.885 \$	

PROCESO REDISEÑO



- ① Fijar de los plegantes
- ② Respaldo fijo a deformable
- ③ Hacer + fijar los pedales porque se desmoronan
- ④ Hacer de por presión (relaxo) porque desmoronan el tubo

FOTOS



precio qn2 = 7990

61+64.15 (chula) \$128

- COSTOS 4280

- Fierros ACEROS OTERO 40 mm

1 (25mm) espesor	1,5	→ 3160 + IVA(m)	4,60
3/8 (22)	1	→ 1950 + IVA(m) (necesitable)	3,35
3/4 (14)	1,5	→ 2590 + IVA(m)	3,60

✓ Riel RC 10 Julio (SEXYTER) \$2.148

✓ Rodamiento (Lija con copiado) 32-12

✓ (1449) zapatos \$2494

✓ Perno 5/8 x 2 (VALTO) rodamiento

✓ Perno 5/16 x 2,5 + tuerca (VALTO)

✓ 8205 4/0 (tuerca no lo uso) (6) 1290

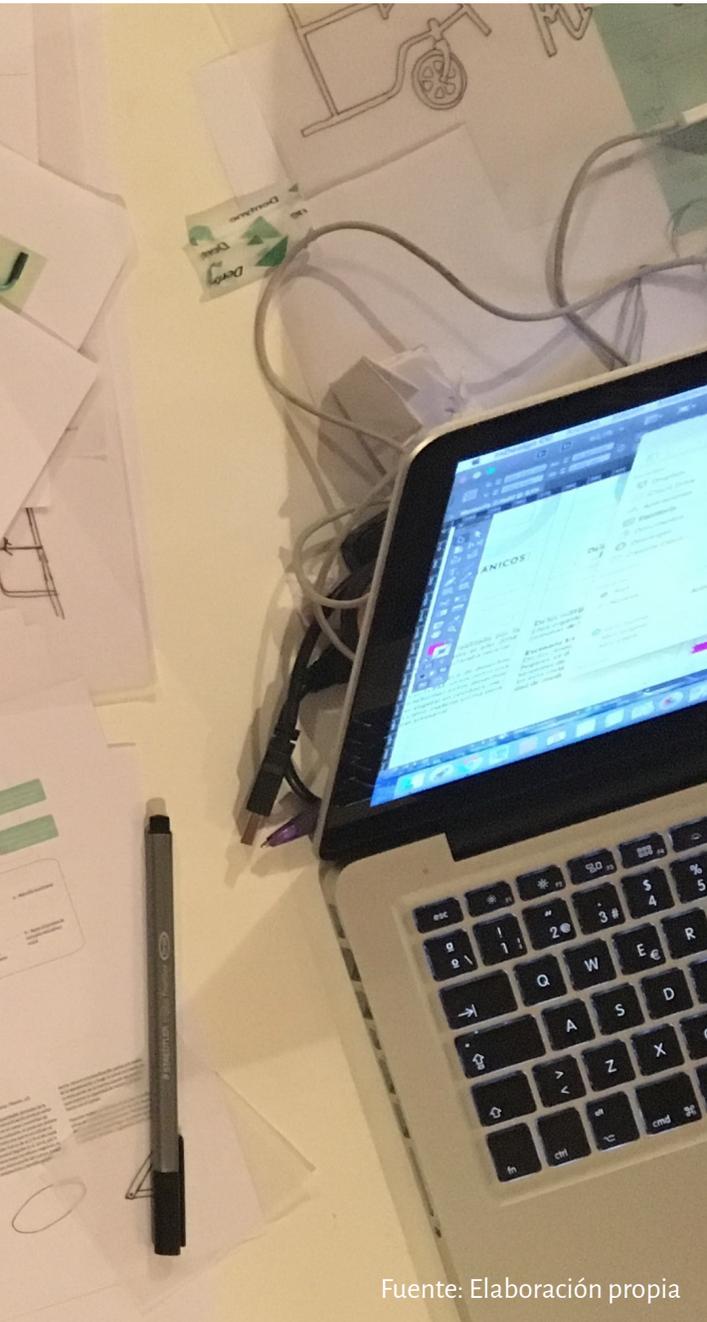
✓ 8x Tornillos autopercutores cañota tuerca EASY \$1690 x 100 \$169.000

✓ Tuercas 5/8 (homophol) EASY \$300 c/u

✓ Gollita 3/8 → EASY (relaxo)

✓ Perno 3/8 → EASY

✓ Perno con tuerca 5/16 EASY



Fuente: Elaboración propia

8. MODELO DE NEGOCIOS

8. Modelo de negocios

El Modelo de negocios es la planificación que realiza una empresa respecto a los ingresos y beneficios que busca como objetivo. Se establecen parámetros de implementación, estrategias de mercado y todas las consideraciones para poner en marcha la implementación y poder evaluar el posicionamiento del producto.

En primer lugar, con el fin de analizar las características internas y externas que se enfrentarán con miras al mercado, se realizó el análisis FODA.

Se describen los factores críticos positivos del proyecto, los negativos que se deben reducir o evitar, los aspectos positivos externos al producto y los que potencian su inclusión al mercado.

Luego se analiza mediante el modelo Canvas que es “una herramienta que permite detectar sistemáticamente los elementos que generan valor al negocio” (Andrade, 2012).

Se divide el proyecto en nueve bloques básicos que explican el proceso de cómo se generan negocios en una empresa.

Finalmente se muestran los costos asociados, el estado de resultados y el flujo de caja del negocio para demostrar los futuros ingresos de la implementación del producto.

8.1.- Análisis FODA

FORTALEZAS

- Bajos costos.
- Baja complejidad estructural (Low-tech) y de fabricación.
- Autónoma energéticamente.
- Bajo costo de mantención.
- Permite el movimiento de pie en personas imposibilitadas de bipedestación sin la necesidad de un tercero.
- Previene las lesiones típicas de la inmovilidad.
- Entrenamiento del cuerpo completo y activación de la musculatura.
- Liviano.

OPORTUNIDADES

- Altos costos de órtesis de marcha o bipedestación.
- No existen órtesis de desplazamiento que active la musculatura total del cuerpo. 12,9% de la población de Chile presenta una discapacidad.
- Hay un 2,6% de crecimiento anual de las atenciones de pacientes de la Teletón de víctimas en accidentes.

DEBILIDADES

- Fácil de replicar.
- Proceso extenso de validación.
- Mecanismo de activación manual lento.
- Cansancio del usuario.

AMENAZAS

- Constante investigación médica en mejorar la calidad de vida de los parapléjicos, por lo que hay constantes innovaciones que podrían competir con el producto.
- Desconfianza en innovaciones médicas de órtesis.

8.2.- MODELO CANVAS



8.3.- COSTOS ASOCIADOS

COSTOS VARIABLES PROTOTIPOS			
PRODUCTO	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Estructura Silla	1	\$ 60,000	\$ 60,000
Golillas 3/8	2	\$ 300	\$ 600
Riel RC (88cm)			\$ 2,148
Rodamientos	2	\$ 500	\$ 1,000
Tornillo autoperforante cabeza de lenteja	6	\$ 17	\$ 101
Tornillo Espárrago (1,1m)			\$ 11,319
Tuercas 5/8	6	\$ 310	\$ 1,860
Llave de corona chicharra 15/16	2	\$ 11,490	\$ 22,980
Fierro redondo liso 15mm x 3m			\$ 2,440
Plancha de acero 3mm x 0,2 m2			\$ 178
Rótula		\$ 2,500	\$ 5,000
Electrodos acero inoxidable 3/32			\$ 4,590
Seguridad			\$ 11,900
Mano de Obra (fabricación)			\$ 100,000
Pernos			\$ 5,340
Perno 5/8	2	\$ 387	\$ 774
Perno 5/16x2,5 + Tuerca	6	\$ 205	\$ 1,230
Perno 3/8	4	\$ 699	\$ 2,796
Perno 3/16 + Tuerca	8	\$ 68	\$ 540
Acero Inoxidable			\$ 15,429
25mm diámetro, 1.5 espesor (1,6m)			\$ 6,429
22mm diámetro, 1mm espesor (3,35)			\$ 7,750
19mm diámetro, 1.5 espesor (0,6)			\$ 1,663
TOTAL			\$ 244,885

INVERSIÓN INICIAL UNITARIA	
Materiales	\$ 144,885
Mano de Obra	\$ 100,000
Diseñador	\$ 100,000
Patente	\$ 5,000,000
Total	\$ 5,344,885

SUELDOS ANUALES	
Administrador	\$ 500,885
Diseñador	\$ 500,000
Patente	\$ 100,000
Total	\$ 1,000,000

8.4.- ESTADO DE RESULTADOS Y FLUJO DE CAJA

Según el último y único estudio nacional de discapacidad hecho en Chile (2004) existen 121.124 personas con enfermedades medulares en Chile y son 56.650 personas las que utilizan una silla de ruedas como órtesis.

En base a estos datos se hizo una estimación de demanda de los próximos cinco años, comparando la principal competencia del mercado en Chile que es la silla Get-up, la cual en su primer año de ventas logró las 60 unidades. Para este proyecto, considerando que cuesta un tercio del precio de la competencia, se espera que la demanda sea por lo menos un 50% mayor en el primer año (90).

Tomando en cuenta que las atenciones a la Teletón aumentan en un 2,6 % anual, se estima que la demanda aumentará por lo menos un 30% cada año considerando la demanda potencial y los nuevos usuarios de sillas de ruedas.

Se espera generar ingresos al tercer año, ya que es primordial mantener el precio lo más bajo posible.

	2017	2018	2019	2020	2021
Costo Unitario	90	117	152	198	257

ESTADO DE RESULTADOS					
	2017	2018	2019	2020	2021
Ingresos por Venta	\$ 27,000,000	\$ 35,100,000	\$ 45,630,000	\$ 59,319,000	\$ 77,114,700
Costo de Venta	\$ - 22,039,686	\$ - 28,651,592	\$ - 37,247,069	\$ - 48,421,190	\$ - 62,947,547
Margen Bruto	\$ 4,960,314	\$ 6,448,408	\$ 8,382,931	\$ 10,897,810	\$ 14,167,153
Costos Fijos	\$ - 1,000,000	\$ - 1,000,000	\$ - 1,000,000	\$ - 1,000,000	\$ - 1,000,000
Sueldos	\$ 1,000,000	\$ 1,000,000	\$ 1,000,000	\$ 1,000,000	\$ 1,000,000
UAI	\$ 3,960,314	\$ 5,448,408	\$ 7,382,931	\$ 9,897,810	\$ 13,167,153
Impuestos de la Renta (27%)	\$ - 1,069,285	\$ - 1,471,070	\$ - 1,993,391	\$ - 2,672,409	\$ - 2,672,409
Utilidad Neta	\$ 2,891,029	\$ 3,977,338	\$ 5,389,539	\$ 7,225,401	\$ 9,612,022

FLUJO DE CAJA						
	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Utilidad Neta	\$ -	\$ 2,891,029	\$ 3,977,338	\$ 5,389,539	\$ 7,225,401	\$ 9,612,022
Inversión Inicial	\$ - 5,344,885					
Financiamiento (fondo)	\$ -					
Flujo de Caja Inicial	\$ -	\$ - 5,344,885	\$ - 2,453,856	\$ 1,523,482	\$ 6,913,021	\$ 14,138,422
Flujo de Caja Final	\$ - 5,344,885	\$ - 2,453,856	\$ 1,523,482	\$ 6,913,021	\$ 14,138,422	\$ 6,913,021





Fuente: Teletón

9. PROYECCIONES

9.1.- PASOS A SEGUIR

Primero que todo hay que dejar en claro que este proyecto, al ser un equipamiento médico, es un proceso muy extenso y que debido al tiempo de trabajo y otros factores no es posible terminarlo en el período determinado por el proyecto de título.

Algunas consideraciones a futuro son:

REDISEÑO DEL PROTOTIPO CONSTANTE

- Aspectos médicos

El prototipo debe ser testado y validado con doctores hasta que cumpla con todos los requisitos médicos. Lo óptimo sería tener un equipo de especialistas médicos como aliados del proyecto. Debe pasar por un análisis de fisiatras, kinesiólogos, terapeutas ocupacionales, ortesistas, cardiólogos, gastroenterólogos, urólogos, especialistas en deporte y rehabilitación, entre muchos otros que aprueben y comprueben los beneficios del producto y por sobre todo teniendo foco en evitar lesiones, lograr la postura óptima, que la musculatura esté siendo activada correctamente, según lo esperado, etc.

- Aspectos mecánicos

Mejora de los mecanismos escogidos, perfeccionamiento técnico de las piezas, testear el comportamiento de la estructura en uso y si en su funcionamiento hay problemas técnicos, en especial comprobar que el desplazamiento de la silla sea el correcto y que las piezas y mecanismos incluídos no interfieran en la movilización. Analizar si las medidas son aptas para la mayoría de la población o es necesario personalizar tallas de sillas, optimizando los aspectos ergonómicos. Además de ver la posibilidad de intercambiar las prolongaciones de la palanca de levantamiento del mecanismo para así poder fortalecer más músculos de los brazos mediante otro tipo de movimientos. Replantear la independencia de las dos chicharras.

- Aspectos empáticos

En primera instancia realizar testeos con personas sanas para tener un mayor control y seguridad en la evaluación, hasta tener más certeza de la estabilidad de la órtesis y el usuario. Luego comenzar con usuarios discapacitados e ir incrementando el nivel de lesión progresivamente. También

observar como el usuario interactúa con la silla, si resulta agradable su activación o se ve como un trabajo forzoso. Analizar las reacciones de personas externas frente al uso del producto y cómo es su interacción con el entorno.

RECURSOS TÉCNICOS

Hacer las pruebas de resistencia y reforzar ciertas piezas según corresponda. Relacionarse con fabricas u especialistas dispuestos a la producción del prototipo para abaratar costos al máximo y optimizar la fabricación. Analizar la deformación que presentan los tubos de la estructura luego de cierto uso y replantear el espesor de los fierros.

RECURSOS ESTÉTICOS

Elección de un naming y una identidad de marca que transmita calidad y dé confianza a los expertos y usuario.



Replantear movimientos de los brazos para la activación para disminuir tiempo y además poder fortalecer otros músculos.

Utilizar hilo cuadrado y calcular nuevos tiempos.

Comprobar que el levantamiento funcione correctamente, los tubos telescópicos y el riel con el peso del cuerpo al usarlo.

Testear la estabilidad de la silla y su nuevo centro de gravedad.

Lograr una órtesis 100% estable, revisar el sistema de plegado.

Analizar la posibilidad de separar más las ruedas de la estructura para mayor estabilidad y espacio para los mecanismos.

Realizar las pruebas de resistencia para ver cuales son las zonas débiles y reforzarlas

Para los testeos tener cuidado con las puntas de los fierros etc o incluir mangos de goma para evitar problemas.

Replantear los altos totales de la silla y la posibilidad de personalizarlas o tener stock en tallas.

POSTULACIÓN A FONDOS CONCURSABLES

Primero que todo hay que lograr la protección del proyecto para luego postular a uno o más de los siguientes fondos pertinentes:

- Brain Chile, PUC y Banco Santander

Apoyo económico a ideas de tecnología, ciencia e innovación. Enfocado en equipos que incluyan alumnos de pre o postgrado, académicos o investigadores que estén desarrollando productos o servicios que cuenten con al menos una prueba de concepto que sustente la idea.

- Fondef Idea, CONICYT

Financiamiento a la ejecución de proyectos de investigación científica y tecnológica, con potencial impacto económico y/o social, cuyos resultados sean obtenidos y evaluados en plazos breves.

- Fondo Desarrollo y Tecnología, CORFO

Fomento de la creación de fondos de inversión que permitan financiar y desarrollar pequeñas y medianas empresas chilenas con alto potencial de crecimiento y que se encuentren en etapas de expansión.

- Capital Semilla, SERCOTEC

Potencia la creación y puesta en marcha de nuevos emprendimientos dinámicos con alto potencial de crecimiento, específicamente negocios que puedan aumentar sus ingresos al doble cada tres o cuatro años con un crecimiento a tasas superiores al 20%.

9.2.- CONCLUSIONES

Haber tenido la oportunidad de trabajar en el ámbito de la discapacidad, me confirmó el real interés que tengo en poder ayudar y dignificar el día a día de las personas en esta situación. Es muy enriquecedor poder insertarse en mundos que se ven tan “lejanos” al diseño como la medicina y aportar con potenciales productos que pueden facilitar necesidades básicas, como en este caso: El desplazamiento en parapléjicos.

La órtesis descrita en este informe logra la movilización bipedestal en personas imposibilitadas a caminar solas por medio del movimiento de sus brazos, activa y fortalece la musculatura corporal. Además evita una serie de problemas y enfermedades derivadas de la inmovilidad en articulaciones, huesos, piel y músculos como la trombosis, la espasticidad, la osteoporosis, las úlceras, etc.

El hecho de volver a moverse de pie, aunque no sea por medio de la marcha biológica normal, hace de los discapacitados personas más libres y autónomas, lo que conlleva a una mejoría de su ánimo y autoestima.

El logro más importante de este proyecto es haber ideado una silla de ruedas bipedestal de desplazamiento y estimulación muscular solamente en base a sistemas mecánicos y abaratando los costos al máximo. Incluso, pensando a futuro en una producción a nivel de industria, los costos se reducirían aún más, lo que contrasta con la competencia más directa del mercado que sus precios superan por más del triple y no logran los mismos beneficios que este proyecto, en especial la del entrenamiento del tren inferior del usuario.

Por último, se necesita mucho más tiempo para lograr un producto acabado, ya que son demasiadas las variables a considerar en el diseño y más todavía los tests y validaciones de expertos que

se necesitan para aprobar una ayuda técnica médica como esta, a pesar de la motivación e interés personal que existe.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, H., López, R., Lozano, R., Torres, J. & Salazar, S. (2014). Modelado y Control de un Exoesqueleto para la Rehabilitación de Extremidad Inferior con dos grados de libertad. España: El Servier

Alonso, F., Arroyo, G., Font-Llagunes, J. & Vinagre, B. (2010). Diseño de una órtesis activa para ayuda a la marcha de lesionados medulares. Barcelona, España: Universitat Politècnica Catalunya

Alvarez, M. & Salinero, M. (s/f). Tratamiento de Fisioterapia en el Lesionado Medular. Toledo, España: [s.n].

Andrade, S., (2012). Metodología Canvas, una forma de agregar valor a sus ideas de negocios. Disponible en <http://www.innovacion.cl/reportaje/metodologia-canvas-la-nueva-forma-de-agregar-valor/>

Andrade, S., (2015). Get-Up, la silla de ruedas que permite ponerse de pie. Disponible en <http://www.innovacion.cl/2015/01/get-up-la-silla-de-ruedas-que-permite-ponerse-de-pie/>

Arcos, W. (2013). Control automático de un exoesqueleto de marcha para pacientes con discapacidad motora. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia

Arroyo, M., Martín, E., Alcaraz M. & Pascual F. (1998). Ortesis de Bipedestación y Marcha en la Lesión Medular. Madrid, España: El Servier.

Barbero, F., Calvo, J., Méndez, R., Martín, A., Quintana, E. & Rubens, J. (2004). Relación entre la

postura sedente y el mobiliario utilizado por una población escolar. España: Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología

Blankespoor, K., Nelson, G., Playter, R. & Raibert, M. (2008). BigDog, the Rough-Terrain Quadruped Robot. Estados Unidos: Boston Dynamics

Castillo, C. (2006). Equipamientos recreativos y de rehabilitación para personas con parálisis cerebral. Santiago, Chile: Pontificia Univesidad Católica

Clarín A. (s/f). Lesión medular y secuelas. Toledo, España: [s.n].

Cruz Roja. (s/f). Tipos y grados de discapacidad. Disponible en http://www.cruzroja.es/portal/page?_pageid=418,12398047&_dad=portal30&_schema=PORTAL30

Delgado, M., Forner, J., Giner, M., Miguel, I. & Miró, R. (2001). Lesión medular: Guía de autocuidado. España: Generalitat Valenciana

Emmer, G. (s/f). Exoesqueleto Rewalk. Recuperado de <http://www.exoesqueleto.com.es/argo-medical-technologies.html>

Emol. (2016). Infografía: Cómo se clasifican los nuevos grupos socioeconómicos en Chile. Disponible en <http://www.emol.com/noticias/Economia/2016/04/02/796036/Como-se-clsifican-los-grupos-socioeconomicos-en-Chile.html>

Fernández, E. (2003). Traumatología en atención primaria. Madrid, España: El médico interactivo Fondo Nacional de la Discapacidad. (2005). Pri-

mer estudio nacional de la discapacidad en Chile. Santiago, Chile: [s.n].

Fundación Prevent. (2010). Guía para conseguir una prevención de riesgos laborales inclusiva en las organizaciones. Madrid, España: Comunidad de Madrid.

García, E., García, E. & Mora, A. (2009). Lesión medular: Actuación desde la Terapia Ocupacional. Coruña, España: TOG

González, J. (2014). Bio-mímesis: Diseño de una prótesis natatoria para pacientes amputados en proceso de rehabilitación, entrenamiento y competición. Santiago, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile

González, V., (2008). Importancia de la práctica de deportes en personas discapacitadas para lograr una mejor calidad de vida. Disponible en <http://www.eumed.net/rev/cccss/02/gcss.htm>

Harvey, L., (2010). Tratamiento de la lesión medular. Guía para sioterapeutas. Barcelona, España: Masson.

Hernández, F. (2008). Diseño y construcción de prototipo neumático de prótesis de pierna humana. Puebla, Mexico: Universidad de las Américas Puebla

Hospital Nacional de Paraplégicos. (s/f). Guía de voluntariado en el Hospital Nacional de Paraplégicos. Disponible en http://www.infomedula.org/documentos/guia_voluntariado.pdf

Hospitales Nisa. (2014). Aprender a Caminar

de Nuevo. Funcionamiento y eficacia del robot Lokomat de Hospitales Nisa. Disponible en <http://www.neurorhb.com/blog-dano-cerebral/aprender-a-caminar-de-nuevo-funcionamiento-y-eficacia-del-robot-lokomat-de-hospitales-nisa/>

Instituto Nacional de Rehabilitación Pedro Aguirre Cerda. Programas. (s/f). Disponible en <http://www.inrpac.cl/programas/>

Khamashta, N. (2009). Estudio de una plataforma móvil para desplazarse sobre superficies irregulares. Barcelona, España: Escola Tècnica Superior d'Enginyeries Industrial i Aeronàutica de Terrassa

Llorente, L. & Robles, K. (2014). Experiencia de la terapia con Lokomat en pacientes portadores de Parálisis Cerebral y Síndromes Atáxicos, Instituto de Rehabilitación Infantil Teletón Concepción - Chile. Concepción, Chile: Clínica Las Condes.

Ministerio de Planificación., (2010). Ley 20422. Disponible en <http://www.leychile.cl/Navegar?idLey=20422>

Montalvo B., (2013). La ciencia del paisaje. Prácticas artísticas y nuevas tecnologías. Madrid, España: Creatividad y Sociedad.

Navarra, G. (2001). Las claves genéticas de la discapacidad. Recuperado de <http://www.lanacion.com.ar/313353-las-claves-geneticas-de-la-discapacidad>

Oliva, O. (2008). La discapacidad: Causas genéticas etc... . Recuperado de <http://perudiscapacitado.blogia.com/2008/083011-causas-geneticas-etc....php>

Organización Mundial de la Salud. (2011). Prefacio. Resumen informe mundial sobre la discapacidad. En Estética y diseño. Disponible en http://www.who.int/disabilities/world_report/2011/summary_es.pdf?ua=1

Prett, P., Simonetti, A. & Squella, P. (2010). Manual de accesibilidad universal (1a ed.). Santiago, Chile: [s.n].

Rehab. (s/f). Beneficios de la bipedestación. Recuperado de <http://www.rehab.com.ar/fotos/beneficios%20de%20bipedestaci%C3%B3n.pdf>

Rifton. (s/f). Standers. Recuperado en <http://www.rifton.com/products/standers>

Rodriguez, L. (2004). Diseño: Estrategia y táctica. México: SIGLO XXI.

Senadis., (2016). Manual de Procedimientos de Financiamiento de Ayudas Técnicas. Chile: Gobierno de Chile.

S/n. (2015). Bipedestación en Lesionados Medulares. Recuperado de <http://www.tododisca.com/bipedestacion-en-lesionados-medulares/>

Siddarth, S. & Girish, A. (s/f). Design and analysis of a 1-DOF walking mechanism. Estados Unidos: The Ohio State University.

Sunrise Medical Co. (2005). Consideraciones Biomecánicas en la silla de ruedas manual. Disponible en http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-bio/imagina__biomecanica_de_una_silla_de_ruedas.pdf

Tecnomagazine. (2011). Por n un robot bípedo que

camina de forma estable. Recuperado de <http://tecnomagazine.net/2011/09/28/por-n-un-robot-bipedo-que-camina-de-forma-estable/>

Teletón. (s/f). Laboratorio ortesis y protesis. Disponible en <http://www.teleton.cl/teleton/que-hacemos/rehabilitacion-integral/area-medico-terapeutica/laboratorio-ortesis-protesis/>

Teletón. (s/f). Lesión Medular Adquirida. Lesión Medular. Disponible en <http://www.teleton.cl/teleton/que-hacemos/rehabilitacion-integral/patologias/lesion-medular/lesion-medular-adquirida/>

Teletón. (s/f). Lesión Medular Congénita. Lesión Medular. Disponible en <http://www.teleton.cl/teleton/que-hacemos/rehabilitacion-integral/patologias/lesion-medular/lesion-medular-congenita/>

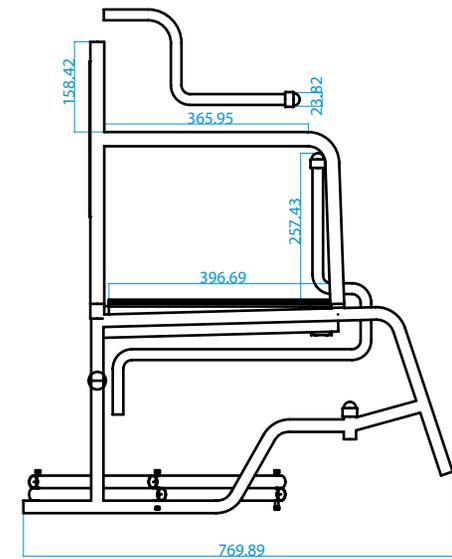
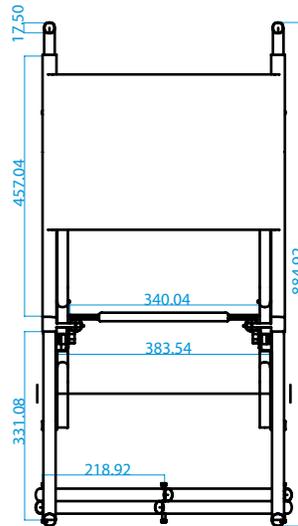
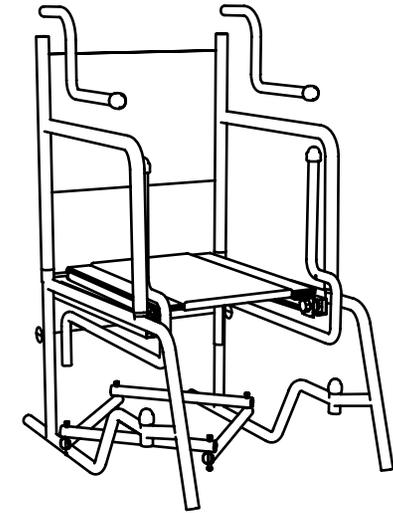
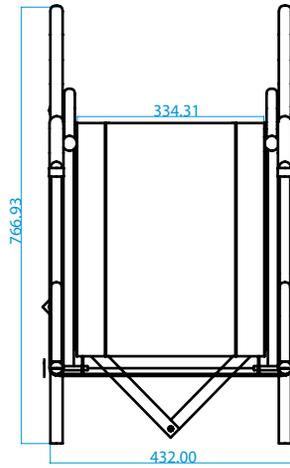
Teletón. (s/f). Teletón en cifras. Disponible en <http://www.teleton.cl/teleton/quienes-somos/historia/teleton-en-cifras/>

Valverde, J. (2015). Mecanismo Klann. Recuperado de <http://es.slideshare.net/JorgeValverde7/mecanismo-klann1-4835295?related=1>

Viñals, V., (2008). Actividad física para personas con discapacidades. Disponible en <https://elmusol.wordpress.com/2008/10/introduccion2.pdf>

ANEXOS

PLANIMETRÍAS PROTOTIPO



ESTRUCTURAS ALÁMBRICAS

