



PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CHILE

DISEÑO | UC

Pontificia Universidad Católica de Chile  
Escuela de Diseño

# BRÍO

Vehículo manual para el transporte de cargas a  
través de escaleras y terrenos irregulares.

---

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

Autor: **Francesca Martini Carter**

Profesor guía: **Alejandro Durán**

Julio de 2017. Santiago, Chile



# ÍNDICE

<b>1.- Introducción y motivación personal</b>	<b>1 - 5</b>	<b>7.- Formulación proyecto</b>	<b>54 - 55</b>
1.1 Acciones mecánicas básicas del cuerpo humano	2	7.1 Qué	
1.2 Discapacidad física vs. problemas de movilidad	3	7.2 Por qué	
1.3 Enfoque de la tecnología asistiva en la movilidad	4-5	7.3 Para qué	
<b>2.- Biomecánica en la ambulación de escaleras</b>	<b>6 - 13</b>	7.4 Objetivo General	
2.1 Descripción y fases	8-11	7.5 Objetivos específicos	
2.2 Comparación adultos jóvenes y adultos mayores	12-13	<b>8.- Proyecto</b>	<b>56 - 123</b>
<b>3.- Manipulación manual de carga</b>	<b>14 - 23</b>	<u>8.1 Descripción del sistema</u>	<u>56-67</u>
3.1 Definición manipulación manual de carga	16-17	a. Idea general	56-57
3.2 Categorización tipos de carga	18-19	b. Sistemas mecánico-físicos:	58-63
3.3 Problemas y recomendaciones para la manipulación manual de carga	20-23	- Rocker-Bogie	
<b>4.- Movilidad e interacción de los adultos mayores en la vida cotidiana (usuario y contexto)</b>	<b>24 - 41</b>	- Palanca	
4.1 Encuesta adultos	26-27	- Trinquete (Piñón libre)	
4.2 Entrevistas y seguimiento adultos mayores	28-33	b. Consideraciones ergonómicas	64-65
a. Proceso		c. Consideraciones escaleras públicas	66-67
b. Interacciones críticas		<u>8.2 Proceso de prototipado</u>	<u>68-109</u>
4.4 Contexto vida en altura	34- 41	a. Prototipo nº1.1 & 1.2	70-85
a. Accesibilidad		b. Prototipo nº2	86-97
b. Problemas ciudades en pendiente/edificios		c. Prototipo nº3	98-109
c. Ciudad tipo: Valparaíso		<u>8.4 Validación con testeo comparativo</u>	<u>110 - 115</u>
<b>5.- Oportunidad y requerimientos de diseño</b>	<b>42 - 43</b>	<u>8.3 Propuesta final</u>	<u>116 - 123</u>
<b>6.- Anteproyecto: Manipulación de carga asistida por dispositivos mecánicos</b>	<b>44 - 53</b>	a. Identidad y naming	118-119
6.1 Antecedentes	46-51	b. Partes y piezas (especificaciones técnicas)	120-123
a. Análisis de su funcionamiento		<b>9.- Conclusiones y proyecciones</b>	<b>124 - 127</b>
b. Comparación precios mercado		<b>10.- Bibliografía &amp; Referencias Imágenes</b>	<b>128 - 131</b>
6.2 Referentes	52-53	<b>11.- Anexo</b>	<b>132 - 149</b>
		10.1 Encuesta usuarios completa	134-137
		10.2 Preguntas entrevistas	138
		10.2 Planimetrías propuesta final	140-149



INTRODUCCIÓN Y  
**MOTIVACIÓN  
PERSONAL**

---

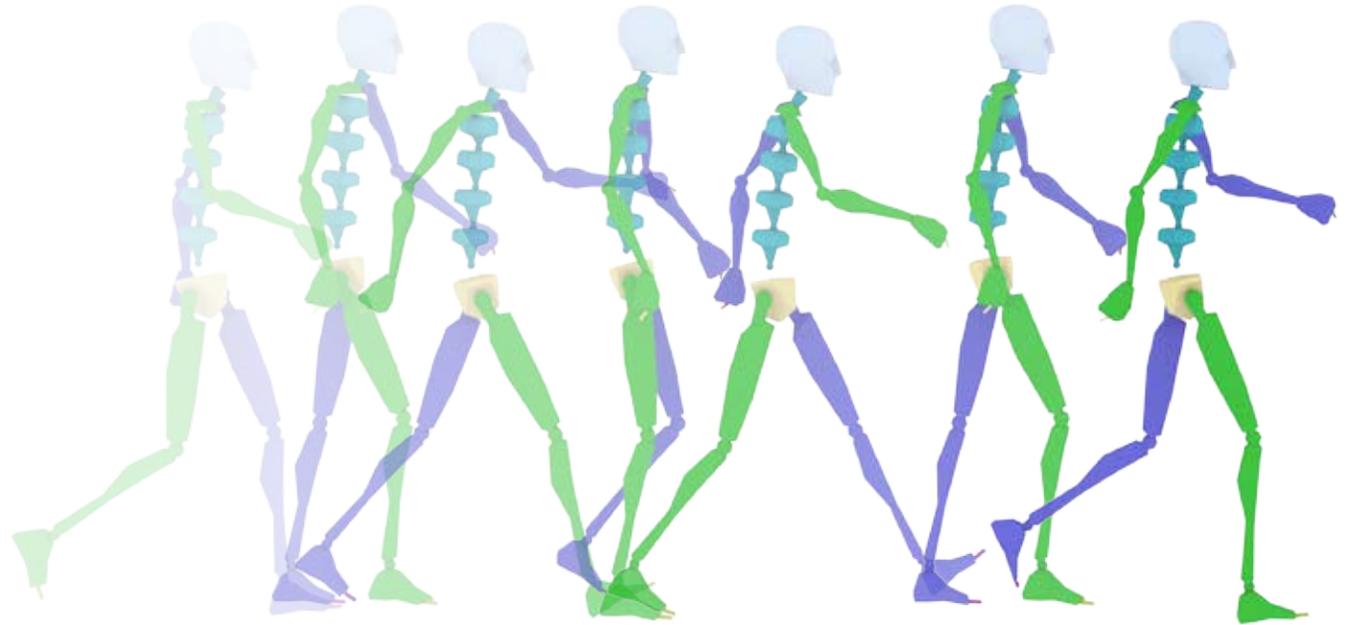
# MECÁNICA CORPORAL

A lo largo de la historia ha habido un interés por entender el cuerpo humano, su forma de funcionar y su forma de desenvolverse en su entorno. Si nos enfocamos específicamente en el esqueleto, nos encontramos con la mecánica corporal. Ésta se refiere a la forma en que nos movemos en las actividades que realizamos día a día.

De acuerdo a ciertos autores, las personas poseemos habilidades y destrezas básicas del cuerpo humano, las cuales son definidas de diferentes formas. En este caso se quiso contrastar las 2 que se consideraron más relevantes para la investigación. El primer ejemplo las explica como **“aquellas que son comunes a todos los seres humanos por estar representadas en su dotación genética”** (Trigo, 2000). El segundo, en cambio, dice que son **“aquellos movimientos que implican el manejo del propio cuerpo y aquellos en los que la acción fundamental se centra en el manejo de objetos”** (Godfrey y Kephart, 1969).

Entonces, los últimos autores las agruparon en 2 categorías; la primera categoría se fundamenta en el instinto biológico de desplazarse por el espacio conjugando direcciones, planos y ejes o también por la necesidad de mantener el equilibrio, tanto estático como dinámico. Mientras que la segunda categoría contempla movimientos que se producen al imprimir fuerza a los objetos y al recibir la propia de los objetos con los que se interactúa.

A pesar de que la definición de Trigo sea verídica y más actual, no todos los seres humanos pueden llevar a cabo dichas destrezas a causa de sus limitaciones físicas. Es aquí donde entra en juego el término de discapacidad y/o los problemas de movilidad.



# DISCAPACIDAD FÍSICA VS. PROBLEMAS DE MOVILIDAD

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS) la discapacidad es un término general que abarca las deficiencias, las limitaciones de la actividad y las restricciones de la participación. Las deficiencias son problemas que afectan a una estructura o función corporal; las limitaciones de la actividad son dificultades para ejecutar acciones o tareas, y las restricciones de la participación son problemas para participar en situaciones vitales.

Por consiguiente, es un fenómeno complejo que evoluciona y que resulta de la interacción entre las características del organismo humano y las barreras debidas a la actitud y al entorno que evitan su participación plena y efectiva en la sociedad, en igualdad de condiciones con las demás.

Las posibles causas de cualquier tipo de discapacidad son muy variadas, sin embargo se clasifican según su origen en genéticas, congénitas, perinatales y adquiridas. En este caso nos centraremos en la discapacidad física específicamente y definiremos las causas adquiridas puesto que tiene relación con la explicación que se dará sobre los problemas de movilidad.

## Causas adquiridas:

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, problemas nutricionales, emocionales, endocrinos y por envejecimiento. (Cruz Roja)

## Discapacidad física

Impedimento físico que requiere adaptación. Esto se asocia principalmente con fracturas de piernas, paros cardiacos, obesidad mórbida, trauma y esclerosis múltiple. Por esto, las personas con discapacidad física suelen usar productos como muletas, bastones, sillas de rueda u órtesis para obtener la movilidad que carecen.

## Problemas de movilidad (o grado de inmovilidad)

A pesar de que usualmente una discapacidad física implique cierto grado de inmovilidad, es importante diferenciar ambos términos.

Los problemas de movilidad implican limitación en el movimiento, independiente y con un propósito, del cuerpo o de una o más extremidades. Por esto, no sólo incluye personas con diferentes tipos de discapacidad física (temporal o permanente) sino que también a adultos mayores que a causa de los cambios en el cuerpo a medida que envejecen, pierden fuerza y masa muscular, tienen articulaciones menos móviles y más tensas pero no necesariamente su impedimento no coincide con la definición de discapacidad explicada previamente.

Finalmente, estos términos tienen importancia ya que **“Estadísticas recientes muestran una tendencia al rápido crecimiento en el número de personas con discapacidades físicas y personas que se encuentran en la vejez que necesitan ayuda externa en sus tareas diarias.”** Es por esto que nos referiremos al análisis que hacen Godfrey y Kephart al momento de hablar de las acciones mecánicas que realizamos normalmente.

## ENFOQUE DE LA TECNOLOGÍA ASISTIVA & EL DISEÑO EN LA MOVILIDAD

A causa de lo anterior han surgido conceptos que se han instaurado como parte de nuestro ámbito de trabajo, como sería el caso del diseño inclusivo. Cada decisión de diseño tiene el potencial de incluir o excluir usuarios, este tipo de diseño busca incluir a la mayor cantidad de personas, las cuales pueden tener variaciones en sus capacidades, necesidades y aspiraciones. Como dice **Elise Roy (2013)**, abogada, artista y defensora de los derechos humanos, “(...) **cuando diseñamos para la discapacidad primero, solemos encontrarnos con soluciones que no son solo inclusivas, sino que también suelen ser mejores que las que diseñamos para la normativa**”.

*El proyecto comenzó con la idea de desarrollar un producto que aportara a la inclusión de personas con cierto tipo de discapacidad física. Esto puesto que siempre he buscado generar un aporte social a través del diseño y que aunque sí existe cierta preocupación de parte de los chilenos hacia las personas con discapacidad, no se ve expresado en soluciones concretas.*

Lo que llamó la atención, y dió pie para iniciar la investigación, fueron las soluciones que entrega el mercado. Esto porque el enfoque de la mayoría de los productos para gente con discapacidad física o para adultos mayores está en la primera categoría de las habilidades y destrezas básicas, es decir, en la movilidad de la persona, para ayudar a su desplazamiento de un lugar a otro. En cambio, el ámbito de la manipulación de objetos se está abarcando principalmente desde el área de las órtesis y prótesis y gracias a los avances que ha tenido el área de la medicina, estos productos han tomado un rumbo nuevo, donde ya no sólo buscan reemplazar o reparar el cuerpo humano sino que aumentar sus capacidades y superar nuestras limitantes físicas.

En el caso de las prótesis se ha buscado poder tomar la mayor cantidad de objetos a pesar de sus diferentes formas, pero considerando objetos de menor tamaño o peso, es decir, enfocándose en la motricidad fina. Las órtesis, por otra parte, se han materializado en forma de exoesqueletos, pero están siendo diseñados para otros contextos, como el área

industrial donde se trabaja carga de forma manual, o para militares como lo sería el caso de DARPA en Estados Unidos.

Entonces, mientras nos enfocamos en llevar más allá las actividades que podemos hacer comúnmente, como lo sería el desplazarse, caminar, correr, etc. se ha dejado un poco de lado la acción mencionada previamente y que también se presenta en nuestra vida cotidiana de diferentes formas: la manipulación manual de cargas. Es aquí donde el rumbo del proyecto cambió, puesto que, independiente del contexto, es una situación que genera problemas físicos o accidentes si no se realiza de la forma o con el equipo adecuado, independiente de la capacidad física de la persona.

## MOVIMIENTOS CENTRADOS EN EL MANEJO DEL PROPIO CUERPO



## MOVIMIENTOS CENTRADOS EN EL MANEJO DE OBJETOS





---

AMBULACIÓN EN  
**ESCALERAS**

# BIOMECÁNICA

Un ámbito comprendido dentro de la mecánica corporal, y el cual es de un interés particular en el área de la biomecánica y del control motor, es la ambulación en escaleras. Debido a que es una actividad común en la vida cotidiana, la habilidad de hacerlo de forma eficiente es importante para la calidad de vida de un individuo.

El ascender y descender escaleras tiene un estrés adicional que caminar a nivel del suelo. Hay más fuerza, ángulos, poder, momentos y un rango de movimientos asociados al esqueleto, que se nombran a continuación:

- Inclinación lateral de pelvis (*Lateral pelvic tilt*)
- Flexión de rodilla en posición intermedia (*Knee flexion at midstance*)
- Interacción Rodilla-Tobillo-Pie (*Knee, ankle, foot interaction*)
- Rotación de Pelvis (*Pelvis rotation*)
- Valgo de rodilla (*Physiologic valgus of knee*)

Existen dos formas de subir escaleras:

- “*Step over step*” (un pie a cada peldaño)
- “*Step by step*” (ambos pies a un peldaño)

A pesar de que sea una acción que se lleva a cabo con facilidad por individuos sanos, es más difícil de realizar para aquellos con decrecimiento en funciones motoras, problemas de equilibrio o con función reducida de las extremidades bajas. Por ejemplo, los adultos mayores tienen mayor riesgo de tener caídas relacionadas con las escaleras debido a la percepción-acción biomecánica o limitaciones ambientales, lo cual lo vuelve una tarea desafiante (Startzell et al., 2000).

Es por esto que investigadores biomédicos declaran que **“incluso con un diseño perfecto, las escaleras son inherentemente difíciles de navegar para los humanos y su uso siempre conllevará accidentes”** (Abbas & Abdulhassan, 2013).

Un análisis comprensivo del movimiento al ascender escaleras puede respaldar la evaluación de la rehabilitación de la marcha, el reemplazo de articulaciones o el desarrollo de prótesis. En adición a esto, el análisis de los aspectos biomecánicos y motores involucrados pueden ser útiles en el diseño de ambientes públicos y privados donde se emplean escaleras.

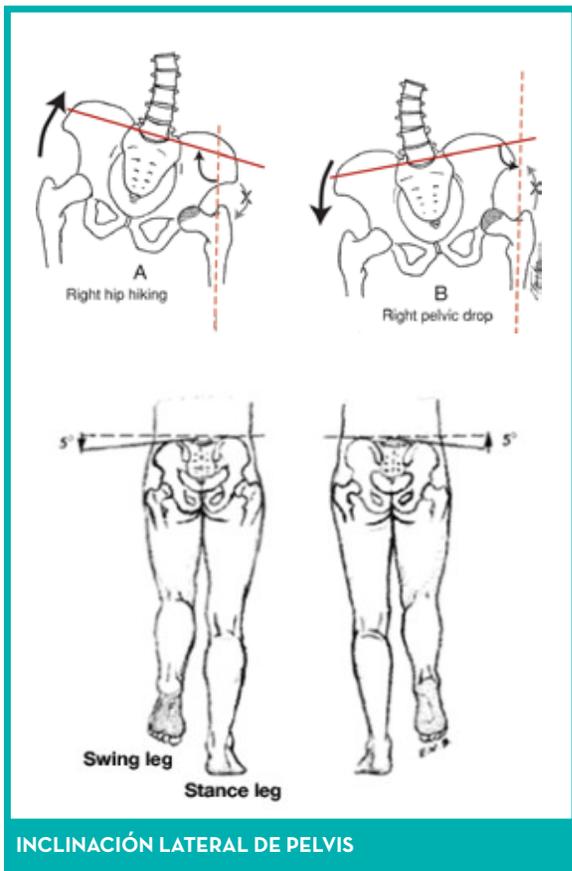


Fig. 2

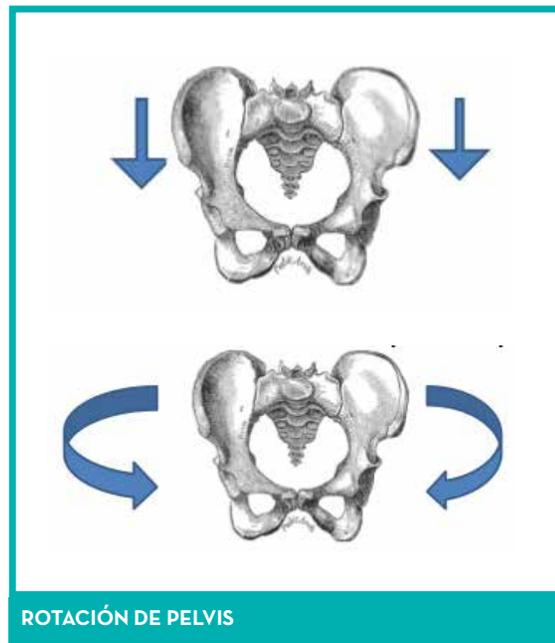


Fig. 3

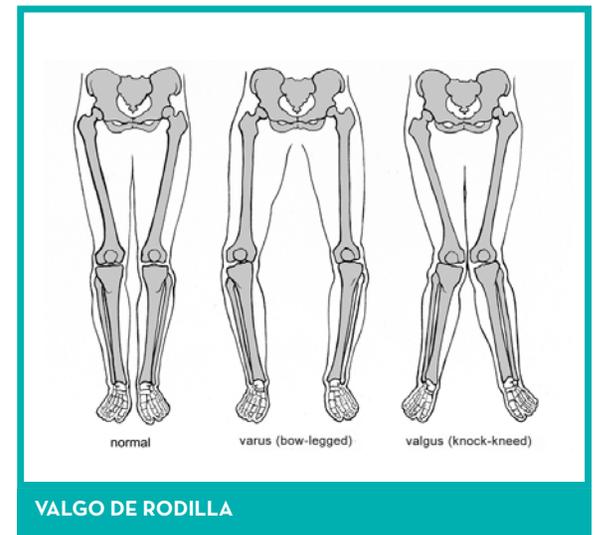


Fig. 4

## PATRÓN CÍCLICO (FASES & SUBFASES)

Durante el ascenso y descenso de las escaleras, las extremidades bajas se mueven en un patrón cíclico similar al de caminar en un nivel. El ciclo de andar para ambas tareas se divide en dos fases: la fase de soporte y la fase de balanceo. Cada una de estas fases se caracteriza por una duración de tiempo definida: ascenso de escaleras (66% soporte: 34% balanceo) y descenso de escaleras (60% soporte: 40% balanceo).

En términos de ambulación de escaleras las fases de soporte y balanceo se dividen en sub-fases. La fase de soporte durante el ascenso se subdivide en tres sub-fases:

1. Aceptación de Peso (WA -*Weight acceptance*- movimiento inicial del cuerpo hacia una posición óptima para ser alzado);
2. Empuje Vertical (VT -*Vertical Thrust*- progresión principal de ascender de un peldaño al peldaño subsiguiente).
3. Continuación Adelante (FC -*Forward Continuance*- ya se realizó el ascenso completo de un peldaño y hay una progresión continua hacia delante).

La fase de balanceo se subdivide en dos sub-fases:

1. Despeje Pie (FCL -*Foot Clearance*- movimiento de la pierna hacia el siguiente peldaño mientras el pie se mantiene despejado).
2. Ubicación Pie (FP -*Foot Placement*- levantamiento de la pierna “*swing*” y posicionamiento de la pierna para ubicar el pie en el peldaño de forma simultánea).

Similar al ascenso, la fase de soporte del descenso se divide en tres sub-fases:

1. Aceptación de Peso (WA)
2. Continuación Adelante (FC: el comienzo del soporte con una sola pierna y del cuerpo moviéndose hacia delante).
3. Descenso Controlado (CL -*Controlled Lowering*- la mayor porción de progresión cuando se desciende de un peldaño al siguiente).

La fase de balanceo se divide en dos sub-fases:

1. Tracción de Pierna (LP -*Leg Pull Through*- balanceo de la pierna)
2. Preparación para Ubicación del Pie (FP -*Preparation for Foot Placement*).

La posición intermedia o de transición entre la fase de soporte y balanceo se llamará fase intermedia (*Midstance*), la cual se representa por la línea negra en las tablas a continuación.

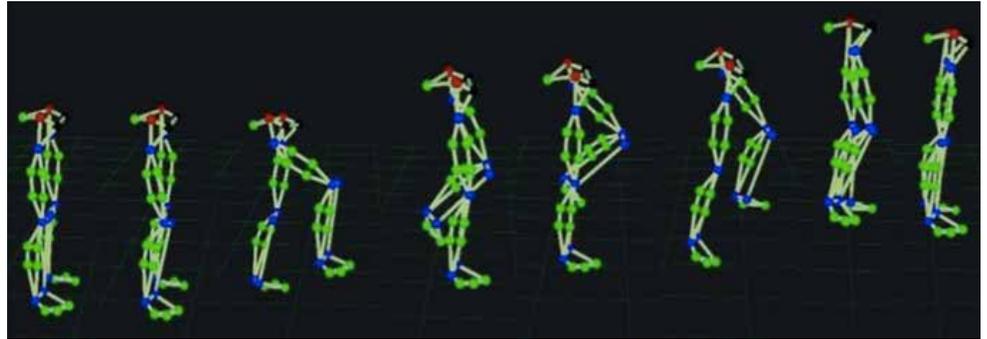
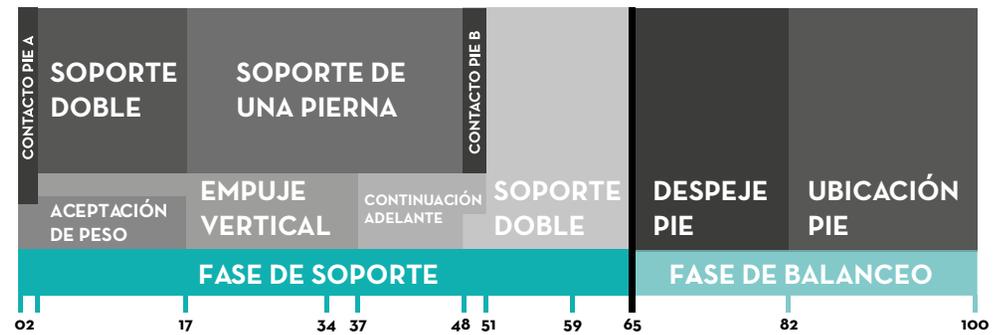


Fig. 5



FASES DEL ASCENSO DE ESCALERAS

Fig 6 & 7.

Los números a lo largo de la base representan el porcentaje del ciclo dedicado a cada fase o subfase desde el contacto inicial del pie A con las escaleras (0%) hasta el siguiente contacto del pie A con las escaleras (100%)



FASES DEL DESCENSO DE ESCALERAS

# ADULTOS JÓVENES & ADULTOS MAYORES

Ciertos estudios biomecánicos han evaluado la ambulación de escaleras de adultos jóvenes y adultos mayores mediante la manipulación de la arquitectura, el uso del pasamanos, la iluminación, la realización de tareas simultáneas cognitivas y el uso de estrategias de movimientos.

A grandes rasgos, los *insights* obtenidos implican la necesidad de (a) restringir el uso de zapatos con tacón durante la ambulación (b) **limitar el traslado de carga pesada** y (c) tratar de forma apropiada las lesiones de las extremidades bajas que restringen el rango de movilidad, como también las discapacidades visuales, de forma que se facilite el uso seguro de las escaleras.

Al observar en detalle los diferentes usuarios se pueden ver ciertas diferencias en la forma de llevar a cabo las fases y sub-fases, además de estrategias específicas para facilitar la tarea. En el caso del adulto joven:

Subir “*step-over-step*” disminuye la cadencia mientras incrementa la velocidad, la activación de los músculos y el costo metabólico. En contraste, realizar **la estrategia de “*step-by-step*” disminuye el peak de la flexión de la articulación, así como los momentos de flexión y fuerza**, particularmente durante el descenso.

**Las demandas físicas del uso de escaleras parecen reducidas con pausas en las transiciones de las escaleras**, tomar una estrategia de “*step-by-step*” más lenta en donde ambos pies tienen contacto con cada peldaño y mantener contacto con el apoyabrazos.

*Dual tasking* -emplear una tarea cognitiva-motora durante el ascenso y descenso- disminuye el desplazamiento de la articulación distal (distal se refiere a la lejanía hacia el punto de origen o inserción de un órgano, una parte, o cualquier punto de referencia, en este caso el tobillo) mientras que incrementa los desplazamientos de la cadera y del centro de masa medial-lateral. Realizar esto también incrementa los tiempos de los peldaños y perjudica el rendimiento de la tarea secundaria, así como también disminuye los rangos de carga, los momentos de flexión del tobillo y el despeje del pie (FC).

Estas alteraciones se ven potenciadas durante la transición inicial de los peldaños en comparación con la ambulación continua de las escaleras, sugiriendo una mayor demanda de recursos neuronales durante las transiciones, lo que es consistente con la tendencia de caer en el inicio o el final de la escalera y mientras se está distraído. Por lo tanto, el uso de escaleras requiere la atención de la persona, lo que implica que los ambientes con escaleras y el comportamiento del usuario tienen que enfocarse en estar pendiente de la acción de usar las escaleras para así optimizar el rendimiento y reducir las caídas.

En conclusión, **“El riesgo de caídas durante el ascenso de una escalera se incrementa mientras se realizan tareas simultáneas como hablar y/o trasladar un objeto”** (Startzell et al., 2000; Ojha et al., 2009; Mudaihat et al., 2010).

En comparación a los adultos jóvenes, los adultos mayores ascienden y descienden escaleras más lento, con una fase de soporte o de doble soporte (apoyados con ambos pies) más larga, y con fuerzas verticales disminuidas en el momento de la aceptación de peso y del empuje vertical, pero con mayor fuerza en la posición intermedia. En otras palabras, la fase de balanceo es más corta, los movimientos son más bruscos puesto que se apresura en volver a pisar y pasa más tiempo con ambos pies apoyados.

Se han reportado estrategias de precaución en los adultos mayores y son más evidentes en aquellos con miedo a caerse o con alguna discapacidad. Estos descubrimientos sugieren que las intervenciones para adultos mayores necesitan enfocarse en la falta de coordinación motora además de la fuerza.

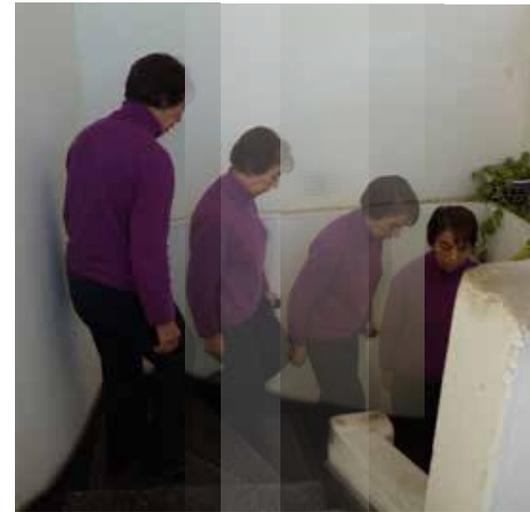
Nuevamente se observa que las circunstancias en que suceden las caídas incluyen comportamientos riesgosos, tales como usar escaleras cargadas con objetos, trasladar objetos por las escaleras, usar las escaleras con calcetines y no utilizar el pasamanos. Además, **el 57% de los adultos mayores reportan haber realizado al menos alguna de estas acciones**. Lo más preocupante de las caídas en escaleras es que, comparado con caídas mientras se camina, representan un riesgo desproporcionadamente alto en cuanto a mortalidad o lesión grave tales como trauma cerebral y fractura de las caderas. El uso de las escaleras es un factor significativo de fractura de caderas en cuanto a lesiones relacionadas con caídas para los adultos mayores.



10.



11.



12.



MANIPULACIÓN  
**MANUAL**  
DE CARGA

---

# DEFINICIÓN MANIPULACIÓN MANUAL

La **manipulación manual de cargas** se define como **“cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de una o varias personas, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, en particular dorsolumbares”** (INSHT, 1997). Por lo tanto, hay dos conceptos fundamentales que se deben tener en cuenta, el de carga y el de manipulación manual.

**Carga** se entiende como cualquier objeto susceptible de ser movido incluyendo la manipulación de personas o animales y no sólo de objetos inanimados. Por lo tanto, podría realizarse en un contexto de trabajo o también en un contexto cotidiano como lo sería el traslado de un niño o de productos básicos como alimentos.

En general, se acepta que la manipulación de cargas superiores a 25 kg constituye un riesgo sólo por el factor peso para hombres adultos y sanos, aunque las condiciones ergonómicas en que se produzca dicha manipulación sean adecuadas.

En cambio, si la manipulación la va a realizar una población amplia, especialmente si está compuesta por mujeres, jóvenes y/o adultos mayores, el peso recomendado de la carga no debe superar los 15 kg.

Por otro lado, **manipulación manual** se define como cualquier tarea de transporte o sujeción con las manos u otras partes del cuerpo. Podemos considerar seis actividades elementales:

· Levantamiento y descenso: En el levantamiento, la fuerza se realiza contra la fuerza de gravedad y a favor de ella durante el descenso.

· Sujeción: Simplemente sostener la carga.

· Transporte: Corresponde a la tarea de trasladar una carga mientras se sostiene con los brazos, o colgada del hombro o a la espalda, sin asistencia mecánica.

· Empuje y arrastre: Corresponde a las tareas en las que la carga se mueve en el plano horizontal sin tenerla sostenida. En el arrastre, la fuerza es dirigida hacia el cuerpo y en la tarea de empuje, se aleja del cuerpo.

Estas tareas son algo menos fatigantes y menos dañinas para la espalda que las de elevación, descenso o transporte, fundamentalmente cuando la carga es muy pesada, frágil o difícil de sujetar, ya sea por el tamaño o la forma, ya que el peso de la carga es soportado en mayor medida por el suelo y se requiere menos fuerza para mantener la carga en movimiento.

Fig 8.



Fig 9.



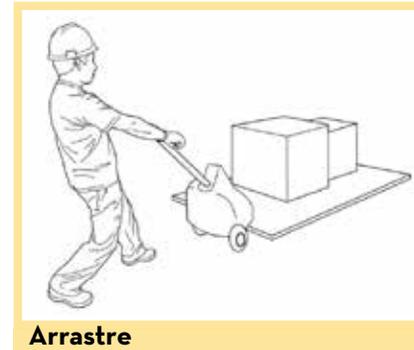
Fig 10.



Fig 11.



Fig 12.



# TIPOS DE CARGA

Existen diferentes criterios para clasificar los tipos de carga. En la industria usualmente se considera carga en todos los estados (sólido, líquido o gaseoso) pero, puesto a que en este caso el enfoque está en actividades cotidianas o de forma individual, nos centraremos en clasificaciones que tienen relación a la forma y peso de los materiales.

## **Carga General**

Es aquella que se presenta en estado sólido, líquido o gaseoso, y que estando embalada o sin embalar, puede ser tratada como unidad. Deben cumplir con los siguientes criterios:

- No representar un riesgo para la salud.
- No atentar contra la seguridad de quienes los manejan y del medio ambiente.
- No contar con un tiempo definido de vida.

Los criterios en los que se puede categorizar la carga general y en los que quisimos ahondar son los siguientes:

- Según su volumen o dimensiones:

En este caso, las primeras dos clasificaciones son las más pertinentes al enfoque del proyecto, pero de todas formas se explicarán las 5 siguientes de forma breve para comprender la categorización en su totalidad.

Cargas pequeñas: las podemos coger con las manos, como bolígrafos, cuadernos o cajas de zapatos.

Cargas medias: son de un tamaño algo mayor llegando hasta un peso aproximado de 10 kgs, pero que también se pueden manipular con las manos. Por ejemplo garrafas, cajas de leche o sacos.

Cargas unitarizadas o paletizadas: mercancías cuya carga se prepara sobre elementos auxiliares tipo palet y que son movidas por equipos de manutención como carretillas elevadoras.

Cargas voluminosas: similares a las cargas paletizadas, con la diferencia de que su volumen o dimensión forman parte del mismo producto y que, generalmente, no podemos apilar unas encima como refrigeradores o lavadoras.

Cargas con dimensiones especiales: necesitan ser manipuladas con grúas elevadoras, grúas puente, etc. Por ejemplo vigas de hierro, tubos de cemento o planchas metálicas.

Cargas muy voluminosas: aquellas que, bien por agrupar varias mercancías de gran tamaño

o porque el volumen de una sola unidad de producto sea grande, para su manejo se precisa de medios de manipulación y transporte especiales. Por ejemplo, contenedores para cargar barcos, remolque de un camión.

Cargas de volumen excepcional: aquellas que tienen dimensiones excesivamente grandes, motivo por el cual precisan de medios de transporte especiales o que incluso sobrepasan las medidas de los mismos y son transportados bajo una señalización especial, por ejemplo: troncos de árboles que sobrepasan la longitud del camión que los transporta.

- Según su peso:
  - Cargas ligeras
  - Cargas medias
  - Cargas pesadas
  - Cargas muy pesadas

A pesar de que esta última categoría sea relativa a la masa muscular que posee la persona, siempre estará el límite máximo de 25 kg como referencia, lo cual permite elaborar tablas como la que se presenta a la derecha -obtenida de un manual de manipulación manual realizado por la compañía australiana WorkSafe- en donde se compara cuántas serían las personas necesarias para manipular cargas con distintos pesos (voluminosas o incómodas de tomar) tanto de forma manual como si se utiliza maquinaria manual o motorizada, considerando un tramo plano de 15 metros o menos. Mediante esto nos podemos dar cuenta que las ayudas mecánicas, ya sean manuales o motorizadas, facilitan el proceso ya que reducen notoriamente la cantidad de personas requeridas para la manipulación y traslado.

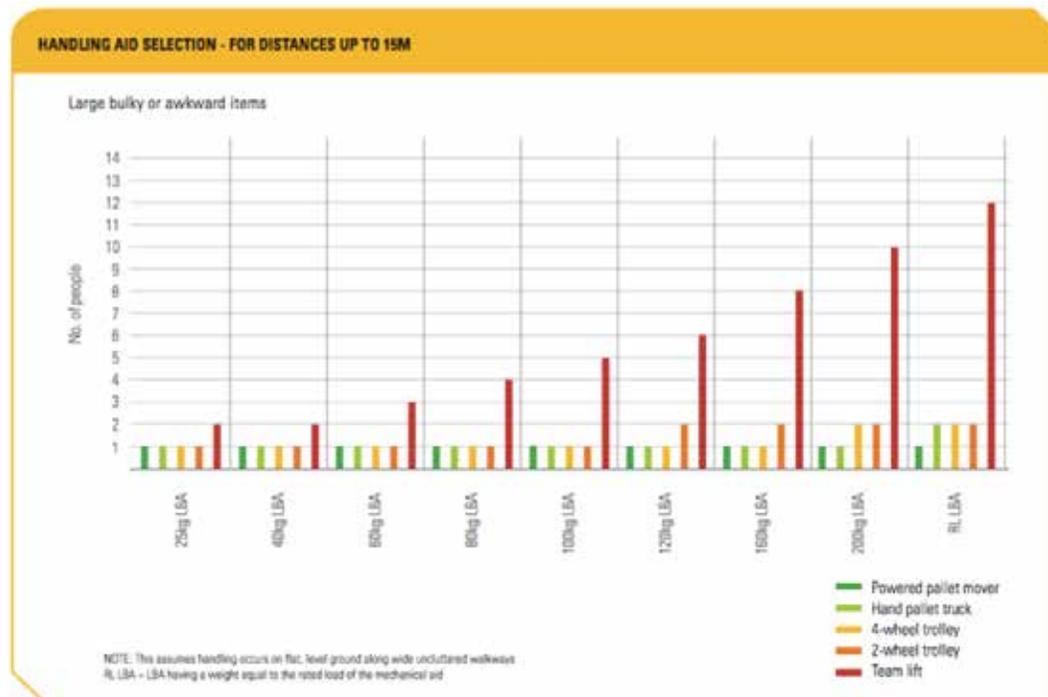


Fig 13.

## PROBLEMAS DE LA MANIPULACIÓN MANUAL

En las tablas a la derecha se muestran los factores de riesgo al realizar la manipulación. El problema común a todos los puntos es que usualmente provocan que el cuerpo no esté en una postura neutra y se genere una lesión.

Las **posturas neutras** son un rango de posturas donde los músculos trabajan adecuadamente y la articulación está bien alineada. Generalmente, coinciden con el punto medio del movimiento de la articulación. El adoptar dichas posturas en el trabajo tiene 3 grandes beneficios:

- Permiten realizar el trabajo aumentando la eficiencia (menos esfuerzo y más rendimiento).
- Minimizan la tensión de músculos, tendones, nervios y huesos.
- Permiten un mayor control sobre la tarea.

En cambio, en las situaciones mencionadas o a causa de los objetos mencionados, se suelen adquirir posturas forzadas, es decir, las articulaciones no se encuentran en posiciones neutras. Si dichas posturas se mantienen por un periodo continuado y sostenido en el tiempo, pueden provocar lesiones musculoesqueléticas.

### FACTORES DE RIESGO

#### CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA

- **Es demasiado pesada o grande.**
- Es voluminosa o difícil de sujetar.
- Está en equilibrio inestable o su contenido corre el riesgo de desplazarse.
- Debe sostenerse o manipularse a distancia del tronco o con torsión o inclinación del mismo.
- Puede ocasionar lesiones debido a su aspecto exterior o a su consistencia.

### CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO DE TRABAJO

- El espacio libre, especialmente vertical, resulta insuficiente para el ejercicio de la actividad.
- **El suelo es irregular y puede dar lugar a tropiezos, o es resbaladizo para el calzado.**
- **La situación o el medio de trabajo no permite la manipulación manual de cargas a una altura segura y en una postura correcta.**
- **El suelo o el plano de trabajo presentan desniveles que implican la manipulación de la carga en niveles diferentes.**
- El suelo o el punto de apoyo son inestables.
- La temperatura, humedad o circulación del aire son inadecuados.
- La iluminación no es adecuada.

### FACTORES INDIVIDUALES DE RIESGO

- Falta de aptitud física para realizar la tarea.
- Inadecuación de las ropas, el calzado u otros efectos personales.
- Insuficiencia o inadaptación de los conocimientos o de la formación.
- Existencia previa de patología dorsolumbar.

### EXIGENCIAS DE LA ACTIVIDAD

- Esfuerzos físicos demasiado frecuentes o prolongados en los que intervenga en particular la columna vertebral.
- Periodo insuficiente de reposo fisiológico o de recuperación.
- Distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte.
- Ritmo impuesto por un proceso que el trabajador no puede modular.

### ESFUERZO FÍSICO NECESARIO

- Es demasiado importante.
- No puede realizarse más que por un movimiento de torsión o flexión del tronco.
- Puede acarrear un movimiento brusco de la carga.
- Se realiza mientras el cuerpo está en posición inestable.
- Se trata de alzar o descender la carga con necesidad de modificar el agarre.

# RECOMENDACIONES PARA LA MANIPULACIÓN MANUAL

Existen ciertas reglas fundamentables al momento de realizar manipulación manual para evitar lesiones, teniendo en cuenta el concepto de posición neutra.

En primer lugar, es necesario entender cómo actúa nuestra columna vertebral: el disco intervertebral que actúa a modo de amortiguador elástico entre vértebras, está formado por un anillo fibroso y un núcleo pulposo. Una presión desequilibrada en el disco intervertebral puede provocar que el núcleo cartilaginoso escape fuera del disco y provoque la compresión de las raíces nerviosas. Puede resultar muy doloroso y ocasionar una disminución en la movilidad de los miembros y hasta parálisis (Fig. 10).

En relación a la ambulación en escaleras y el traslado de cargas al realizar esta acción, la regla más importante que hay que tener en cuenta es mantener la columna derecha y cargar el peso de forma simétrica, es decir, sin inclinarse hacia un lado a causa del objeto que se traslada (Fig. 11).

Como se mencionó previamente, existen ciertas recomendaciones sobre el peso máximo a manipular tanto para hombres como para mujeres. Este peso máximo tiene relación a como se toma la carga, como se muestra en la Fig.12

En Chile había regulación en el ámbito laboral pero que permitía manipular cargas de hasta 50 kg para ambos sexos. Hoy, en cambio, se modificó la ley, la cual comenzará a regir a partir de Septiembre del presente año, que indica lo siguiente:

Ley N°20.049 “Modifica el Código del Trabajo para Reducir el Peso de las Cargas de Manipulación Manual”.

Artículo 211-H.- Si la manipulación manual es inevitable y las ayudas mecánicas no pueden usarse, no se permitirá que se opere con cargas superiores a 25 kilogramos.

Artículo 211-J.- Los menores de 18 años y las mujeres no podrán llevar, transportar, cargar, arrastrar ni empujar manualmente, y sin ayuda mecánica, cargas superiores a 20 kilogramos.

El problema en relación a esto es que a pesar de que hay una mayor conciencia en el ámbito laboral, no se concientiza a las personas en la vida cotidiana.

Existen cálculos, como la ecuación desarrollada por NIOSH (The National Institution for Occupational Safety and Health) la cual asesora las condiciones de levantamiento de una carga mediante el uso de seis factores. Dichos factores son los más influyentes en la dificultad de la manipulación, los cuales se combinan en la ecuación para evaluar una tarea de elevación y descenso específica, generando un límite de peso recomendado (Recommended Weight Limit -RWL-) para la tarea.

El RWL es la carga que casi todos los empleados sanos (90% de la población adulta, 99% de los hombres empleados y 75% de las mujeres pueden levantar durante un periodo sustancial (hasta 8 horas) sin poner una carga excesiva en la espalda. Este es calculado mediante la división del peso de la carga por el límite recomendado de peso.

Dependiendo del nivel obtenido (mayor que 1) se indica que el peso levantado excede el RWL y se debería solucionar usando tanto herramientas administrativas como ingenieriles.

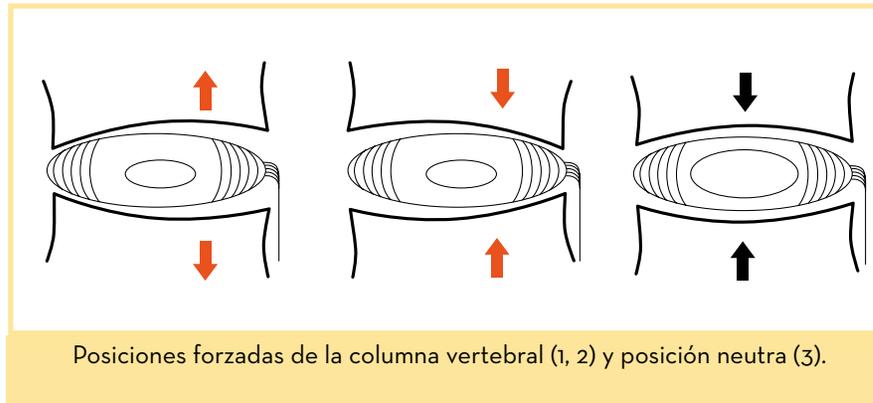


Fig 14.



Fig 15.

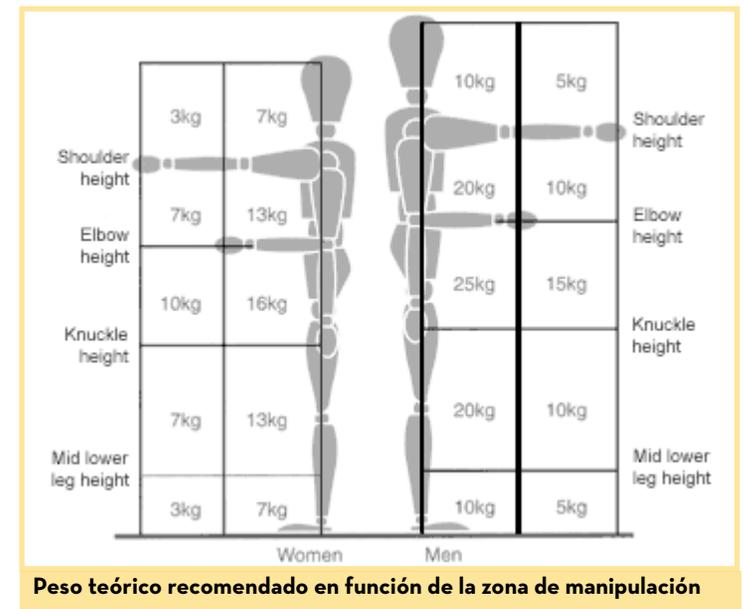


Fig 16.



---

**MOVILIDAD E  
INTERACCIÓN  
DE ADULTOS  
MAYORES**  
EN LA VIDA COTIDIANA

# ENCUESTA ADULTOS JÓVENES Y MAYORES

Se llevó a cabo una encuesta a personas (hombres y mujeres) que se hicieran cargo del hogar o que realizaran compras (ya sea de mercadería en supermercados o ferias y de objetos de consumo en centros comerciales o tiendas independientes).

Fue respondida por 110 personas, en un rango de edad entre 20 y 60 años. Los resultados más pertinentes se muestran a continuación.

Al analizar las respuestas se puede deducir que a pesar de que un poco más de la mitad de los usuarios consideran que el contenedor que utilizan les genera dolor o están trasladando más peso del que deberían, pocos buscan una alternativa a las bolsas plásticas.

Los dolores que tienen en el cuerpo se relacionan con la explicación previa sobre las posturas forzadas. Las bolsas especialmente generan el que la columna vertebral no esté alineada, ya que, el peso en cada brazo no es el mismo y además, cortan la circulación de las manos.

Por otra parte, las personas con mayores dificultades son quienes se movilizan en medios de transporte público o a pie, puesto que tienen que lidiar con una mayor cantidad de escaleras, desniveles o calles en mal estado (principales lugares de conflicto). De estos puntos, las escaleras son las que generan más complicaciones y/o fatiga por las razones que se muestran en la Fig. 16. Cualquier persona que vive en un edificio sin ascensor va a apreciar un carro para escaleras. Llegar con un auto lleno de mercadería a la casa hasta un tercer piso caminando puede requerir de múltiples viajes arriba y abajo de las escaleras.

**Al comprar ¿qué tipo de contenedor utilizas?**

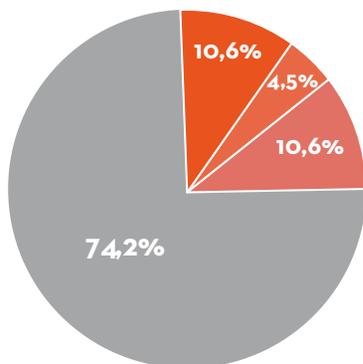


Fig 17.

**¿Te genera dolores y/o crees que llevas más peso del que deberías?**

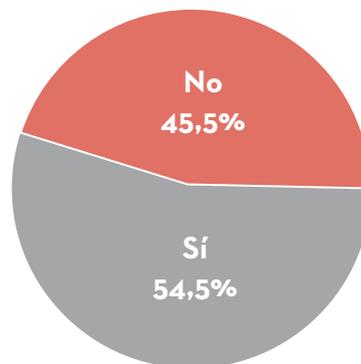


Fig 18.

**¿Has evitado comprar algo porque creíste que no serías capaz de trasladarlo?**

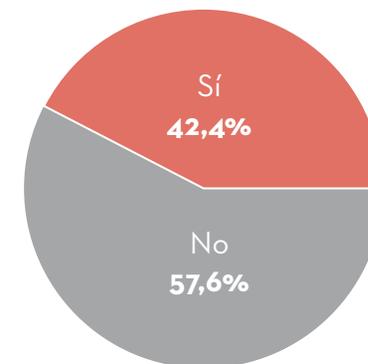


Fig 19.

- Bolsas plásticas
- Bolsas de género
- Mochila
- Carrito

### ¿Dónde tienes más dificultades?

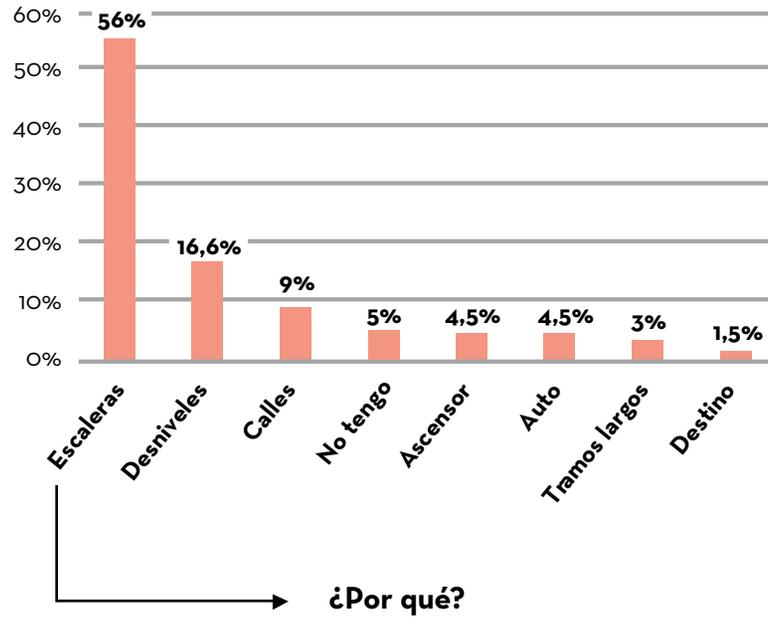


Fig 20.

### ¿Por qué?

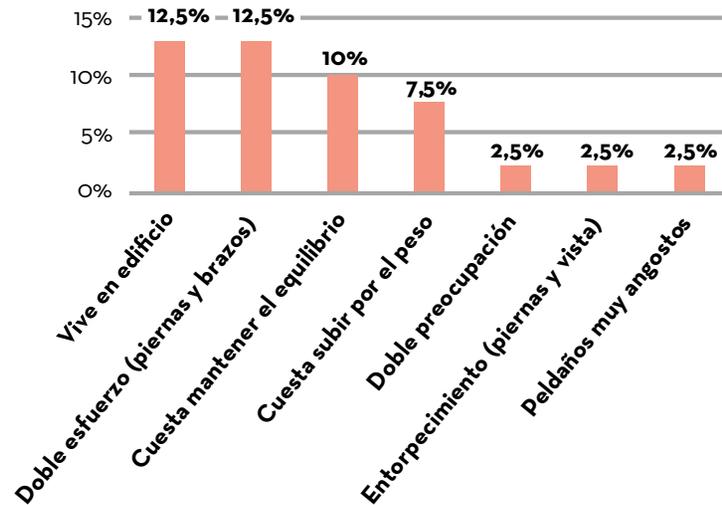


Fig 21.

## USUARIO EXTREMO: ADULTO MAYOR

El diseño se realizó tomando en consideración a un adulto mayor autovalente. Autovalente es aquella persona adulta mayor capaz de realizar las actividades básicas de la vida diaria.

Estadísticas entregadas por INE muestran que este tipo es el más frecuente en nuestro país. Si consideramos a quienes tienen riesgo de dependencia y quienes no, representan el 87% entre los 65 y 69 años, 75% entre los 70 y 79 y finalmente el 48% en mayores de 80 años (Fig. 22).

Este usuario suele realizar las tareas del hogar, como ir a la feria o al supermercado, momento en el que tienen que lidiar con la situación de trasladar cargas pesadas, lo que se torna especialmente difícil puesto que, debido a su edad, ha perdido gran parte de su masa muscular (bajo porcentaje IMC) y/o sufre de problemas musculoesqueléticos, por lo que a pesar de querer mantener su independencia evita realizar fuerza en situaciones cotidianas y opta por pedir ayuda. Esta decadencia se ve reflejada en investigaciones y estudios, un ejemplo es el estudio Framingham en el cual el 40% de las mujeres entre 55 y 64 años, 45% de las mujeres entre 65 y 75 años y 65% de las mujeres entre 75 y 84 años fueron incapaces de levantar 4.5 kg (Jette and Branch, 1981). Además, información transversal y longitudinal indica que la fuerza muscular declina aproximadamente un 15% por década en la sexta y séptima década y alrededor de 30% luego de eso (Mazzeo et al. 1998).

Dentro de las complicaciones más comunes están las que se enlistan a continuación:

- Dolor de espalda
- Osteoporosis
- Pérdida de fuerza
- Pérdida de motricidad
- Pérdida de coordinación
- Baja resistencia a actividad física
- Poca movilidad

Todo lo anterior les genera dificultades al momento de enfrentarse a situaciones cotidianas como la que explicábamos previamente. En la Fig. 23 podemos encontrar las dos problemáticas mencionadas, el **subir / bajar escaleras** y el **tomar / manipular objetos**.

Finalmente, los adultos mayores particularmente deben trasladar varias pertenencias, como medicamentos, burritos plegables y asientos quiroprácticos. Cuando no tienen una enfermera que los ayude un carro para escaleras puede servir. Estos carros también ofrecen independencia; mientras que los asilos u otros lugares diseñados con ellos en mente pueden tener rampas para carros, las áreas públicas como malls u oficinas pueden que no.

Condición de Funcionalidad por Grupo Etario  
Chile 2013

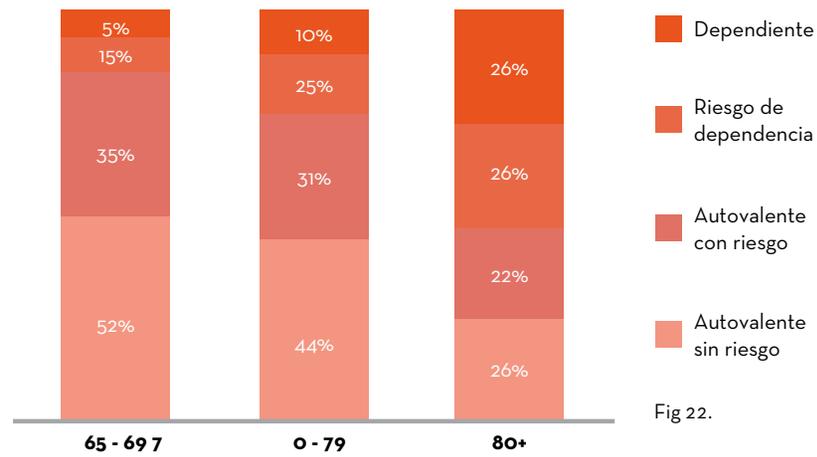


Fig 22.

Dificultad para realizar actividades de la vida cotidiana  
en adultos mayores según sexo

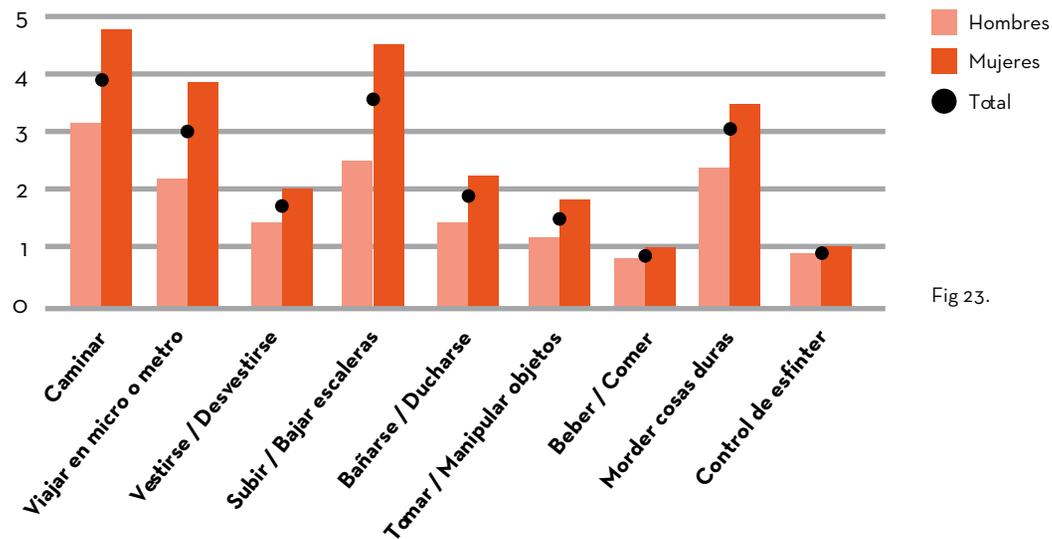


Fig 23.

Se entrevistó y acompañó a 5 usuarios en el proceso de compra para saber cuáles eran sus problemas físicos en relación a la vejez, cuál era su rutina diaria y si tenían problemas en relación al tema. La información más importante se muestra a continuación:



15.

### ELENA TORRES SIERRALTA

**Edad:** 87 años

**Dolores físicos y/o accidentes:** Hipertensión y principio de osteoporosis en la cadera derecha.

**Domicilio:** Las Condes, Santiago.

**Proceso de compra:** Su hijo la ayuda una vez a la semana a hacer las compras y se encarga del traslado de todas las bolsas por lo que no realiza fuerza.



16.

### VICENTA DEL CAMPO FRÍAS

**Edad:** 88 años

**Dolores físicos y/o accidentes:** Sufrió una caída hace poco tiempo y se siente asustada de que pase de nuevo.

**Domicilio:** Providencia, Santiago.

**Proceso de compra:** Va al supermercado sola en la semana a comprar cosas de consumo diario pero para las compras mensuales sus hijos o nietos la llevan al supermercado en auto o taxi.



17.

## HERNÁN GONZÁLEZ

**Edad:** 70 años

**Dolores físicos y/o accidentes:** Ataque cerebrovascular le dejó la mitad del cuerpo más débil.

**Domicilio:** Las Condes, Santiago.

**Proceso de compra:** Sólo las realiza con ayuda de su ex-esposa o de su hija puesto que le cuesta moverse, especialmente el subir escaleras.



18.

## ANNA BUSTAMANTE

**Edad:** 78 años

**Dolores físicos y/o accidentes:** Artrosis y operación del menisco (rodilla).

**Domicilio:** Cerro Barón, Valparaíso.

**Proceso de compra:** Va todos los viernes al mercado acompañada de su vecina para el consumo diario y una vez al mes al supermercado para las compras mensuales, para lo cual se moviliza en taxi.



19.

## MARCIAL CALDERÓN

**Edad:** 65 años

**Dolores físicos y/o accidentes:** Paraparesia espástica

**Domicilio:** Cerro Las Cañas, Valparaíso.

**Proceso de compra:** Debido a su condición le cuesta especialmente subir las escaleras, aún es capaz de bajar al plano de Valparaíso por su cuenta pero necesita la ayuda de su hermana para volver a subir a su casa en auto.

# INTERACCIONES CRÍTICAS

Luego de la investigación teórica y en terreno se llegó a varias conclusiones en las diferentes etapas del proceso de compra. En primer lugar, los usuarios requerían de dos habilidades principales:

- Fuerza: tomar los productos solos y en conjunto para trasladarlos.
- Equilibrio/Resistencia: agacharse repetidas veces para alcanzar productos y sostenerlos mientras se camina. Además, tener que realizar esta misma acción tanto en la ambulación de escaleras como en el traspaso de desniveles y veredas.

## En relación al trayecto:

- Hay múltiples puntos de contacto con automóviles (salidas de estacionamientos) lo que puede generar mayores tiempos de espera mientras se traslada la carga.
- Miedo a sufrir algún accidente. Se le da mucha importancia a la seguridad en el camino para no caerse.
- Muchos desniveles y/o escaleras. Estas últimas generan mayor miedo (se pide al acompañante que vaya atrás por si se cae subiendo y por delante por si se cae bajando) especialmente con las bolsas en la mano.
- A pesar de lo anterior son imprudentes en ciertos lugares puesto que buscan acortar el camino. Esto lo hacen mediante atajos (Elena Torres) o cruzando donde no se debe porque no hay semáforo o cruce peatonal o incluso hay una barrera que debería impedirlo (Vicenta del Campo).

## En relación al supermercado:

- Se usan los dos tipos de carros (normales y pequeños -de plástico-).
- Dichos carros son incompatibles con personas con discapacidad. Un adulto mayor tuvo que introducir su bastón en el carro.
- Muchos productos están fuera de alcance (muy altos) o generan la necesidad de agacharse lo que puede generar dolores lumbares puesto que suele hacerse de la forma incorrecta (doblando la espalda y no agachando el cuerpo completo).

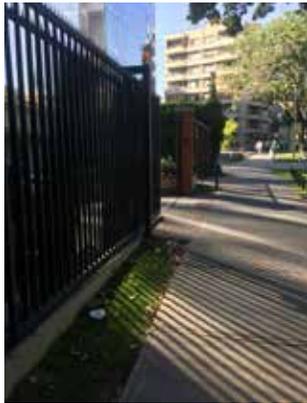
## En relación a las compras:

- Búsqueda de ayuda externa en el proceso de compras -ya sea de un familiar, vecino o taxista/chofer-
- Evasión a realizar fuerza (se le pide a la persona que la acompaña).
- Cuando va sola a comprar lleva poco peso (compra diaria o semanal), en cambio cuando va acompañada aprovecha de comprar cosas más pesadas (compra mensual).

20.



21.



22.



23.



24.



25.



26.



27.



Compra independiente (3kg) vs.compra acompañada (8 kg)



CONTEXTO  
**VIDA EN  
ALTURA**

---

# ACCESIBILIDAD

Como se describió en un comienzo, la situación de discapacidad se da a causa del entorno que rodea a la persona. Es por esto que es fundamental considerar el concepto de accesibilidad. De acuerdo al Manual de Accesibilidad Universal del Gobierno, accesibilidad es “el conjunto de características que debe disponer un entorno urbano, edificación, producto, servicio o medio de comunicación para ser utilizado en condiciones de comodidad, seguridad, igualdad y autonomía por todas las personas, incluso por aquellas con capacidades motrices o sensoriales diferentes”.

Una buena accesibilidad es aquella que pasa desapercibida a los usuarios. Esta “*accesibilidad desapercibida*” implica algo más que ofrecer una alternativa al peldaño de acceso: busca un diseño equivalente para todos, cómodo, estético y seguro. Siendo este último requisito fundamental en el diseño, si carece de seguridad en el uso para un determinado grupo de personas, deja de ser accesible. Entonces, tiene una relación directa con el enfoque del diseño inclusivo ya mencionado.

Finalmente, el concepto clave para la investigación llevada a cabo, es el de **cadena de accesibilidad**, el cual se refiere a la capacidad de aproximarse, acceder, usar y salir de todo espacio o recinto con independencia, facilidad y sin interrupciones. Si cualquiera de estas acciones no son posibles de realizar, la cadena se corta y el espacio o situación se torna inaccesible. Entonces, **El desplazamiento físico de una persona, entre un punto de origen y un destino, implica traspasar los límites entre la edificación y el espacio público o entre éste y el transporte; ahí radica la importancia en la continuidad de la cadena de accesibilidad.**

29.



30.



31.



32.



## CONTEXTO CHILE

Los accesos a los pasos inferiores y superiores son uno de los límites que debe traspasar la persona para llegar al destino, ya sea la edificación, el espacio público o el transporte. Dichos accesos pueden ejecutarse mediante escaleras, rampas escalonadas, rampas o escaleras mecánicas. En la Fig. 24 se describen los rangos de las pendientes de los accesos.

A pesar de que en Chile haya cierta reglamentación sobre la accesibilidad, la cual promueve el uso de rebajes en las veredas, el uso de rampas en entradas o espacios con desnivel, una inclinación máxima de un 15% del pavimento, entre otros, hay un bajo nivel de cumplimiento. En general, las escaleras son las que predominan en el espacio público. Estas, son ventajosas porque permiten un mejor aprovechamiento del espacio, pero no son adecuadas para sillas de ruedas ni coches de niño, es decir, no son la mejor opción, mucho menos la más inclusiva.

Es a partir de esto que se define el contexto del proyecto: la vida en altura. Con este concepto nos referimos tanto a edificios -cualquier tipo pero destacando aquellos que no poseen ascensores- como también a ciudades en pendiente. Esto último puesto que en nuestro país nos podemos encontrar con diversas ciudades que poseen una gran cantidad de cerros o calles empinadas y que por ende, presentan más escaleras.

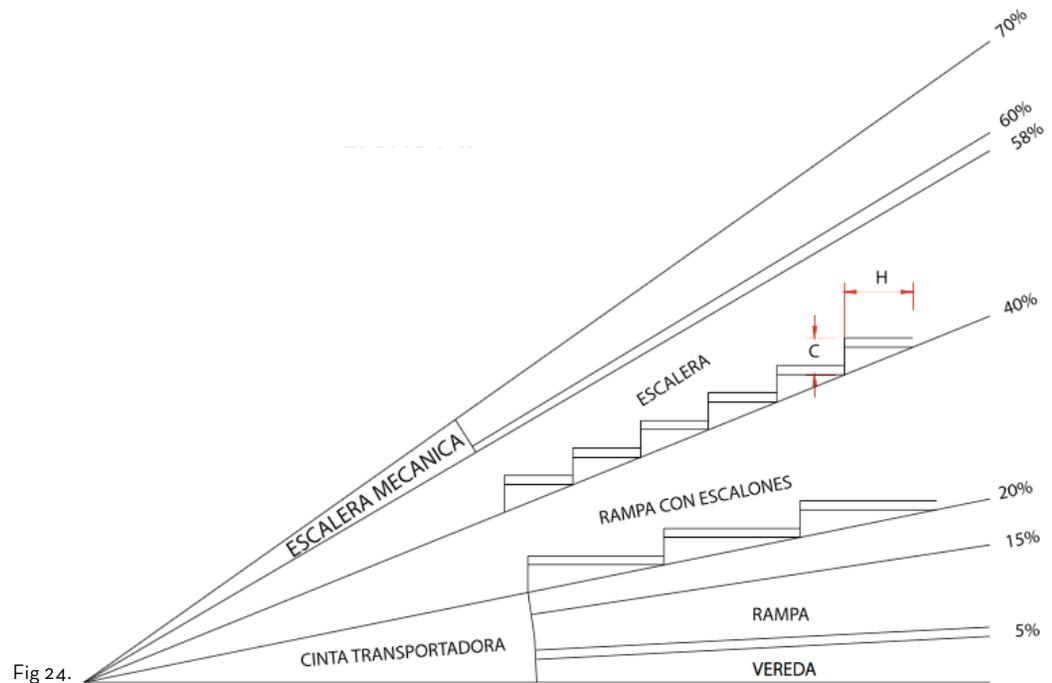


Fig 24.

### Características de los dispositivos de acceso

ELEMENTO	PENDIENTE	ANCHO MIN.	OFERTA	OBSERVACIÓN
ESCALERA	40%-60%	1 m. unidireccional 2 m. bidireccional	25-40 peatones / m / min.	No accesible a coches ni sillas de ruedas. Descanso para más de 15 escalones.
RANPA ESCALONADA	15-40%	2 m.	40-60 peatones / m / min.	Accesible a coches de niños.
RAMPAS	5-15%	2 m.	$F = \frac{dv(1 - i)}{100}$	F = Flujo d = densidad v = velocidad i = pendiente Accesible a todos
ESCALERAS MECÁNICAS	58-70%	0,6 m.	60 peatones / m / min.	Debe existir escalera alternativa.

Fig 25.

## CIUDAD TIPO: VALPARAÍSO

A pesar de que usualmente, las personas con problemas de movilidad buscan vivir en ambientes en donde se puedan mover de forma libre o al menos vivir de la forma más independiente que les permita su situación, también buscan la tranquilidad y un paisaje distinto. Como dijo Marcial Rodríguez -usuario con paraparesia espástica- al ser entrevistado **“(...) yo quiero casa, estoy acostumbrado en casa, me asomo a la ventana y me levanto, me siento en mi cama y miro el mar. No es tanto lo que se ve pero es bonito, he estado toda una vida acá, es una costumbre.”**

Es aquí donde surge un conflicto puesto que la toponimia inusual de las ciudades en Chile entorpece el desplazamiento.

**“Valparaíso, como ciudad que emerge desde la voluntad de sus habitantes por sobre la voluntad política genera el crecimiento desregularizado que tienen por resultado una amplia población que queda al margen de los servicios de la ciudad, arriba en los cerros. La accesibilidad a este desde el plan significa siempre sortear su geografía. Las escaleras en Valparaíso surgen como el primer elemento para reconocer y adaptarse a la geografía.”**

Dicha ciudad comenzó en la costa, es decir, en el sector plano, es aquí donde se encuentran todas las grandes ferias y supermercados. A medida que se fue expandiendo se comenzó a construir en los cerros, actualmente se cuentan 46 de ellos. Esto se puede visualizar claramente mediante los mapas del sector, como el que se muestra a la derecha, y es por esta particular distribución de la ciudad que las personas se ven obligadas a realizar las compras, no sólo de alimentos, sino que también de productos para el hogar o para otro tipo de aplicaciones, en el plano y luego subir a sus casas.

**“En el cerro no hay una construcción continua: Las laderas frontales de cada cerro aparecen como vacíos, sin edificación. Entre el pie de cerro en el plan y el frente de cerro, arriba hay una zona no urbanizada que es la ladera donde tiene una pendiente más fuerte. La suma de estos vacíos en los cerros origina un borde lineal que separa la urbanización en el plan de la urbanización en el cerro (...) La urbanización en los cerros es continua por las quebradas; en las laderas más suaves y de mayor altura se construyen escaleras, pasajes y edificios.”** (R. Pérez de Arce, 1977, p. 52)

Los taxis y colectivos se ven envueltos en el sistema de transporte público de Valparaíso. Haciendo un trazado de la ciudad y los puntos de paraderos y salidas taxis y colectivos en Valparaíso, es posible asegurar que este servicio de transporte se relaciona más bien con los buses interurbanos, debido a la gran concentración de paraderos cercanos al Terminal de buses Valparaíso. Los colectivos son los encargados de llegar donde las micros no pueden, en especial a los cerros, los taxi-colectivos de Valparaíso tienen la función de conectar los cerros con el plan de la ciudad.

El sistema de taxis y colectivos en Valparaíso aparte de conectar geográficamente la ciudad, y tener especies de combinaciones con otros servicios de transporte, es el principal medio de transporte para quienes van a grandes supermercados. Es normal que las calles aledañas a los supermercados sean principal puerto de taxis en la ciudad. Cabe señalar que son los taxis quienes tienen paradero fuera de supermercados y rodoviario por no tener una ruta específica, si no más bien un radio abarcable.



33.



34.



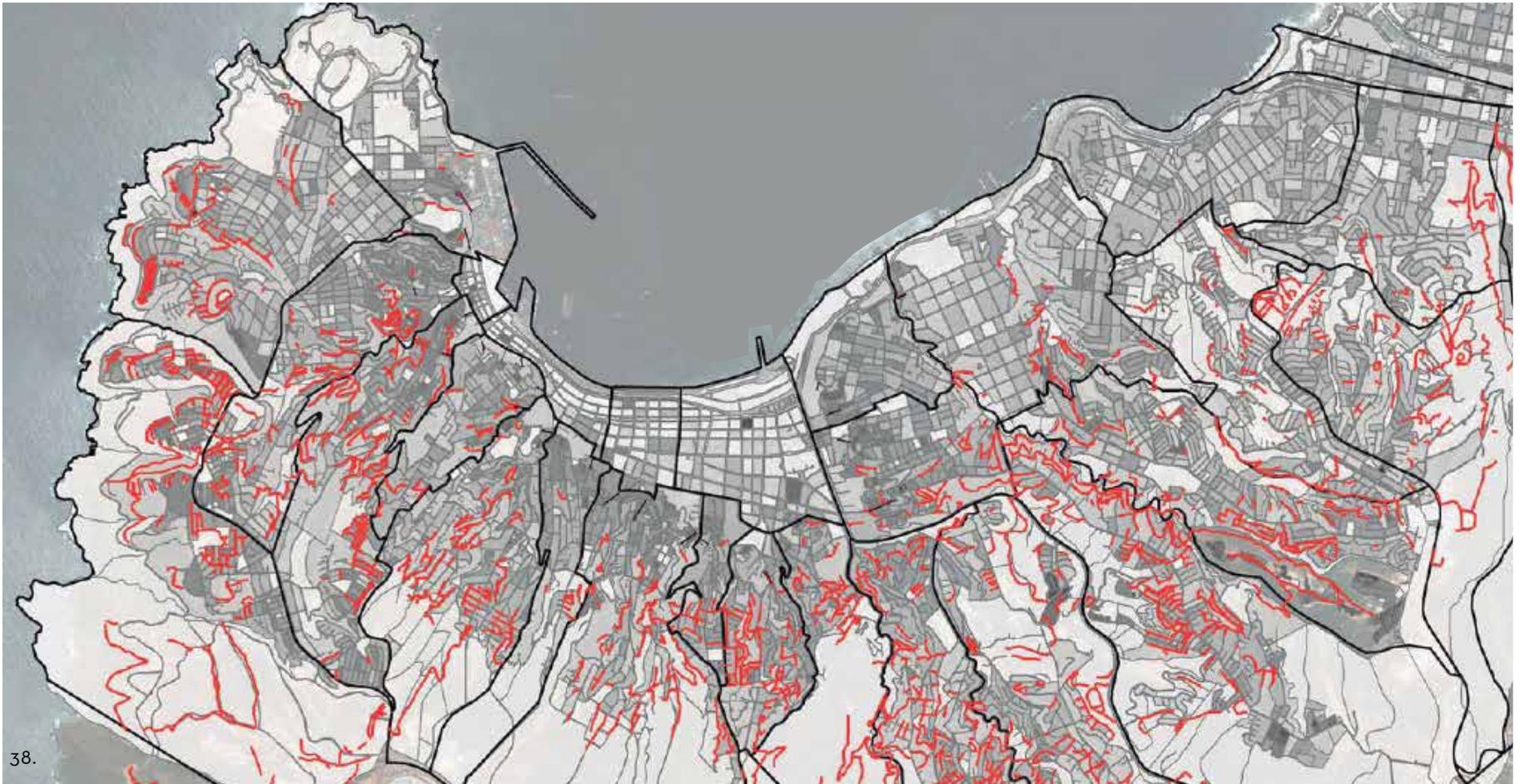
35.



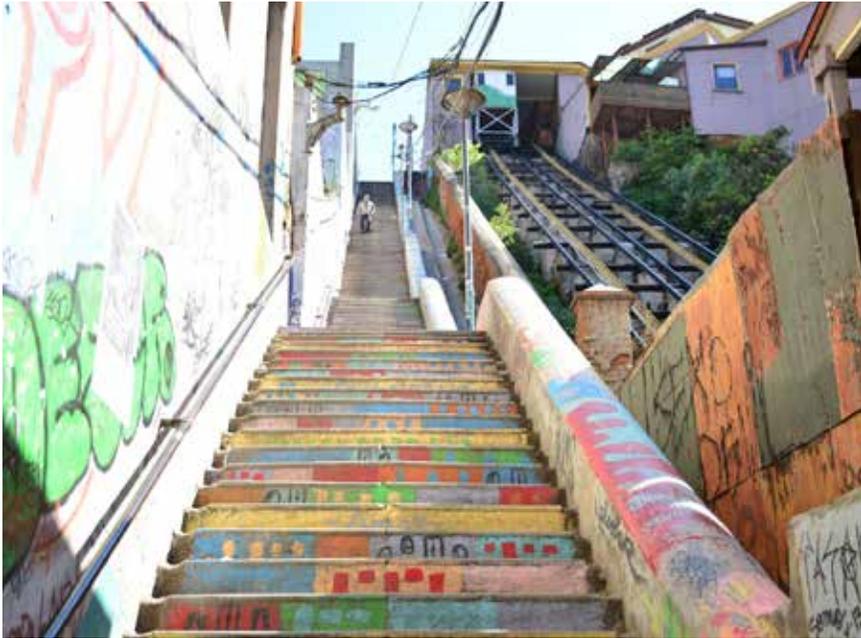
36.



37.



38.



39.



40.



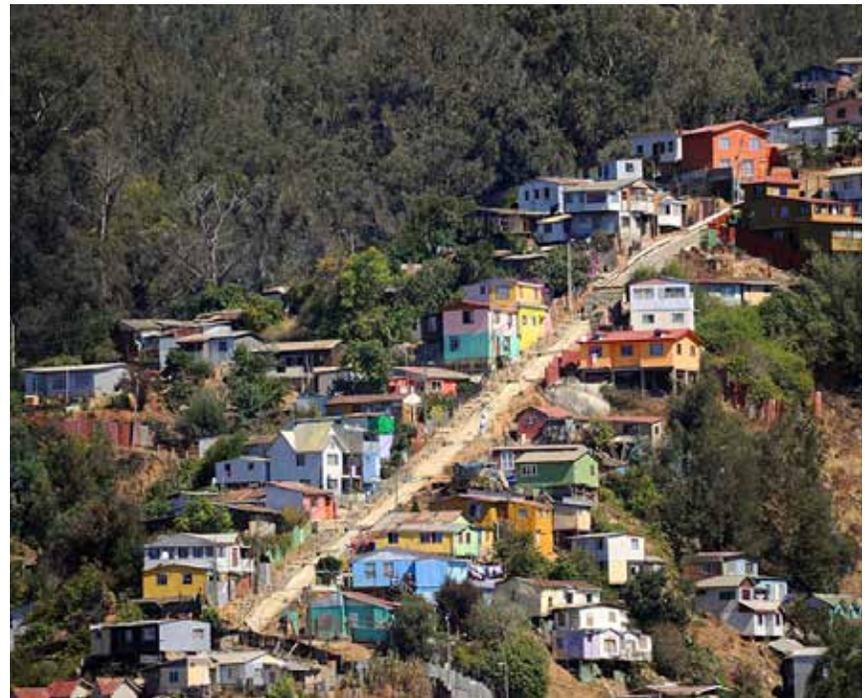
41.



42.



43.



44.

“(…) en Valparaíso la escalera, que se asimila a un pasaje vertical como unidad esencial de adaptación a su territorio de geografía compleja, es uno de los componentes de este trazado peatonal cotidiano, que comunica dos escenarios ubicados en diferentes alturas, configurando una trama en serie de combinaciones espaciales. Estas combinaciones se presentan en el paisaje de la ciudad desde las múltiples posibilidades de desplazamientos que genera esta estrategia topo-lógica de adaptación al territorio. Los habitantes de Valparaíso en la cotidianidad del uso del espacio público de la micro escala, otorgan a la experiencia urbana un carácter toposimbiótico, de “vivir con el topos”, en constante desplazamiento a través de **esta traza de movilidad extendida sobre la pendiente y constituida por un sistema par de escalera y ascensor con el que se conquistó el territorio de su geografía compleja, dando factibilidad de acceso a sus áreas residenciales.**”

Roberto Barría Kirkwood, Natalia Busch Urenda  
(2014).  
El pasaje vertical. Ciudad/cerro/pendiente/  
Escalera/barrio.

OPORTUNIDAD  
**DE DISEÑO**

---

En base a la investigación realizada emerge la oportunidad de

## **Aprovechar el uso de sistemas mecánico-físicos que entreguen una ventaja mecánica para facilitar al usuario trasladar cargas cotidianas por escaleras o superficies en pendiente.**

### **REQUERIMIENTOS SISTEMA**

A causa de esto se concluyó que el área en el que se trabajará es en el de la *biomecánica ocupacional*, la cual estudia la interacción del cuerpo humano con los elementos con que se relaciona en diversos ámbitos (en el trabajo, en casa, en el manejo de herramientas, etc) para adaptarlos a sus necesidades y capacidades por lo que ofrece un tratamiento coherente de los principios que subyacen a la biomecánica bien diseñada y *ergonomía* de trabajo que es la ciencia que se encarga de adaptar el cuerpo humano a las tareas y las herramientas de trabajo. A partir de esto se llegó a 2 requerimientos básicos que se contemplaron para el diseño que sería llevado cabo.

### **TECNOLOGÍA ASISTIVA**

La Tecnología Asistiva se refiere a una variedad de dispositivos (y servicios relacionados a su uso) que se enfocan en ayudar a personas con discapacidades o con necesidades especiales en cuanto a educación y rehabilitación para funcionar mejor en su vida cotidiana y alcanzar una mejor calidad de vida. (Bauer et al. 2011).

Este será un sistema separado del cuerpo puesto que estudios han concluido que trasladar mochilas pesadas podría generar problemas de espalda crónicos. El dolor de espalda crónico es algo que sufren personas de todas las edades pero puede tener un gran impacto en la calidad de vida de los adultos mayores. Aquellos con dolor lumbar no suelen poder soportar una mochila o incluso una bolsa pesada y deben trasladar sus cosas en un carro.

### **REDIRECCIONAMIENTO DE FUERZA (SISTEMA MECÁNICO)**

Retomando la definición de discapacidad, se puede destacar que a pesar de que haya personas “sin” limitaciones físicas, sí pueden presentar condiciones físicas menores a la que exige determinado trabajo o que repercutan en la forma en que se lleva a cabo determinada labor o acción.

Es por esto, que aunque consideremos un contexto de trabajo manual pesado en determinadas veces, se buscará generar una ventaja mecánica mediante un sistemas mecánico-físicos para así facilitar o permitir incluso un trabajo que quizás no se podría realizar sin dicha ayuda.



## ANTEPROYECTO:

---

MANIPULACIÓN DE CARGA  
**ASISTIDA POR  
DISPOSITIVOS  
MECÁNICOS**

# ANTECEDENTES CON MOTOR

A pesar de que existan variados carros manuales motorizados para trasladar objetos a través de escaleras, se basan en el mismo mecanismo.

En esta instancia, se quiso ejemplificar con los dos más reconocidos en el mercado; Sano y Powermate. Ambos funcionan mediante un motor, en el primero se encuentra dentro de la caja azul, por detrás del soporte de la carga y en el segundo dentro de la estructura principal, en el soporte mismo -como se muestra en las imágenes a la derecha-.

Con la energía entregada por el motor se genera un mecanismo de palanca automático. En el primer ejemplo las ruedas pequeñas y el eje que las une provocan el "impulso" del resto del carro, haciendo que las ruedas grandes giren y escalen el peldaño. En el segundo en cambio, la estructura se soporta de la base para que las ruedas puedan subir automáticamente y al estar firmes sobre el peldaño el resto de la estructura junto con la carga suben.

De esta forma el usuario sólo tiene que sostener el carro por el mango e ir avanzando de espalda a las escaleras. Como se puede observar en las mismas imágenes, el primer caso funciona mejor puesto que el usuario no tiene que agacharse de la forma que lo hace el de Powermate.

Por otra parte, el último ejemplo llamado Magliner Glyde obtiene su nombre de la tecnología "Glyde", es decir, un sistema que provee de un freno automático pre-seteado. Esto entrega más control al descender escaleras pero a causa de que se enfoca en el descenso de escaleras solamente, no cumple de la totalidad de nuestra problemática.

El mecanismo funciona mediante bandas de rodadura que permiten su uso en superficies planas además de las escaleras, donde se engancha a un mínimo de dos escalones en todo momento para una tracción adecuada y un descenso suave. Se pueden cargar hasta 160 kgs.

## SANO LIFTKAR



46.



47.



48.



49.

## POWERMATE STAIR CLIMBER



50.



51.



52.



53.

## MAGLINER GLYDE



54.



55.



56.

# ANTECEDENTES MANUALES

## UPCART

A pesar de que existe una gran variedad de carros con vínculo estrella –llamado así por tener un eje central mediante el cual se vinculan determinada cantidad de ruedas, en este caso 3- se decidió ejemplificar con el “Upcart” debido a que se considera el más completo, tanto por su estética como por su funcionalidad (a pesar de que existan complicaciones a causa del plástico, el cual lo hace más frágil).

De acuerdo a su página web, debido a que **transfiere** parte del peso que la persona carga al suelo, puede quitar hasta 16 kgs. Se puede utilizar parado como también arrodillado. Reduce la fatiga en un 300% e incrementa la tasa de trabajo hasta 27 veces.

El funcionamiento se explica en las imágenes a la derecha. Básicamente la persona tiene que tirar del carro, de forma diagonal para que las ruedas puedan rotar y facilitar el traspaso de un peldaño al otro. Como se puede notar, el perfil de escalera que óptimo son las de pendiente baja, porque el vínculo entre ruedas, al no ser tan grande, no gira de forma tan eficiente en escaleras con mayor contrahuella.



57.



58.



59.

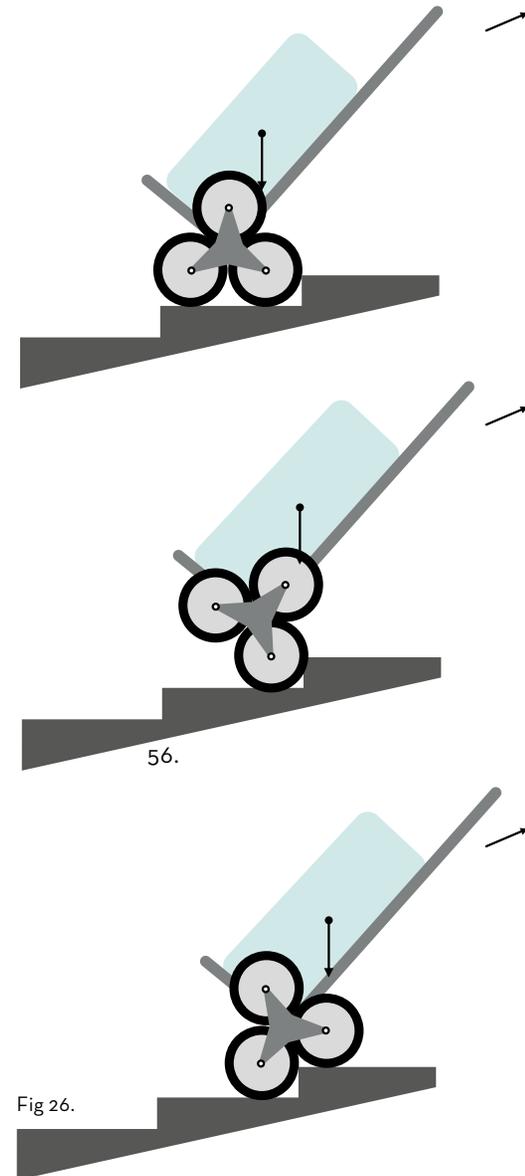
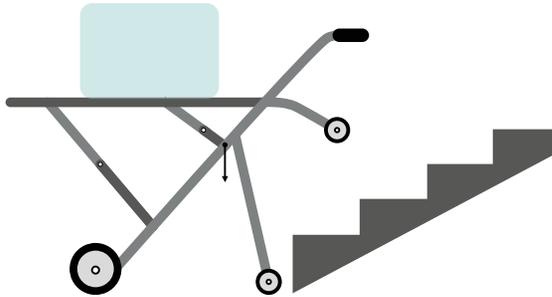


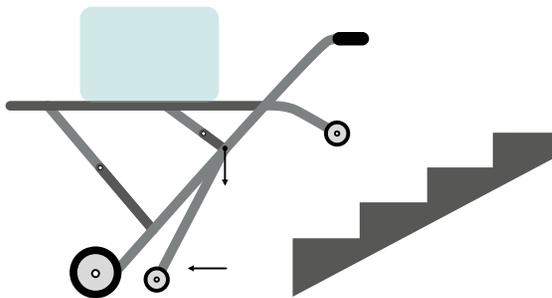
Fig 26.

## 286 STAIR CLIMBER

### 1 Aproximación escalera



### 2 Liberación ruedas traseras



### 3 Arrastre carro

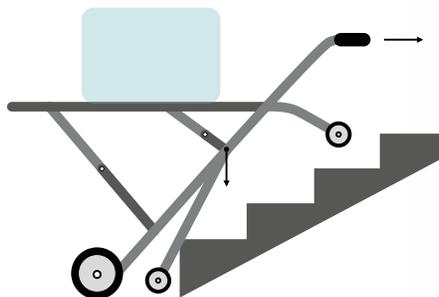


Fig 27.

Este antecedente es el de mayor antigüedad pero sigue vendiéndose actualmente. Está diseñado para objetos que pesan hasta 160 kgs aproximadamente -principalmente equipo de oficina como impresoras multifuncionales-.

El enfoque está en tanto trasladar el producto por escaleras como también en poder cargarlo a un auto, por esto sus 6 ruedas. El tren de ruedas delantero como el intermedio permiten que el carro se traslade en terrenos planos como también por las escaleras. Para el último caso es necesario presionar un botón que libera las ruedas intermedias para que se muevan hacia adelante, acercándose a las ruedas delanteras y facilitando la subida del peldaño.

El problema de este mecanismo es que si se utiliza en escaleras con pendiente más marcada la persona tiene que flexionar las piernas y puede que las ruedas pequeñas no sean lo suficientemente grandes para traspasar el obstáculo. Además, como se muestra en la figura\* el centro de masa se ubica más atrás que las ruedas al momento de subir, por lo que no hay una ventaja mecánica al momento de subir y dificultaría enormemente la tarea para alguien que no tiene suficiente masa muscular para cargar el objeto.

Lo positivo es que las ruedas traseras, que están en altura, junto con las bisagras que vinculan la tabla de soporte con la estructura principal del carro permiten un plegado compatible con la maleta del auto, facilitando la carga y descarga del objeto a trasladar junto con el producto.



60.



61.



62.

## PORTER SERVICE VENECIA

Su nombre proviene de su función puesto que son carros utilizados para el traslado de equipaje de turistas en el caso de la estructura básica (imagen superior) o con un canasto para recolección de basura y objetos de reciclaje (imagen inferior) en la ciudad de Venecia donde predomina la movilización peatonal y en donde existen exactamente 455 puentes, muchos de los cuales cuentan con escaleras, para unificar las islas.



63.

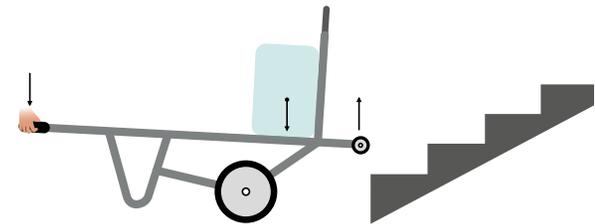


64.

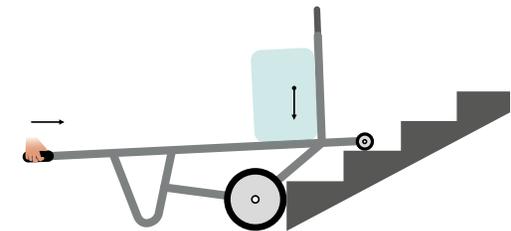
Puesto que el primero tiene mayor relación al tipo de carga en que se enfoca este proyecto se analizó la ventaja mecánica de esa forma en específico. Los pasos e interacción con el objeto se basan en el sistema de palanca para facilitar la elevación de las ruedas. Los tres pasos principales al momento de subir una escalera se muestran en las figuras a continuación.

La dificultad que tiene este proceso es el paso final en donde hay que hacer fuerza hacia arriba, lo cual es más complicado ya que no se tiene la gravedad a favor, y por la ubicación del centro de masa la ventaja mecánica no es la más favorable. Por ejemplo, si hay 4 maletas, el C.M. estará más cerca de la persona haciendo más notorio el peso. En otras palabras, la carga que sentirá efectivamente la persona que maneja el carro no será muy distinta a la de levantar la carga por sí solo.

### 1 Elevación ruedas delanteras



### 2 Calce con escalones



### 3 Elevación ruedas traseras

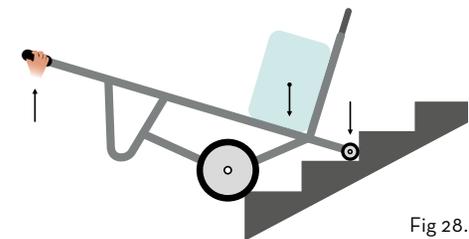


Fig 28.

# TABLA COMPARATIVA PRECIOS

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	PRECIO (APROX.)	FUENTE
<b>Carro feria</b>	Con ruedas pequeñas y bolsa.	\$10.000 - \$20.000	Sodimac
<b>UpCart</b>	Carro para subir escaleras con resistencia de hasta 45 kgs.	\$66.000 sin envío \$166.000 con envío	Amazon
<b>UpCart All Terrain</b>	Carro para subir escaleras y para terrenos irregulares con resistencia de hasta 57 kgs.	\$70.000 sin envío \$170.000 con envío	Amazon
<b>Carro andador</b>	Carro que soporta aprox 100 kg con asiento plegable	\$250.000	Amazon
<b>Magliner Glyde</b>	Carro para subir escaleras y para terrenos irregulares con resistencia de hasta 57 kgs.	\$700.000 (USA)	Magliner
<b>286 Stair Climber</b>	Carro para trasladar objetos de oficinas hacia autos.	\$1.200.000 (USA)	Stethoscopeworld
<b>Sano Liftkar</b>	Carro motorizado para subir hasta 170 kgs por escaleras.	\$2.500.000	Amazon

Fig 29.

# REFERENTES ESTRUCTURALES

## CARROS DE SUPERMERCADO

A pesar de existe una gran cantidad de rediseños de carro de supermercado puesto que se considera que no es la mejor solución, se quiso rescatar su cualidad más práctica que es la de encajarse entre ellos, lo cual permite aprovechar el espacio de mejor manera y también el usuario puede tomar uno fácilmente.



65.

## COCHES PARA BEBÉ

Los coches son el referente principal del proyecto puesto que no sólo son ergonómicos para el padre o cuidador que lo manipula sino que también tienen una complejidad estructural importante pero que permite al objeto ser bastante plegable y a la vez ser lo suficientemente resistente.

Dado que existe una gran variedad de modelos de coche, se observaron 10 tipos y luego se rescataron determinadas características. En primer lugar, los materiales (aluminio, goma, ruedas), en segundo lugar la forma tanto de las piezas tubulares (que pueden ser redondas u ovaladas) como del mango, y finalmente, las medidas y forma de plegado.



66.



67.

# REFERENTES ESTÉTICA

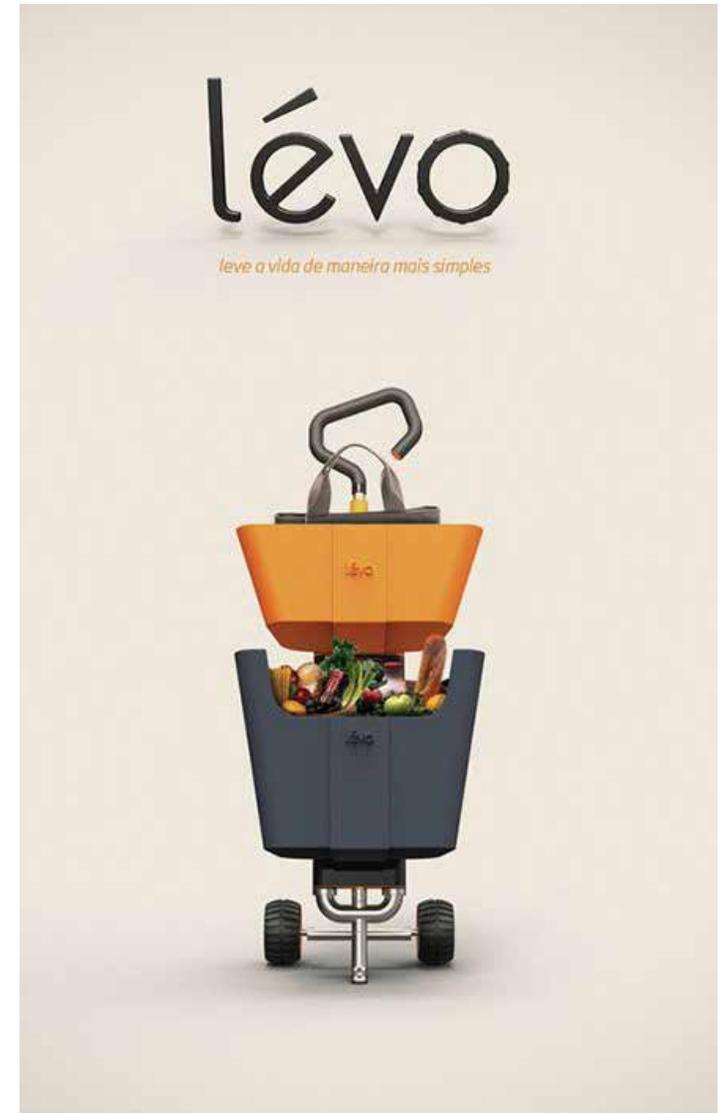
## LÉVO

Lévo es un concepto de carro para realizar las compras, es decir, no se ha producido en la vida real. Sólo se encuentran disponibles las visualizaciones por lo que no se puede saber si es viable estructuralmente y por lo mismo es simplemente un referente estético.

Se rescató más que nada la idea de los canastos plásticos que pueden apilarse entre sí, que muestran la marca del producto en la parte delantera y los colores.



68.



# FORMULACIÓN DEL **PROYECTO**

---

## QUÉ

Vehículo manual para el transporte de elementos cotidianos en escaleras y terrenos irregulares. El carro consta de un sistema adaptativo de 6 ruedas que por medio de asistencia mecánico-física permite redireccionar la fuerza aplicada por el usuario para obtener una ventaja mecánica que le facilita la tarea, además de medidas de seguridad para evitar accidentes y deslizamientos involuntarios.

## OBJETIVO GENERAL

Facilitar el traslado de una carga cotidiana a través de escaleras o terrenos irregulares mediante una ventaja mecánica.

## POR QUÉ

El traslado de carga puede ser complicado e incluso tener resultados negativos para el cuerpo si no se realiza de la forma adecuada. Por otra parte, las escaleras son inherentemente difíciles de navegar y su uso suele conllevar a accidentes. Entonces, podemos concluir que trasladar carga a través de escaleras es sumamente peligroso, especialmente si la persona no tiene la fuerza muscular o la coordinación necesaria para realizar la acción por su cuenta.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Facilitar el traslado -empuje y arrastre- de una carga cotidiana mediante un vehículo manual.
2. Eliminar la sujeción directa de la carga al momento de trasladarla.

## PARA QUÉ

Evitar accidentes o lesiones a causa del traslado de carga manual en terrenos planos e inclinados, específicamente escaleras, y permitir a adultos mayores (potencialmente personas con discapacidades físicas) trasladar cargas que de otra forma no serían capaces.

3. Disminuir el riesgo de accidente o lesión que genera la manipulación manual de cargas a través de terreno irregular o inclinado como lo son las escaleras.
4. Disminuir la fuerza requerida para la tarea nombrada mediante una ventaja mecánica.

# DESCRIPCIÓN **DEL SISTEMA**

---

---

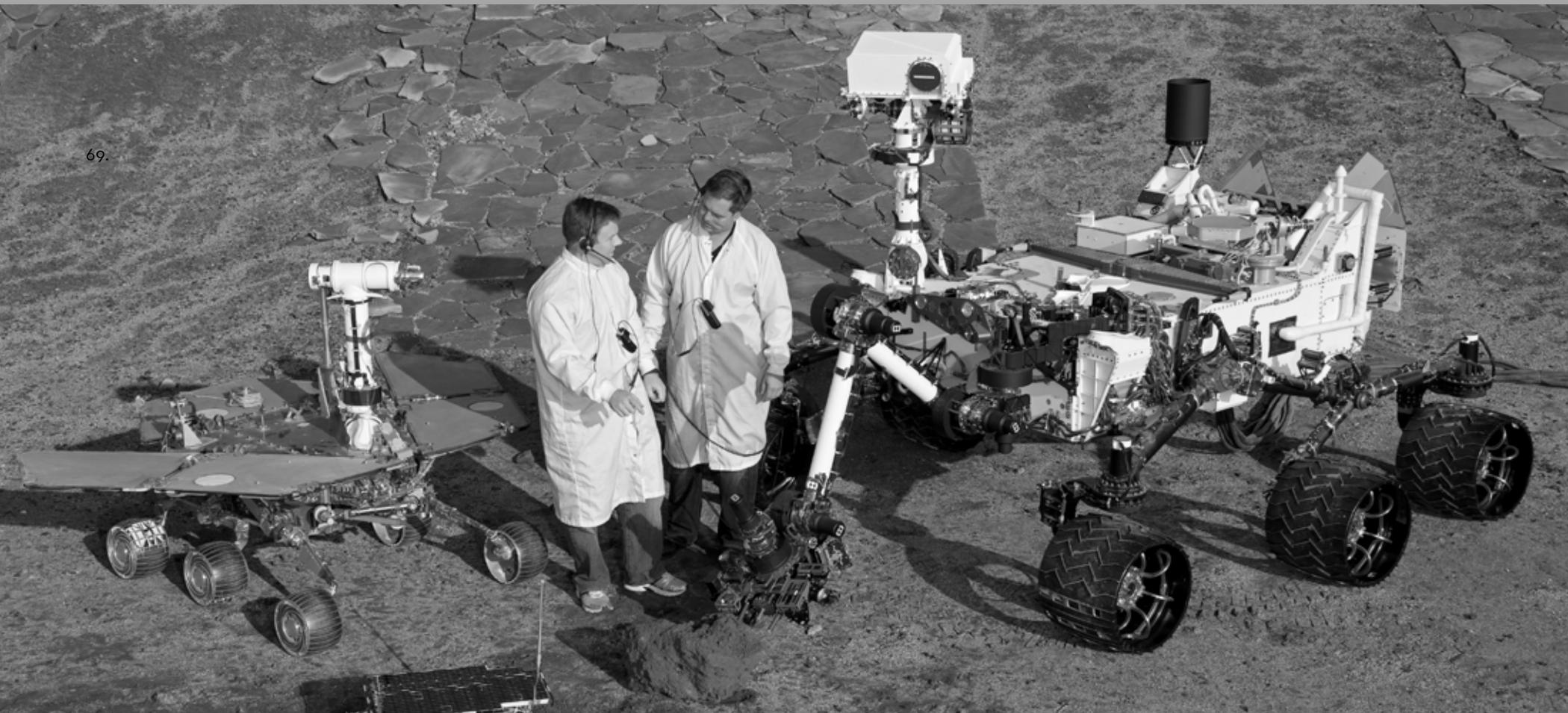
En base a la oportunidad de diseño y los antecedentes encontrados, el enfoque que se le dió a la investigación fue el de utilizar o encontrar sistemas mecánico-físicos que, al ser aplicados en un vehículo de manipulación manual, pudieran entregar una **ventaja mecánica** que facilitara el traslado de productos cotidianos pesados.

La ventaja mecánica es una **magnitud adimensional que indica cuánto se amplifica la fuerza aplicada usando un mecanismo (ya sea una máquina simple, una herramienta o un dispositivo mecánico más complejo) para contrarrestar una carga de resistencia**, es decir, se buscó un mecanismo que mediante un esfuerzo determinado de la persona, que en una situación normal (levantando el peso en bolsas por ejemplo) le permitiría levantar x cantidad de kilos, le permitiera levantar en cambio 2x kilos o incluso más.

En primer lugar se pensó en sistemas básicos como las palancas y los piñones, todo lo cual se explica a continuación, pero era necesario encontrar un sistema de ruedas o de suspensión que unificara la maximización de fuerza que generaban dichos sistemas.

Al tomar en consideración las ruedas, hay varias opciones que podrían haber sido utilizadas. El mecanismo más conocido es el que se mostró previamente en los antecedentes, llamado estrella, el cual utiliza un vínculo triangular o rectangular con ruedas pequeñas al final de este. A pesar de que esta solución es compacta y simple, el problema está en que hay fluctuación durante la subida y no funciona en todas las escaleras a causa de las dimensiones fijas del vínculo.

A causa de lo anterior se llegó a la idea de utilizar el mecanismo "Rocker-Bogie", el cual se detalla en las páginas siguientes.



# SISTEMAS MECÁNICO- FÍSICOS

---

# ROCKER-BOGIE

## DESCRIPCIÓN

El sistema “*rocker-bogie*” es el tipo de suspensión utilizada en los “*rovers*”-robots mecánicos-enviados a Marte. Algunas de las misiones fueron las llamadas *Mars Pathfinder*, *Mars Exploration Rover* (MER) y *Mars Science Laboratory* (MSL). Este mecanismo permite que un vehículo de 6 ruedas mantenga todas dichas ruedas en contacto con una superficie incluso cuando está atravesando terrenos irregulares.

La suspensión es el término que se da a un sistema de ballestas<sup>1</sup>, amortiguadores y articulaciones que conectan el vehículo a sus ruedas. Los sistemas de suspensión sirven dos propósitos: contribuir a la adherencia y manejo del terreno y al frenado. En general, los robots de exploración atraviesan terrenos ásperos que consisten en piedras de diferentes tamaños y arena suave. Por esta razón, las suspensiones de los autos no son aplicables en estos casos.

---

<sup>1</sup>Pieza de la suspensión de algunos vehículos, formada por láminas de metal flexible superpuestas; sirve para soportar el peso de la carrocería.

<sup>2</sup>Banda de madera, goma o metal con forma de cuña que se pega/adapta a una superficie para entregar más fuerza y soporte. En este caso son parte de los neumáticos para que el Rover tenga mejor tracción.

## ¿POR QUÉ SU NOMBRE?

El factor más importante al momento de crear un sistema de suspensión para un rover es cómo prevenir que cambie de posición de forma súbita y dramática mientras navega por el terreno rocoso. Puesto que eso puede causar que se voltee y la misión finalice. El término “*rocker*” describe el aspecto mecedor de los eslabones más largos que se presentan a cada lado y balancean el “*bogie*” debido a que están conectados entre ellos y al chasis del vehículo a través de un diferencial selectivo modificado (imagen 70), en palabras más simples. un tipo de engrane que une los ejes pero les entrega movilidad independiente. “*Bogie*” en cambio, se refiere a los eslabones conjuntos que tienen una rueda adjunta a cada extremo.

El diseño no tiene ejes o ballestas y permite que el rover escale obstáculos tales como rocas, que tienen un tamaño de hasta el doble del diámetro de las ruedas, mientras mantiene las 6 ruedas en el suelo. Sin embargo, el sistema es muy lento; la velocidad máxima estimada es de 2.5 cm/s, pero la velocidad promedio es más bien 0.8 cm/s para minimizar los shocks dinámicos y el daño que conllevaría al vehículo al traspasar obstáculos de gran tamaño. El poder que se necesita para realizar una tarea es inversamente proporcional al tiempo que demora realizar la tarea. A causa de lo anterior, se espera que atravesase un mínimo de 19 km en una misión de dos años.

## NÚMERO DE RUEDAS

Se podría haber utilizado 4 ruedas pero esto no permitiría escalar obstáculos tan fácil y menos aún aquellos que son más grandes que el diámetro de las ruedas. 8 ruedas podrían haber entregado mejor capacidad de escalar y control del vehículo, sin embargo, más ruedas innecesarias significan más peso. Para trasladar casi medio kg más se tendría que gastar 1 millón de dólares extra, así que el peso es esencial.

Las 6 ruedas entregan suficiente flexibilidad para escalar obstáculos y es por esta razón que se utiliza esa cantidad. Cada una de ellas tiene un motor independiente y “*cleats*”<sup>2</sup>, entregando control para escalar en arena suave y trepando sobre rocas.

La estabilidad de la inclinación es limitada por la altura del centro de gravedad. Cualquier vehículo desarrollado de la base de la suspensión Rocker-bogie puede soportar una inclinación de al menos 50 grados en cualquier dirección sin darse vuelta, que es una de las grandes ventajas para cualquier vehículo que transporte cargas pesadas.

Para poder traspasar obstáculos de caras **verticales, las ruedas delanteras son forzadas contra el obstáculo por las ruedas del centro y las ruedas traseras lo cual genera el torque necesario. La rotación de la rueda delantera entonces levanta la parte delantera del vehículo hacia arriba y sobre el obstáculo. Durante el traspaso de cada rueda por el obstáculo, el progreso hacia delante es enlentecido o incluso detenido lo que mantiene el centro de gravedad finalmente.**

## ¿POR QUÉ UTILIZARLO?

Este tipo de suspensión ha sido enormemente estudiada, tanto por la NASA como por ingenieros mecánicos e incluso estudiantes. En internet se puede encontrar una gran variedad de formatos, que varían en cuanto a la estructura, a los ejes que unifican ambos lados, a los motores o ruedas que utilizan, etc. Dentro de las investigaciones encontradas se observó su uso en escaleras pero en prototipos con una escala mucho menor que la real y siempre con el uso de motores en cada rueda, como los ejemplos que se muestran en la parte inferior de la página. A partir de esto surgió el desafío de lograr que el mecanismo funcionara de forma similar para traspasar este obstáculo pero mediante la entrega de energía de parte del usuario y dejando de lado el uso del diferencial.

Fig 30.

**Rocker  
Bogie**

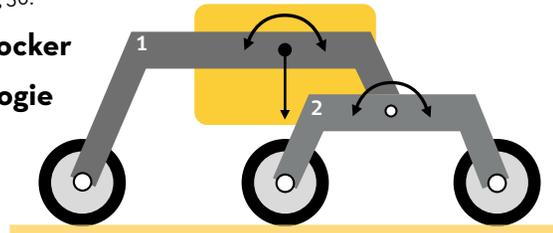
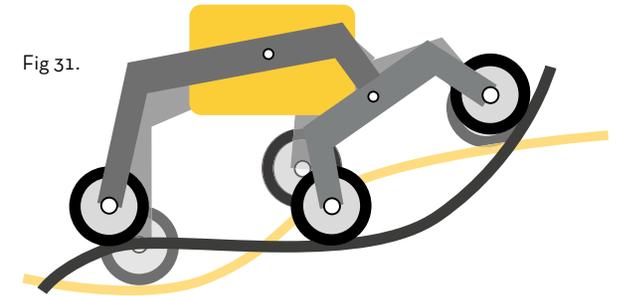


Fig 31.



70.



71.



72.



73.



74.



A grandes rasgos, la primera idea que se tuvo fue la de utilizar un sistema de palanca junto con un sistema de piñones, es decir, que a través del mango se generara un movimiento de empujar y tirar, como se muestra en la Fig. 32, lo cual hiciera que los piñones, y por ende el vehículo, se movieran. Por esta razón, se explican ambos conceptos a continuación.

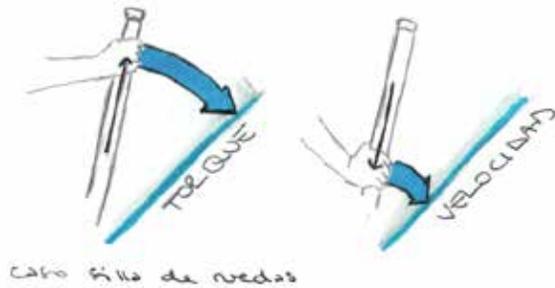


Fig 32.

## PALANCAS

La palanca es una barra rígida, tanto recta como curva, que puede moverse libremente sobre un punto fijo llamado punto de apoyo. Trabaja transfiriendo la fuerza de un lugar a otro, mientras al mismo tiempo cambia la dirección de la fuerza. Existen tres tipos, determinados por la ubicación del punto de apoyo:

### 1. - Palanca de Primera Clase:

Da la mayor ventaja mecánica. Una carga es colocada a un extremo del punto de apoyo y la fuerza para levantar al extremo contrario, con el punto de apoyo puesto en medio de los dos.

La ventaja mecánica puede ser calculada midiendo la distancia entre la carga y el punto de apoyo. Si el largo de la palanca es 5 veces mayor, en el lado de la fuerza, que el lado de la carga, la palanca posee una ventaja mecánica de 5 a 1. Esto quiere decir que si se posee una carga de 125 kilogramos para levantar, con una palanca de 5:1, tan solo tomará 25 kilogramos de fuerza para levantar la carga.

$$\text{FUERZA} \times \text{LARGO (brazo de la fuerza)} = \text{CARGA} \times \text{LARGO (brazo de la carga)}$$

### 2. - Palanca de Segunda Clase:

Da la mayor utilidad y eficiencia. Consiste en un punto de apoyo a un extremo y la carga en la mitad, efectuando la fuerza en el extremo contrario. Es útil para mover objetos horizontalmente.

Ej. Carretilla.

### 3. - Palanca de Tercera Clase:

Utilizadas cuando la fuerza puede ser sacrificada por la distancia. Se pone la carga en un extremo, el punto de apoyo en el extremo contrario y la fuerza se aplica en la mitad.

Ej. Palas y Escobas.

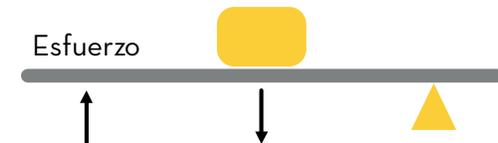


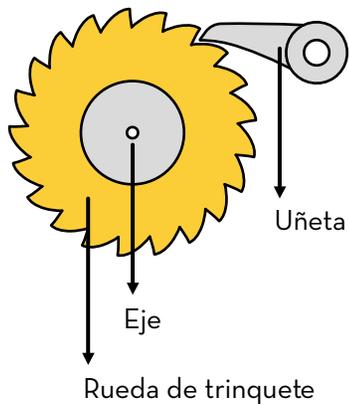
Fig 33.

## TRINQUETE

Los trinquetes tienen por objeto impedir el giro de un árbol o elemento mecánico en un determinado sentido, permitiéndolo en el sentido contrario. Consta de una rueda dentada, con dientes rectangulares o triangulares, y un resalte o cuña que va situada en la varilla o vástago. La uña va dispuesta de tal forma que sólo transmite el movimiento en una dirección. Este mecanismo se emplea para producir avances calibrados o exactos. También existen trinquetes con dentado interior y pueden ser reversibles (impiden el giro en los dos sentidos) o totalmente irreversibles, los cuales sólo permiten el giro en un sentido.

Este operador tiene dos utilidades prácticas: convertir un movimiento lineal u oscilante en intermitente y limitar el giro de un eje o un árbol a un solo sentido.

Fig 34.



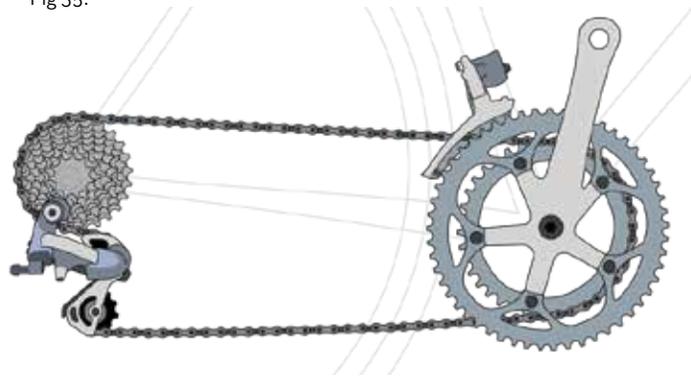
## PIÑÓN

En mecánica, se denomina piñón -en inglés "rear sprocket" o "cog"- a la rueda de un mecanismo de cremallera o a la rueda más pequeña de un par de ruedas dentadas, ya sea en una transmisión directa por engranaje o indirecta a través de una cadena de transmisión o una correa de transmisión dentada. En una etapa de engranaje, la rueda más grande se denomina «corona», mientras que en una transmisión por cadena como la de una bicicleta o motocicleta además de corona a la rueda mayor se le puede denominar «plato», «estrella» o «catalina».

El piñón libre o "freewheel", es un mecanismo ampliamente extendido que permite que un eje se mueva libremente cuando éste gira a más revoluciones que el mecanismo que le proporciona el movimiento. Este mecanismo se suele encontrar en máquinas en las que el eje que se mueve alcanza una gran inercia y termina moviéndose más rápido que el motor que lo impulsa. Los piñones libres se usan sobre todo en las siguientes máquinas:

Bicicletas: en la rueda trasera de las bicicletas podemos encontrar un mecanismo que permite le girar a mayor velocidad que la corona de los piñones. De este modo la rueda puede girar aunque los pedales estén parados.

Fig 35.



75.

# CONSIDERACIONES ERGONÓMICAS

Previo a comenzar el prototipo número 1 se tomaron en consideración dos temas importantes, por un lado está la persona y por otro el contexto. Por lo tanto, se investigó sobre ergonomía en relación a carros de empuje y/o arrastre y sobre las dimensiones tanto de las escaleras como de los desniveles y rampas en Chile.

A través de un estudio realizado en la Universidad de Ciencias y Tecnología de Irán, en donde se entrevistó y observó a 30 personas de alrededor de 45 años, se obtuvo la percepción que tienen los usuarios sobre los carros de compra.

El cuestionario se enfocó en varios parámetros como lo serían el cuidado del carro, mantenerlo estable y balanceado en distintas superficies, el rango de consumo de energía, la facilidad de traslado, el tamaño y textura y la estructura general.

Al analizar los resultados se concluyó que alrededor del 50% de las personas estaban insatisfechas de su carro en distintas superficies. 73.4% se habían lastimado los brazos a causa de que el mango no era ajustable y el cuerpo y las ruedas no eran las adecuadas. 66.7% se quejaba sobre lo inestable y, finalmente, un 80% tenía algún problema al subir y/o bajar escaleras y por ende tenían que levantarlo.

Abajo se muestra un gráfico con las variables más relevantes para el proyecto rescatadas de dicha investigación.

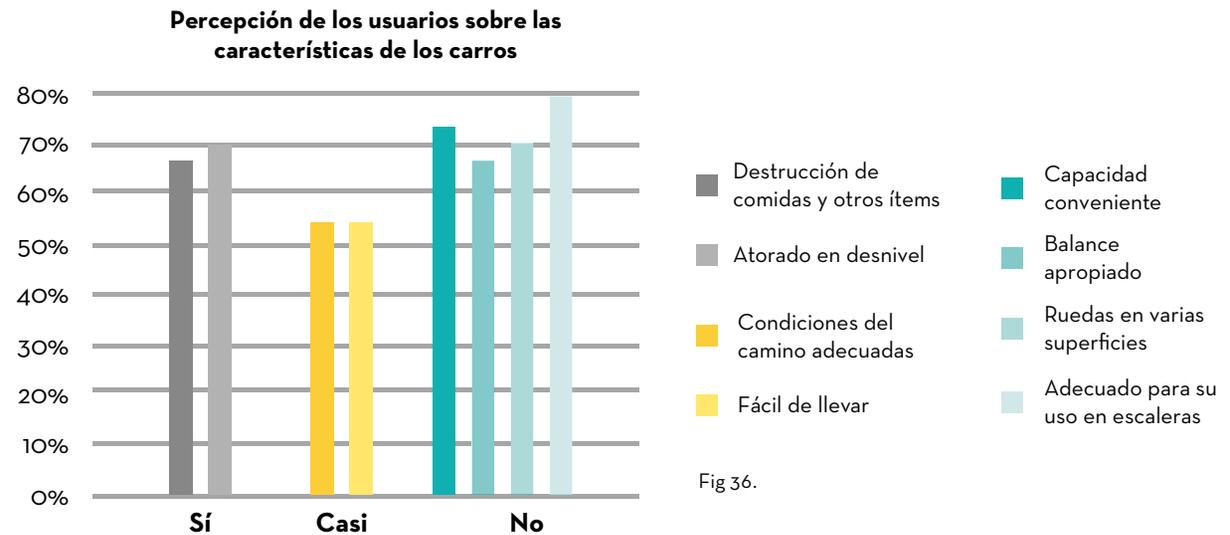


Fig 36.

## Recomendaciones de otros investigadores

Enid W.Y. Kwong et.al recomiendan que la liviandad y la facilidad de guardado, una moción de tirar y empujar, la adecuación para el uso en escaleras y un mango con altura ajustable son las características más esperadas por los clientes.

## Factores de diseño:

### 1. Combinación de fuerzas de tirar y empujar:

Empujar un carro es menos peligroso que tirar de uno hacia el cuerpo, por ende, moverse hacia delante y empujarlo en una línea recta genera menos estrés físico.

Los carros de empuje y arrastre se ven afectados por la carga y la altura del mango, cuando hay cargas más pesadas, se necesita menos fuerza al usar una mayor altura en el mango.

### 2.0 Ruedas:

Se debería utilizar goma o poliuretano con un sistema anti-shock en superficies difíciles y para reducir las vibraciones, respectivamente.

Además, el usuario debería ser capaz de girar 360° con ruedas delanteras giratorias. Esto permite tener más maniobrabilidad.

### 2.1 Medidas de las ruedas:

Se deberían utilizar ruedas grandes para subir y bajar las escaleras lo cual permite disminuir en un 10% las fuerzas de empuje y arrastre.

El gobierno Canadiense de la provincia de Alberta sugiere que los carros con ruedas más grandes son más estables, particularmente cuando se utilizan sobre superficies irregulares y brechas estrechas<sup>1</sup>. Por otro lado, Drury comprueba las ruedas con un diámetro de 25 cm son 16% más rápidas que las de 7.5 cm de diámetro.

### 3. Frenos:

El freno sirve para mantener el carro fijo en superficies inclinadas.

### 4. Estructura:

Mediante un cuerpo fuerte y estable se mantiene un mejor balance al cargar el carro y así se pueden prevenir lesiones en las muñecas.

### 5. Peso:

Materiales livianos como el aluminio en la estructura permiten reducir el estrés físico.

### 6. Centro de masa:

Debería ser bajo para carros de 4 ruedas y cerca del eje de las ruedas en carros manuales de una y 2 ruedas.

### 7.0 Altura del mango:

El gobierno de Alberta recomienda que el mango debería estar a la altura del codo y cadera al empujar y entre la cadera y la rodilla al tirar para que las capacidades de fuerza sean óptimas<sup>1</sup>.

Un mango ajustable (entre 60 y 95 cms) se utiliza para ajustar la altura del carro al cuerpo.

### 7.1 Ángulo del mango:

Un ángulo de 30-35° desde la línea vertical se utiliza para facilitar el ejercer la fuerza de empuje.

### 7.2 Textura del mango:

El usar goma suave mejora el agarre y reduce la presión en la mano.

### 8. Estructura plegable:

El carro puede plegarse para facilitar el guardado y el traslado del mismo.

### 9. Tipo de compra:

Ciertos espacios son dedicados a bienes frágiles o sensible para prevenir utilizar una gran cantidad de bolsas (ajuste según tipo y cantidad de compra).

### 10. Otras facilidades:

Algunos otros ítems se incluyen para adultos mayores como kit de primeros auxilios, lugar para sentarse, lupa para lectura, luces de seguridad y bolsillos para paraguas, bastón, celular, dinero, llaves, etc.

# CONSIDERACIONES ESCALERAS PÚBLICAS

De acuerdo a la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) existen ciertas regulaciones al momento de la construcción de las escaleras tanto en el ámbito privado como en el público.

La ley dictamina:

**Artículo 1.4.2. Los documentos y requisitos exigidos en la Ley General de Urbanismo y Construcciones y en esta Ordenanza para la obtención de permisos, recepciones, aprobación de anteproyectos y demás solicitudes ante las Direcciones de Obras Municipales, constituyen las únicas exigencias que deben cumplirse, sin perjuicio de requisitos que, en forma explícita y para los mismos efectos, exijan otras leyes.**

Para el caso de escaleras públicas el ancho mínimo de la escalera es de 80 cms, el fondo de la huella en proyección horizontal es de 28 cms mínimo y la altura de la contrahuella de 17 cms máximo. Aún así se quiso mostrar otras especificaciones:

Artículo 4.2.11. Las escaleras de evacuación deben consultar pasamanos en un costado a lo menos y cumplir además los siguientes requerimientos:

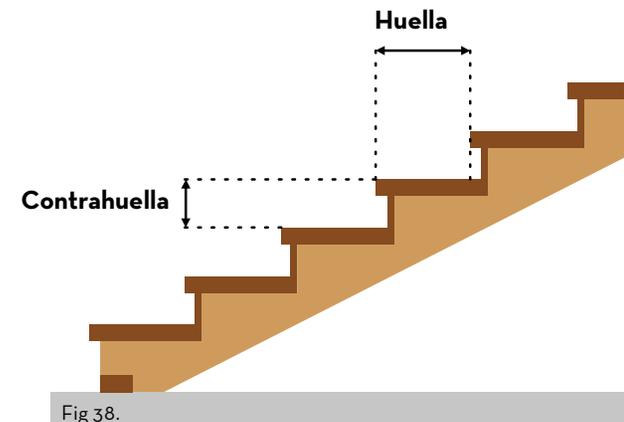
## Recomendación relación huella/contrahuella

Fondo o huella	Alto o contrahuella
37	13
36	13,5
35	14
34	14,5
33	15
32	15,5
31	16
30	16,5
28 mínimo	17 máximo

Fig 37.

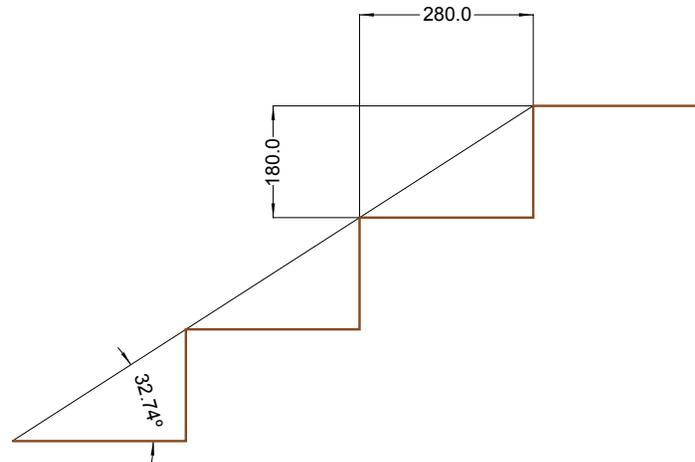
En los tramos inclinados el pasamanos debe ubicarse a una altura entre 0,85 m y 1,05 m y en los descansos o vestíbulos a una altura de entre 0,95 y 1,05 m. Los peldaños tendrán un ancho de huella no inferior a 0,28 m en proyección horizontal y una altura de contrahuella no mayor a 0,18 m ni menor a 0,13 m. Esta norma deberá cumplirse en cualquier peldaño que forma parte de una vía de evacuación. En las escaleras que forman parte de una zona vertical de seguridad los tramos deben ser rectos y las huellas de los peldaños y descansos deben ser antideslizantes.

A pesar de que haya una recomendación en cuanto a la relación entre huella y contra huella (que se muestra en la tabla a la derecha), se decidió medir escaleras en diferentes partes y se llegó a la conclusión de que hay 3 perfiles críticos.



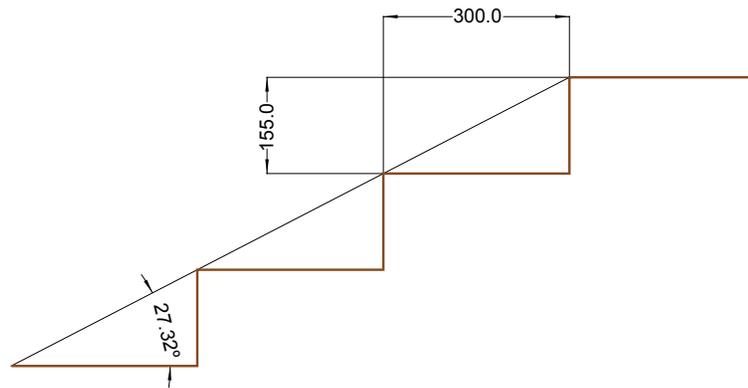
**Perfil 1:  
Pendiente marcada**

Fig 39.



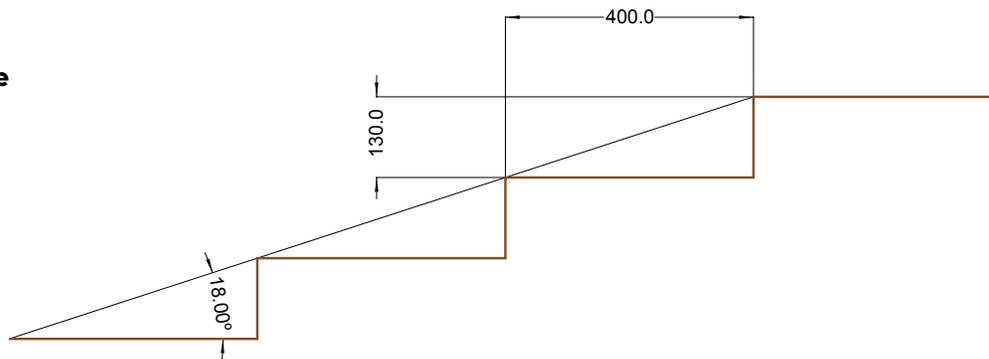
**Perfil 2:  
Pendiente mediana**

Fig 40.



**Perfil 3:  
Pendiente leve**

Fig 41.





# PROCESO DE **PROTOTIPADO**

---

## IDEA PRINCIPAL

Como primera aproximación se buscó principalmente llevar el mecanismo *Rocker-Bogie* a formato de carro mediante la reutilización de una bicicleta y un carro de feria.

De la bicicleta se obtuvo el sistema de cadena que incluye el plato grande de 32 dientes, el piñón libre de 16 dientes (trinquete) y la cadena. Del carro se obtuvo el mango ajustable (sistema de palanca) y las barras que sirvieron de eje para las ruedas. Además, se compraron ruedas de 10 cm de diámetro porque si el mecanismo funciona de forma correcta deberían poder subir el doble de su diámetro adecuándose a las medidas de las escaleras ya analizadas.

Cada parte cumpliría una función específica, el mango del carro redireccionaría la fuerza aplicada por la persona, que sería en movimientos hacia adelante y hacia atrás, haciendo girar el piñón de 32 dientes el cual mediante la cadena haría girar el piñón libre de 16 dientes que estaría unido al eje del tren delantero de ruedas, haciéndolas girar también y por ende haciendo que el vehículo completo avance.

Como explicamos previamente, el sistema de trinquete permitiría que las ruedas giraran sólo cuando se realiza el movimiento hacia adelante, y no cuando se tira el mango hacia atrás. De esta forma, las ruedas sólo se mueven hacia adelante.

En las planimetrías inferiores nos podemos dar cuenta que se buscó que el carro en posición neutra (cuando todas las ruedas están en contacto con el mismo plano horizontal) pudiera caber dentro en un mismo escalón considerando el perfil de escalera con mayor pendiente pero con el último tren de ruedas apoyado a la mitad.



Fig 42.

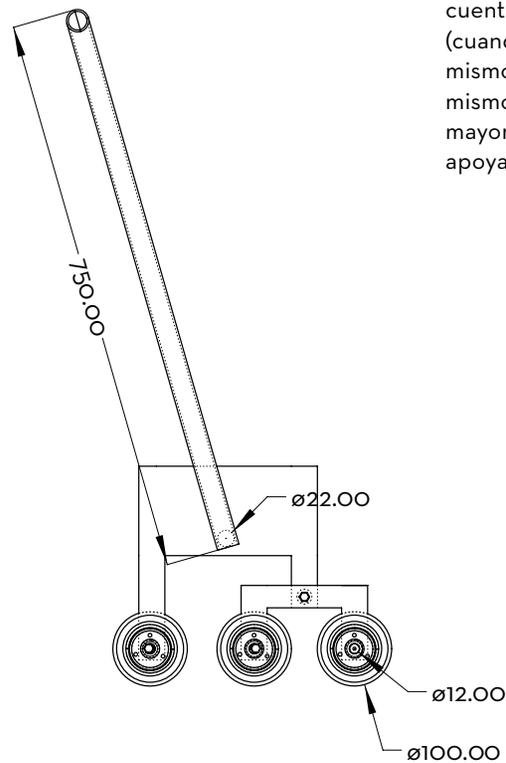


Fig 43.

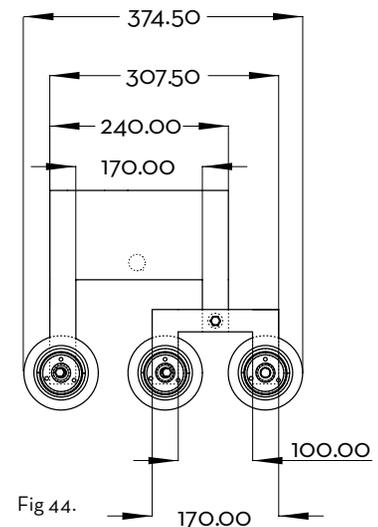
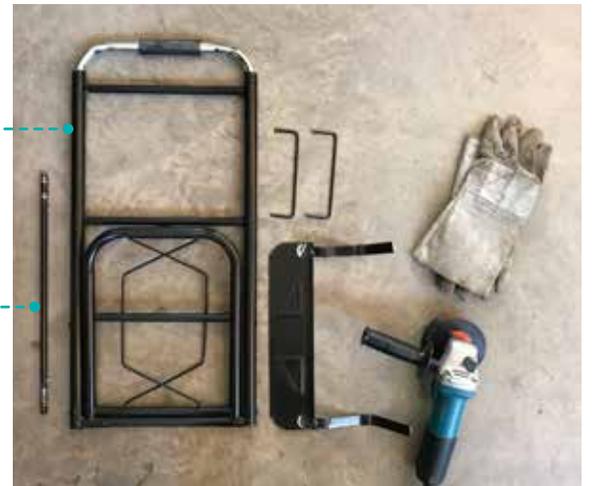


Fig 44.





1 ENFRENTAMIENTO ESCALERA



2 ENGANCHE BOGIE



3 ELEVACIÓN BOGIE



4 ENGANCHE ROCKER



5 POSICIÓN NEUTRA

## CONSTRUCCIÓN

La construcción se basó en desarmar los objetos reciclados para obtener las piezas ya mencionadas y luego se armó el mecanismo con el corte de piezas en madera para la estructura lateral. En un principio no se consideró el diámetro del plato grande, por lo cual las piezas laterales no eran lo suficientemente altas pero, aún así se aprovechó lo construido para hacer una prueba de las medidas en una escalera, lo cual se muestra en la secuencia de imágenes enumeradas. En dicha secuencia se muestra cómo debería adaptarse la estructura a la escalera al subir en una situación ideal.

Lo positivo de reutilizar el mango del carro fue que no sólo era adaptable sino que la altura generada era la adecuada para hacer el movimiento que se buscaba.

Al reemplazar las piezas de madera por unas con mayor altura, se soldó el piñón grande al eje y se pusieron topes para que la madera no cambiara de posición. Finalmente, se colocó la cadena de bicicleta para hacer funcionar el mecanismo, llegando al resultado que se muestra en la página siguiente.



## RESULTADOS

El principal problema con este prototipo tuvo que ver con que el índice de transmisión entre los piñones no era suficiente para hacer que el carro avanzara una cantidad considerable cada vez que se movía el mango. Esto a causa de que el mango se mueve en un ángulo menor que  $180^\circ$ . Además, requiere de un topo en la parte trasera para que al estar en desuso quede fijo y no se caiga hacia atrás.

Por lo tanto, se comprobó lo siguiente:

1. Medidas:

Medidas del largo adecuadas para que las ruedas calcen en las escaleras.

Medidas necesarias del alto de las piezas laterales considerando el espacio que utiliza el sistema de cadena. El ancho no se consideró en esta primera etapa debido a que se adaptó a la del mango del carro.

2. Mecanismo Trinquete:

Al igual que en las bicicletas el piñón libre se trava al generar el movimiento de empuje haciendo que gire todo el eje (la barra de metal macizo junto con las ruedas pues están todos unidos) y para atrás gira lo que permite que la palanca se siga moviendo pero que el eje continúe hacia delante.

3. Índice de transmisión de los piñones reutilizados

No es suficientemente grande por lo que es necesario hacer ciertos cálculos que se presentan en la página a la derecha.

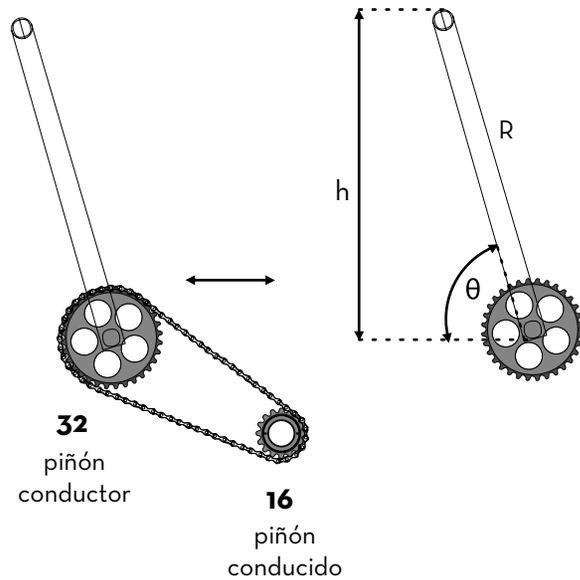


# CÁLCULOS

## SISTEMA REALIZADO

### Índice de transmisión

Fig.45.



$$i = N1/N2 = n1/n2$$

$$i = 32/16 = 2$$

$N$  = Velocidad de giro

$i$  = relación de transmisión

$n1$  =  $w$  entregado

**Amplificación = 2w**

$$H = T \times \omega$$

Potencia = torque x omega

Potencia: Variable constante entregada por el usuario

Torque: fuerza aplicada a la palanca, depende de dónde se toma.

Omega: velocidad angular.

En primer lugar se calculó la relación entre los piñones que se reutilizaron, lo cual resulta en una amplificación de 2w.

A partir de lo anterior se hizo un diagrama de cuerpo libre (DCM) el cual es una representación gráfica de las fuerzas que actúan sobre un cuerpo, esto es considerando un sistema estático. Mediante la igualación de las fuerzas (el roce de las ruedas y la fuerza aplicada al carro) podemos saber cuándo comenzaría a moverse; podemos pasar al sistema dinámico, es decir, con cuánta fuerza se puede mover y romper el roce estático.

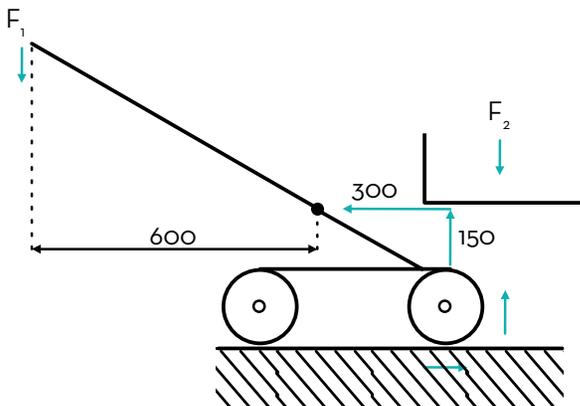
La ventaja mecánica puede distinguirse en dos tipos:

- Ventaja mecánica teórica o ideal, obtenida de las supuestas condiciones ideales (miembros rígidos, ausencia de fricción, etc.), se puede deducir calculando el equilibrio de la máquina en un diagrama de sólido libre.

- Ventaja mecánica práctica o real. Siempre es inferior a la anterior, pues el rendimiento real del mecanismo es inferior a 1, es decir, es inferior al 100%.

### Diagrama de Cuerpo Libre

Fig.46.



$$0,6 F_1 = F_2 \times 0,3$$

$$3 F_1 = F_2$$

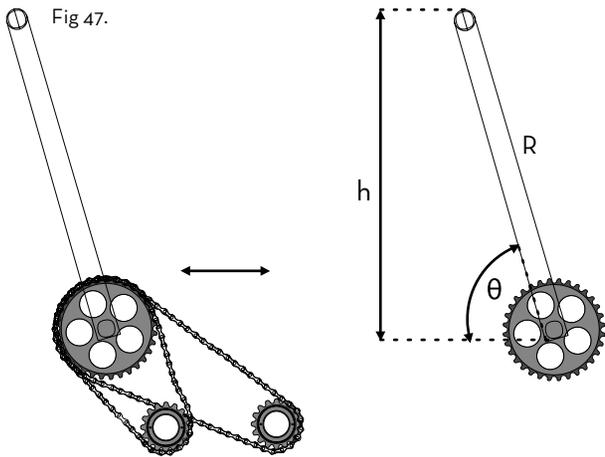
Si  $F_1 = 20 \text{ kg}_f$  (fuerza ejercida)  
Peso max. teórico =  $60 \text{ kg}_f$

Peso real  $\approx 30 \text{ kg}$   
Coef de seguridad = 2

Mediante las características del carro se puede calcular el peso máximo que se podría trasladar al ejercer una fuerza de  $20 \text{ kg}_f$ , el cual sería  $60 \text{ kg}$ . La ventaja mecánica ideal sería entonces  $3/1$ , se triplicaría la fuerza pero siempre y cuando esto fuese un sistema estático, por ende, se aplica un coeficiente de seguridad (para evitar fatigas o rupturas tanto de la estructura como del sistema, ya sea por golpes o por uso) y se llega al peso máximo de  $30 \text{ kg}$  y por ende una ventaja mecánica real de  $3/2$ .

## SISTEMA PROPUESTO

Fig 47.



**$H/2 = \text{Potencia}$   
entregada a cada  
rueda**

*Más tracción a  
causa de las fuerzas  
perpendiculares y  
axiales*

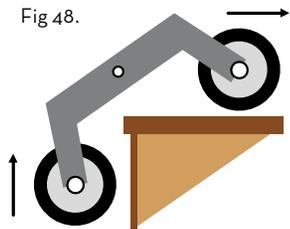
$$d = \Psi \times r$$

$$\Theta = 2\Psi \text{ en transmisión}$$

$$d = \frac{\Theta \times r}{2}$$

Para aumentar d:  
Aumentar  $K = \frac{N_1}{N_2}$   
Aumentar r

Fig 48.



En el modelo anterior sólo un tren de ruedas se movía. Un mejor modelo sería doble (2 ejes) de forma que la rueda que quede en el plano vertical ( $F_3$ ) también contrarreste la fuerza ejercida por el peso.

La palanca se reparte a ambas ruedas  $\omega$  no se ve afectado pero si T.

Las veces que se mueve  $\Theta$  son  $2\Psi$ , es decir, el piñón conducido, y por ende las ruedas, se mueven el doble que el piñón conductor.

Si se aumenta r (el radio de las ruedas) aumenta la distancia recorrida del carro con un mismo movimiento del mango. En cambio, R (largo del mango) solo sirve para potencia.



# PROTOTIPO N°1.2

## IDEA PRINCIPAL

A pesar de que mediante los cálculos anteriores se llegó a la conclusión de que era necesario mover los dos trenes de ruedas delanteros. Primero se priorizó el multiplicar las relaciones en el sistema de cadena para que la rotación de las ruedas fuera mayor y el usuario no tuviera que mover la palanca tantas veces para lograr un avance significativo.

Nuevamente se recicló una bicicleta, de mayor tamaño, para reutilizar el piñón libre que contenía múltiples platos, el más grande de 27 dientes y el más pequeño de 14. Entonces, se agregó un nuevo eje en para que el piñón de 32 dientes se uniera al de 14 y el de 27 al de 16, aumentando la transmisión a casi 4w.



Fig 49.

## CONSTRUCCIÓN

En un principio se diseñaron piezas laterales diferentes, con una forma no tan cuadrada para la pieza más grande, y un triángulo para el Bogie. Además, se pensaba mover el mango más cerca de la posterior para alejar el peso del sistema de palanca, e incluir un rodamiento para que el roce no disminuyera la eficiencia del movimiento del mango. Aunque esto se logró llevar a cabo, se llegó a la conclusión de que la prioridad estaba, como se dijo recién, en el índice de transmisión y para no tener que desarmar el prototipo previo o construir uno nuevo, simplemente se agregó un eje en donde se puso el piñón de 27 dientes y se agregó una nueva cadena para todos los piñones estuvieran conectados.

Finalmente, se agregó un tope para que el mango no se cayera hacia atrás.

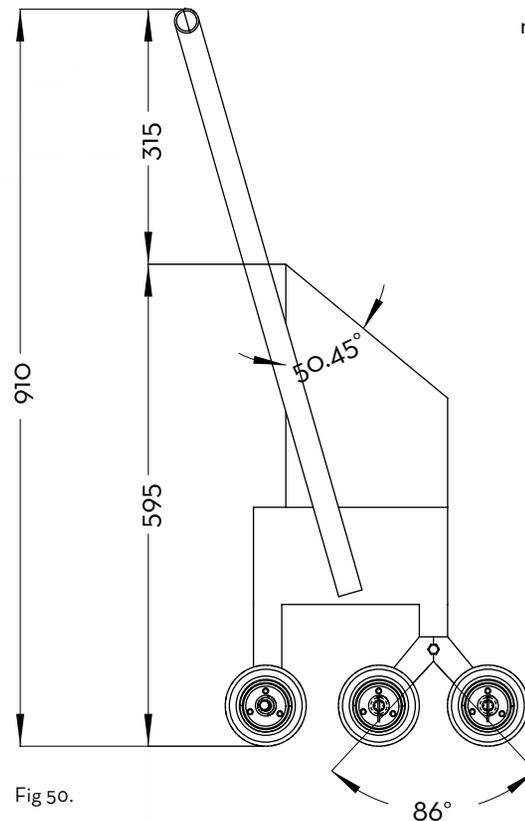


Fig 50.

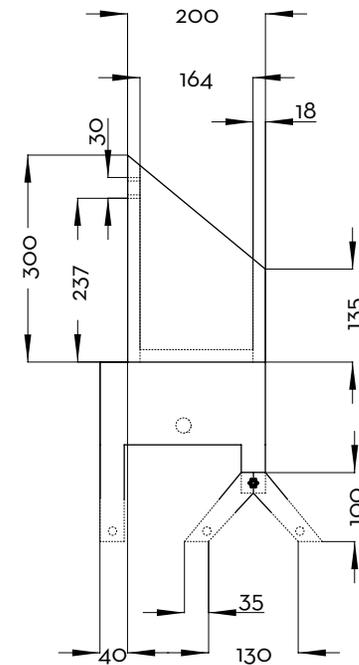


Fig 51.



## SUBIDA



## BAJADA





## RESULTADOS

Al probar el mecanismo en la escalera hubo pros y contras. Cabe destacar que la escalera era del perfil 3, es decir, baja pendiente. Aún así, el sistema no era capaz de generar el torque suficiente para que las ruedas delanteras se elevaran al enfrentar el peldaño.

Lo positivo fue que todo el sistema hacía que las ruedas no giraran hacia atrás y, por lo tanto, el carro quedaba fijo en cualquier posición. Además, si se levantaban de forma manual las primeras ruedas el sistema si era capaz de generar el resto de los pasos de forma correcta y prácticamente no se sentía el peso de la carga.

Finalmente, a pesar de que se había considerado previamente que la carga debía estar más adelante para que el centro de masa quedara entre las ruedas delanteras, sólo se puso al límite de lo que permitía la estructura lateral ya hecha. Por esta razón, en ciertas ocasiones, cuando el carro estaba inclinado el peso hacía que se cayera por completo hacia atrás y no funcionaría de ninguna manera para bajar las escaleras.

Entonces, pudimos concluir lo siguiente:

### 1.- Índice de transmisión final

- Que permite avanzar una distancia suficiente con cada movimiento de empuje
- Que genera el giro necesario de las ruedas para escalar el peldaño de la escalera
- Que sea fácil de empujar para el usuario

### 2.- Ubicación del peso

Debido a que el carro cambia de posición al subir los escalones el peso se carga hacia atrás y dificulta el movimiento, el centro de gravedad debe ubicarse entre las dos ruedas delanteras.

### 3.- Ubicación de las ruedas delanteras

Es necesario que las ruedas delanteras estén alzadas para “enganchar” con el peldaño de forma más fácil y permitir al resto del carro subir.

# PROTOTIPO N°1.3

## IDEA PRINCIPAL

En un comienzo, con este prototipo, se buscó solucionar el tema del recipiente/peso, de forma que el carro funcione tanto para subir escaleras como para bajarlas:

1. Elevar ruedas delanteras para no tener el problema del enfrentamiento de las ruedas delanteras con el peldaño y que estas inmediatamente se adaptaran a la parte horizontal y las ruedas medias a la parte vertical.
2. Generar un sistema basculante<sup>1</sup> para que el peso se adapte según la posición del carro y que funcione tanto para bajar como para subir escaleras.

<sup>1</sup>Que bascula, oscila o se inclina.



Fig 52.

## CONSTRUCCIÓN

A medida que se llevaban a cabo los cambios en la estructura, para llegar a la idea que se muestra en la figura 53, se comprendió que no era posible elevar las ruedas puesto que su peso impedía que el mango se moviera, ya que todo el carro se iba hacia delante.

A pesar de lo anterior, se decidió continuar con el peso basculante y se agregaron los dos piñones libres como se había planeado al realizar el diagrama de cuerpo libre. De esta forma habría más tracción y quizás sería posible elevar las ruedas con el movimiento del mango y sin necesidad de tener el tren delantero arriba.

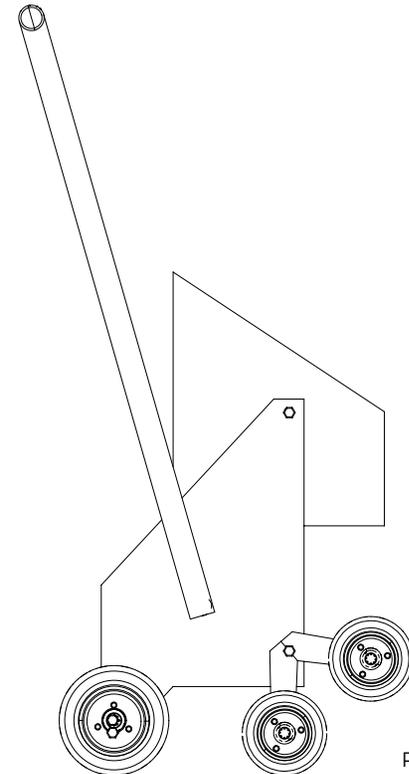


Fig 53.

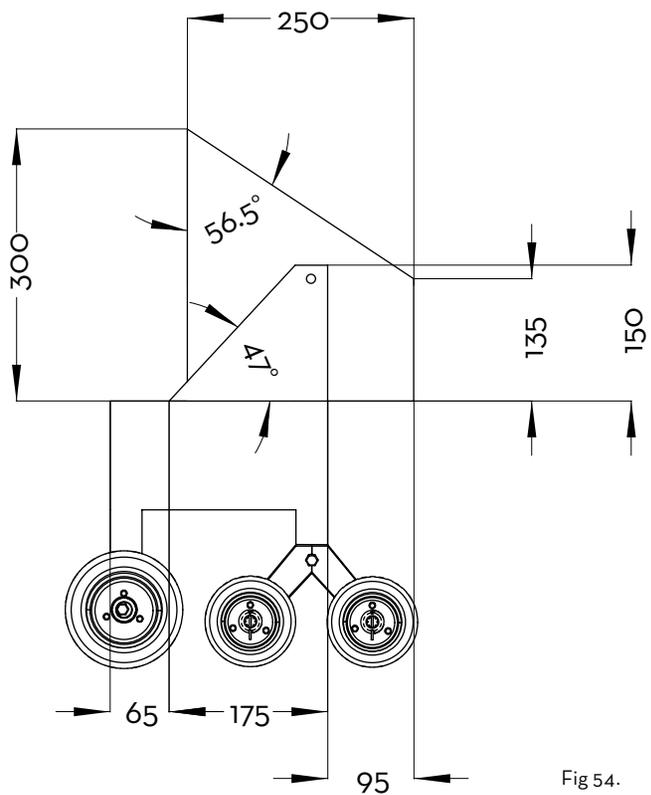


Fig 54.



## ASCENSO CALLE EMPINADA



## RESULTADOS

Finalmente, se realizaron testeos tanto en calles empinadas como en escaleras. En la calle funcionaba correctamente al igual que el prototipo en la fase anterior.

El problema estuvo con que el peso basculante generaba todo lo contrario a lo esperado, debido al movimiento al subir la caja se iba hacia atrás y el carro se caía más que en la vez anterior. Además, a pesar del aumento en la tracción las ruedas delanteras seguían sin poder superar el enfrentamiento inicial.

Es así como se decidió buscar otras soluciones, lo cual se explica a continuación.

## ASCENSO ESCALERA



## IDEA PRINCIPAL

A causa de la complejidad técnica que tenía el lograr que el mecanismo de cadena permitiera al carro subir la escalera se reformó la solución de forma que el vehículo pasara a ser de arrastre al subir y de empuje al bajar. De esta forma, se eliminó la necesidad de un torque suficiente en cada rueda o de la elevación constante de las ruedas delanteras para que estas logran escalar el peldaño, sino que la persona misma tirando/levantando del carro realiza esta acción.

Por otra parte, a pesar de que en un plano liso sea mejor empujar un carro debido a la ergonomía, en un plano inclinado es más seguro mantener la carga detrás de la persona que al frente.



Fig 55.

## REFERENCIA PAPER

Al momento de tomar la decisión recién mencionada, se encontró el paper llamado “*Optimal design of hand-carrying rocker-bogie mechanism for stair climbing.*” en donde se buscaba realizar un carro manual en base al mecanismo Rocker-Bogie pero enfocando la investigación en optimizar las variables cinemáticas<sup>3</sup> mediante la metodología de Taguchi.

Este proceso fue desarrollado originalmente para ingeniería de calidad y para la evaluación y mejora de la robustez de un producto, de las especificaciones de tolerancia y de la calidad de la administración del proceso productivo. Llegar a un diseño robusto tiene que ver con hacer que el producto sea insensible a las variaciones (ruido). Estas variaciones pueden ser internas (desgaste de maquinaria, edad de los materiales), externas (condiciones medio-ambientales -temperatura, humedad, polvo-) y de unidad a unidad (entre partes a causa del material o procesos del equipo). (Lochner & Matar, 18)

Hoy en día, la metodología se aplica para resolver cualquier problema de optimización de ingeniería mediante el uso de experimentos. Tiene las ventajas de la optimización en base a experimentos, análisis de sensibilidad y la posibilidad de optimización de un sistema no modelado.

Entonces, los componentes de la figura cinemática se utilizaron como parámetros de diseño, es decir, siete parámetros: cuatro parámetros de articulaciones ( $l_1, l_2, l_3, l_4$ ) y tres parámetros del radio de las ruedas ( $r_1, r_2, r_3$ ).

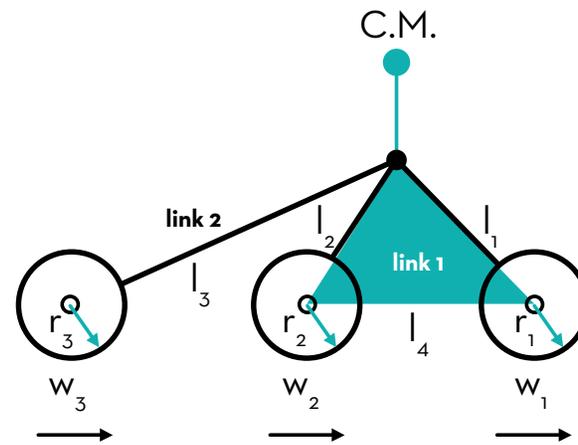
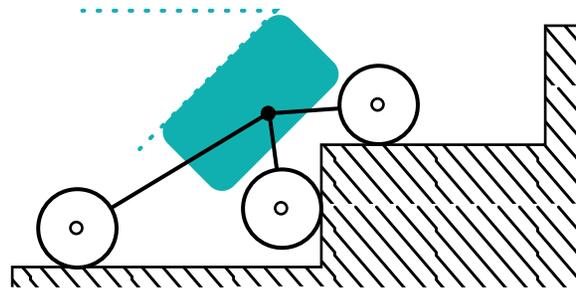


Fig 56.



<sup>3</sup>Cinemática: rama de la mecánica que describe la moción de puntos, cuerpos (objetos) y sistemas de cuerpos (grupos de objetos).

## LIMITACIONES GEOMETRÍA

Hay cinco limitaciones de las relaciones geométricas entre vínculos y ruedas.

### (a) Mantener el contacto en el plano horizontal

El radio de cada rueda debería mantener contacto con el peldaño de la escalera para tener una subida estable. El límite máximo del radio es a partir de la condición de contacto de la rueda (se utiliza la escalera más empinada como peor caso). El límite mínimo del radio es determinado por disponibilidad comercial.

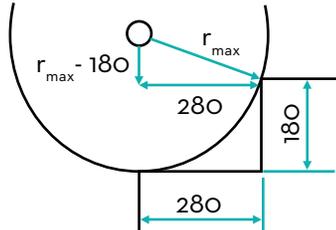


Fig 57.

$$(r_{\max} - 180)^2 + 280^2 = r_{\max}^2$$

$$r_{\max}^2 - 360 r_{\max} + 32.400 + 78.400 = r_{\max}^2$$

$$360 r_{\max} = 110.800$$

$$r_{\max} = 308$$

$$25 \leq r_i \leq 308 \quad (i = 1,2,3)$$

### (b) Mantener un vínculo triangular

Los parámetros  $(l_1, l_2, l_4)$ , que se relacionan al vínculo 1, están posicionados en una forma triangular. Los límites se definen para mantener esta forma. Las tres desigualdades se basan en esta limitación.

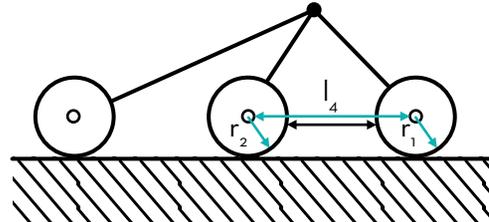


Fig 58.

$$l_4 > r_1 + r_2$$

### (c) Evitar la superposición entre la primera y segunda rueda

Debido a la complejidad del diseño del carro rocker-bogie, se debería prevenir la superposición de las ruedas. Para lograr esto la distancia entre  $w_1$  y  $w_2$  (es decir,  $l_4$ ) debe ser más larga que la suma de  $r_1$  y  $r_2$ .

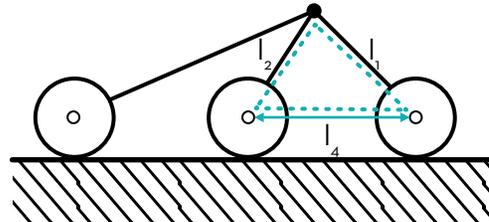


Fig 59.

$$l_1 + l_2 \geq l_4$$

$$l_2 + l_4 \geq l_1$$

$$l_4 + l_1 \geq l_2$$

### (d) Evitar la superposición entre la segunda y tercera rueda

La superposición entre la segunda y tercera rueda se debería evitar.  $w_3$  puede ser girada a lo largo de la articulación pasiva entre el vínculo 1 y 2, y  $w_2$  y  $w_3$  puede ser trasladado.

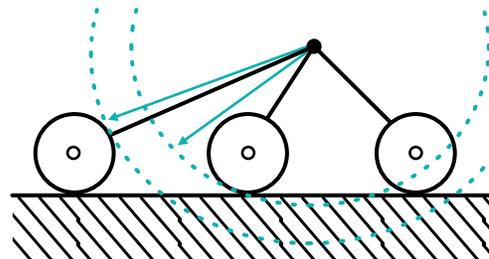


Fig 60.

$$l_3 - r_3 > l_2 + r_2$$

### (e) Límite de tamaño

Dependiendo del propósito del carro el tamaño puede variar. En este caso, el rango fue definido en base al tamaño de un carro de compras tradicional. Además, el radio de la rueda se limitó para que fuera menor que la longitud del vínculo por la simplicidad del diseño.

$$r_i \leq l_i \leq 500 \quad (i = 1,2)$$

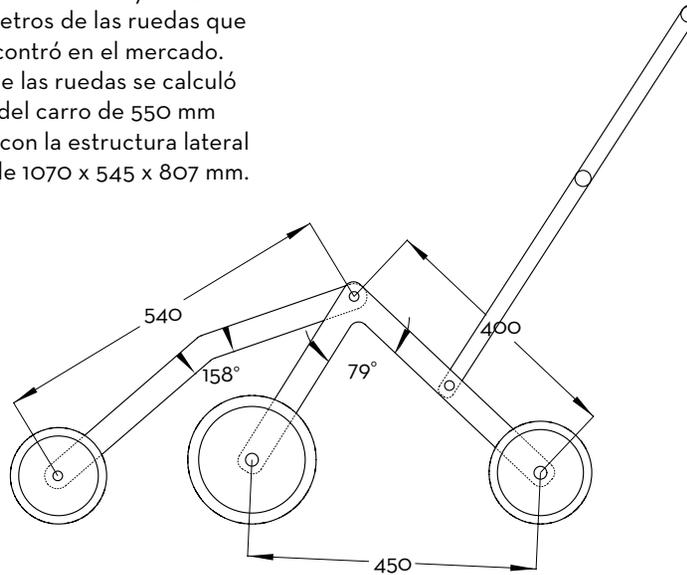
## PLANIMETRÍAS PRINCIPALES

En base a lo anterior se hicieron las planimetrías (se muestran en escala 1:10) en donde las medidas más importantes eran los vínculos y distancia entre ejes, además de los diámetros de las ruedas que fueron dados por lo que se encontró en el mercado.

A partir de los anchos de las ruedas se calculó un ancho máximo aproximado del carro de 550 mm (545 finalmente) y en conjunto con la estructura lateral las medidas generales fueron de 1070 x 545 x 807 mm.

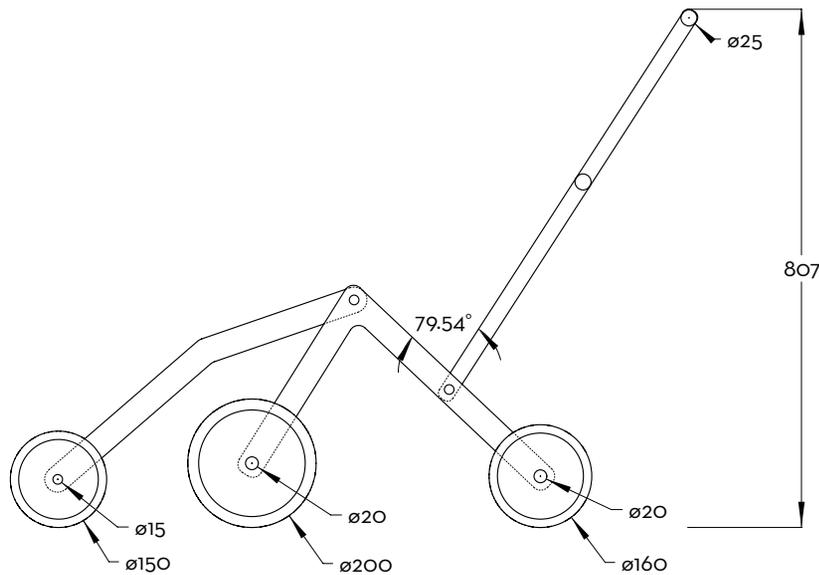
**Vista lateral 1  
sin canasto**

Fig 61.



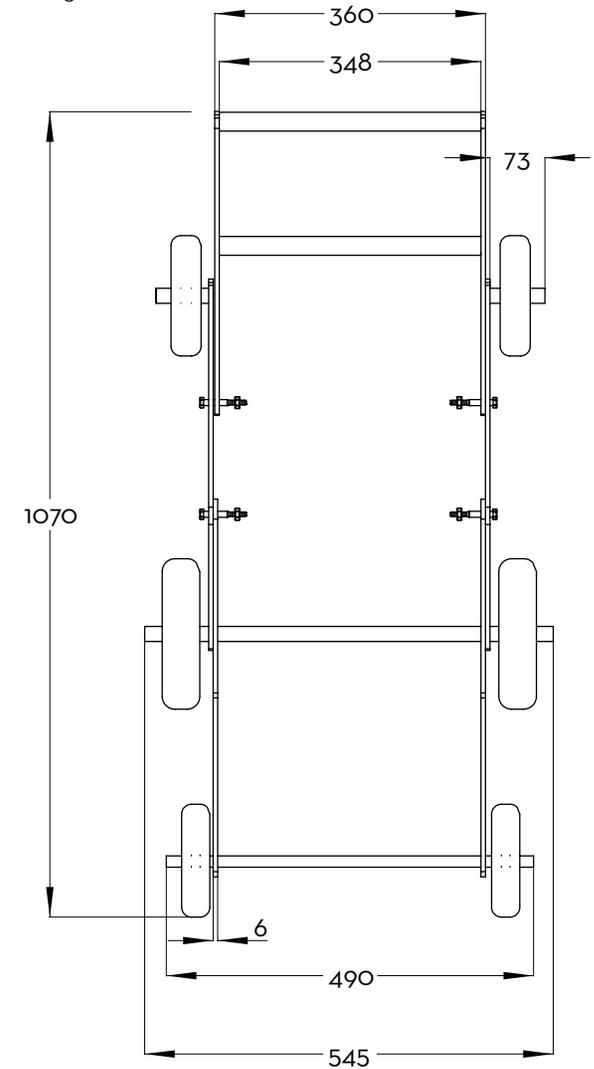
**Vista lateral 2  
sin canasto**

Fig 62.



**Vista superior  
sin canasto**

Fig 63.



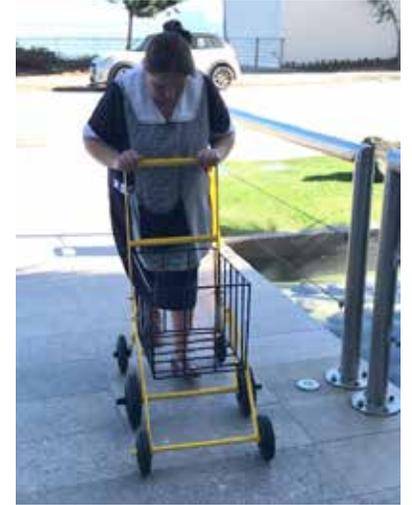


## CONSTRUCCIÓN

Como primera aproximación a las nuevas dimensiones, se tomó la decisión de llevar a cabo el prototipo con pletina, para lograr de forma más exacta la figura lateral, es decir, los vínculos a las ruedas. Ya teniendo la estructura general se llevó a cabo un canasto simple para testear el funcionamiento general del vehículo.

El problema con lo anterior fue que, a pesar de que la figura estuviera exactamente igual a las planimetrías, el carro tiene un peso de 30 kgs, alejándose bastante del ideal o de los antecedentes que están alrededor de los 5 kgs. A pesar de esto, el movimiento era el buscado por lo que se prosiguió a pintar el vehículo, con un color amarillo primario con pintura automotriz.

En el primer intento hubo ciertos errores puesto que las uniones entre el mango y las piezas laterales no tenían separación por lo que la pintura se salía cuando el carro se movía. Por otra parte, las ruedas fueron soldadas lo que no permitía desarmar el carro en su totalidad para pintar de la forma adecuada. Finalmente, se agregaron golillas en las uniones que permitieron pintar una vez más el carro, esta vez con un amarillo más claro.



### ASCENSO ESCALERA PERFIL 1



### ASCENSO ESCALERA PERFIL 3



## MOVIMIENTOS ASCENSO

La diferencia principal con los carros comunes (y también con el antecedente que utiliza el vínculo estrella) es el movimiento que debe realizar la persona para transportar el objeto. Dependiendo del tipo de escalera se cambiará dicha acción por dos o tres pasos.

En el caso del perfil número 1 -el más empinado- primero se eleva el mango para levantar el tren delantero de ruedas y luego se tira/arrastra. El punto más crítico que se encontró al momento de subir las escaleras fue en el perfil número 1 -el más empinado- cuando todas las ruedas se apoyaban en la arista del peldaño, por lo que el peso junto con la fuerza de gravedad generan que el usuario sienta un peso muy similar al que sentiría si levantara el peso por su cuenta. Esta complicación se solucionaría mediante el sistema de trinquete que se mencionó antes, el cual vendría incluido en el eje de las ruedas, puesto que de esta forma no girarían hacia atrás. Se cambia la acción de tirar por una de elevar, empujar hacia abajo y luego arrastrar, es decir, ya no se realiza una fuerza en dirección diagonal generando presión contra el peldaño. Como se muestra en la fig\* a continuación el primer paso permite elevar el tren de ruedas delantero, el segundo paso se relaciona al mecanismo de palanca en donde la fuerza ejercida hacia el suelo eleva el tren de ruedas del medio, finalmente se arrastra el carro para proseguir con el siguiente peldaño.

Lo que facilita el realizar estas acciones es que siempre estarán los tres trenes de ruedas en contacto con algún plano (horizontal o vertical) y dos trenes de ruedas en contacto con el plano horizontal.

El punto en contra de realizar este cambio es que es menos intuitivo para el usuario, puesto que pasa de ser sólo un paso a tres, por lo que es fundamental llevar a cabo un manual de instrucciones o un video explicativo del funcionamiento del vehículo para que sea aprovechado en su totalidad.

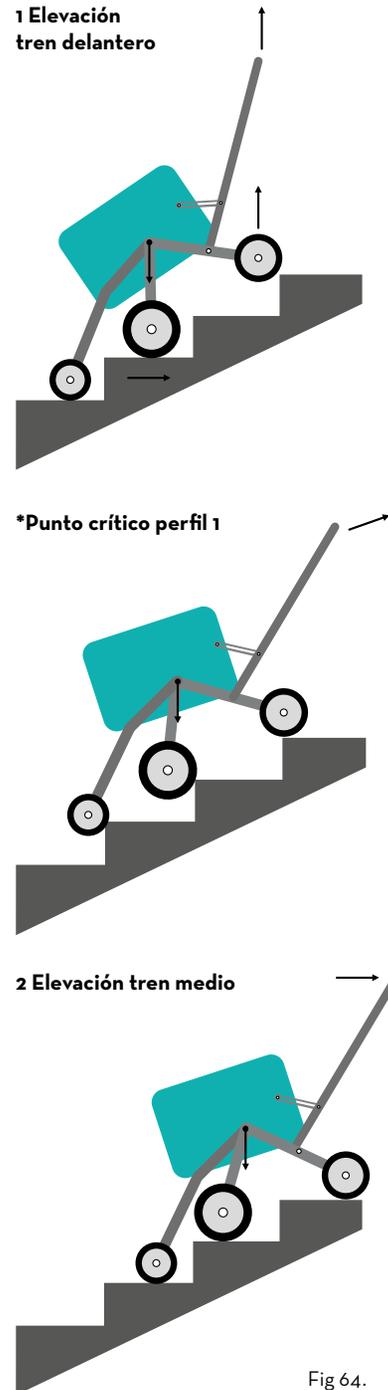


Fig 64.

## DESCENSO ESCALERA PERFIL 2

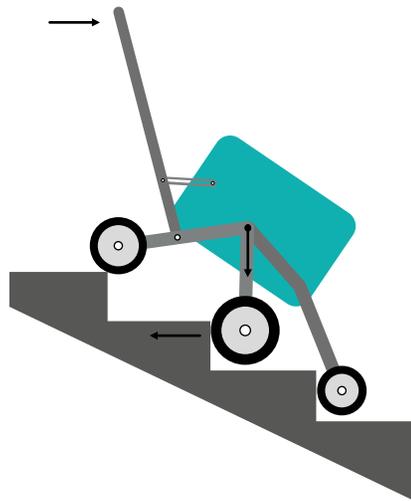


## MOVIMIENTOS ASCENSO

En el caso del descenso el proceso, a pesar de ser distinto al común, es más simple puesto que independiente de la escalera serán dos pasos. Empujar hacia adelante y luego hacia atrás. De esta forma, las ruedas del medio servirán de soporte ya que se arrastrarán por el plano vertical, evitando el golpeo que ocurre con otros carros. Es importante destacar que si no se realiza el movimiento adecuado el carro tendrá ese mismo descenso brusco ya que las ruedas no son lo suficientemente grandes como para sobrepasar el peldaño sin “caer”.

Un punto interesante es que, a pesar de que el carro se enfrente a la escalera con cierto ángulo y no de forma perpendicular a la arista del escalón, podrá descender sin problemas y sin mucho movimiento de la carga. Tal como se muestra en la secuencia de imágenes a la derecha.

1 Descenso tren delantero y medio



2 Descenso tren posterior

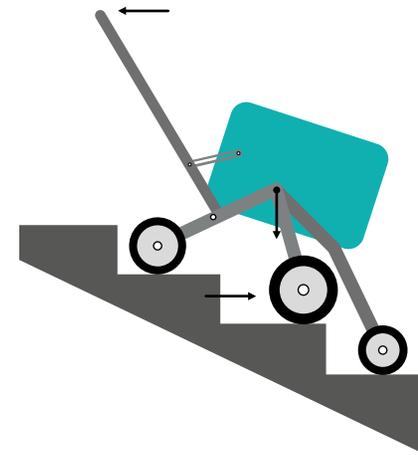


Fig 65.



DESCENSO VEREDA



ASCENSO VEREDA



Como las escaleras no son el único obstáculo en las calles, se decidió testear el prototipo en diferentes situaciones.

A pesar de que las veredas son menos complejas que las escaleras, suelen ser altas y muchas veces tienen irregularidades, desniveles o no cuentan con rampas en las esquinas. Es por esto que se vuelve importante destacar que, aunque se descienda por un lugar curvo o irregular, el carro no perderá la estabilidad. Como se muestra en las imágenes, a pesar de que haya una leve inclinación hacia el lado que baja primero, no habrá problemas con la carga. El ascenso, en cambio, será igual al de un peldaño.

Por otra parte, los tres trenes de ruedas permiten traspasar obstáculos como lo sería una canaleta que no tiene un puente o rampa para pasar. En el caso de las imágenes tomadas, primero se elevó el tren delantero (a), se apoyó al otro lado (b), se arrastró generando que las ruedas medias cayeran pero se apoyaran rápidamente en el plano vertical (c) y al estar los dos trenes al otro lado las últimas ruedas de apoyo cayeron de la misma forma (d). De esta forma el carro logró pasar al otro extremo (e) con una inclinación mínima de la carga.

## TRASPASO OBSTÁCULOS



# PROTOTIPO N°3

## IDEA PRINCIPAL

Dado que el prototipo anterior se hizo con pletina de un espesor muy alto, y los ejes eran de fierro macizo, el peso del carro era de 30 kgs y por ende era más difícil manipularlo.

En este caso se quiso mejorar lo siguiente:

1. Alivianar
2. Mango ajustable
3. Carros encajables entre sí (menor ancho del tren trasero para que así las ruedas pudieran encajarse con otro carro)
4. Ruedas y canasto desmontables



Fig 66.



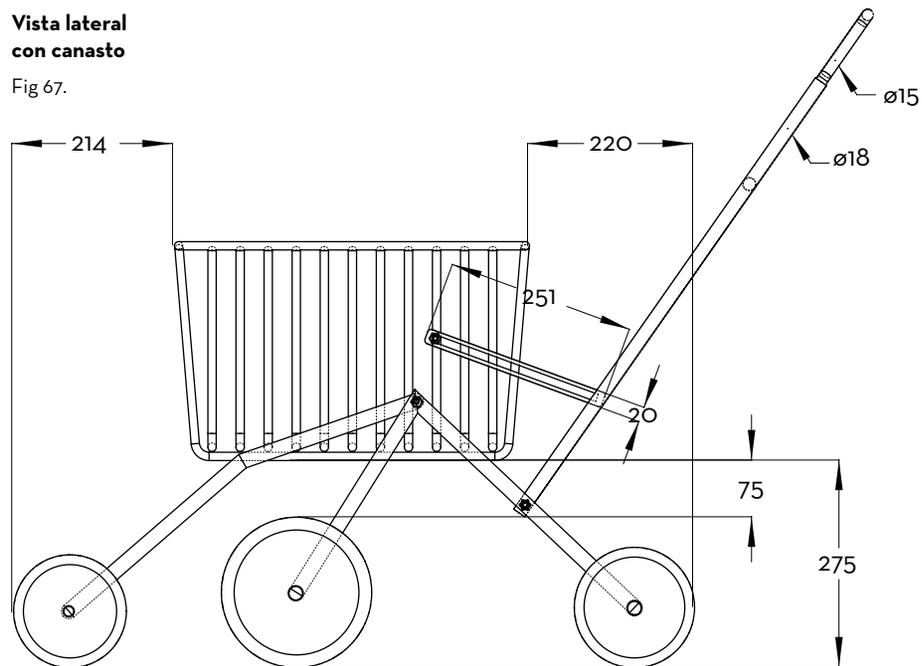
## PLANIMETRÍAS PRINCIPALES

En esta ocasión se quiso mejorar no solo lo anterior sino que las terminaciones del prototipo también. Un detalle importante eran las uniones entre la estructura y el canasto y el mango y el canasto (guía). Es por esto que se hace énfasis en la posición del canasto y las medidas de los demás detalles en la la planimetría lateral.

En cambio, en la superior, se busca simplemente mostrar las diferencias del ancho.

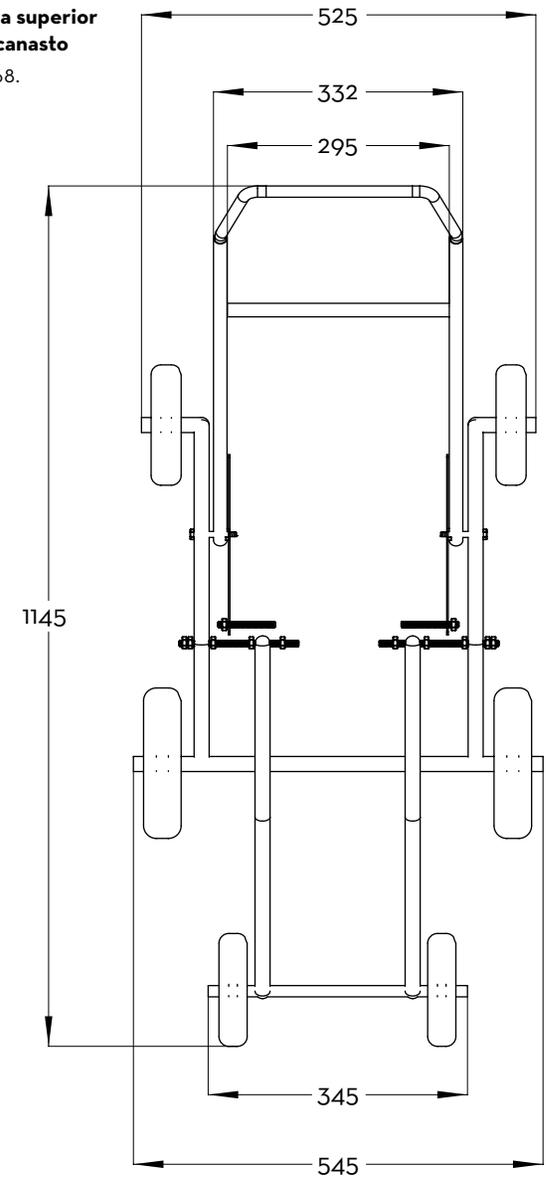
**Vista lateral  
con canasto**

Fig 67.



**Vista superior  
sin canasto**

Fig 68.



## CONSTRUCCIÓN

Para cumplir con los cambios que se buscaban, el prototipo fue realizado con tubos de 18 mm para la estructura general y el mango ajustable -debido a que debía entrar en el tubo- fue el único macizo de 12 mm. El canasto, en cambio, se construyó con alambre grueso.

Como el tren trasero de ruedas se achicó el canasto disminuyó su tamaño en anchura considerablemente, pero el foco aún no está en la cantidad de litros posibles de transportar por lo que dichas medidas se definirán más adelante. Para hacerlo desmontable las uniones de este al eje principal de la estructuras y de las guías al mango, fueron realizadas con hilos de tornillo y tuercas.

Por último, las ruedas fueron fijadas por una parte con la soldadura de la misma estructura, y por la parte externa mediante un pasador.

Al ser terminado se pintó como se muestra en la imagen a la derecha, con el color que se buscó en un principio en el prototipo anterior. Finalmente, se le agregó la marca con vinilo en los tubos laterales de las ruedas traseras, como también en el eje central de las mismas ruedas.





**ESCALERAS EMERGENCIA  
EDIFICIO STELLA MARIS,  
VIÑA DEL MAR**



**ANNA BUSTAMANTE**  
**78 AÑOS**  
**CERRO BARÓN, VALPARAÍSO**

## SECUENCIA ADULTO MAYOR

Se llevó a cabo un testeo con Anna Bustamante de 78 años en Valparaíso. Se realizó el ascenso y descenso de escaleras, el descenso y ascenso de la vereda y el traslado de mercadería por la calle en el cerro Barón.

A pesar de que fue capaz de llevar a cabo las acciones, como podemos observar en las fotografías a la derecha, las posturas eran algo más forzadas que las de un adulto más joven. Lo cual podría ser causa del miedo a caer o de que el carro sea muy pesado –esto puesto que a pesar de haber hecho una estructura más liviana las ruedas son pesadas y sólo el carro pesa 18 kg-.

## DESCENSO ESCALERA PERFIL 2



## DESCENSO VEREDA





**TERESA GONZÁLEZ**  
**56 AÑOS**  
**CERRO ALEGRE, VALPARAÍSO**

## SECUENCIA ADULTO

Se llevó a cabo otro testeo con Teresa González de 56 años en Valparaíso. Al igual que con Anna se probó el ascenso y descenso de escaleras, el descenso y ascenso de la vereda y el traslado de mercadería por la calle pero esta vez en el cerro Alegre.

La escalera utilizada para el ascenso estaba en muy malas condiciones y además era del perfil 1 por lo que obligó al usuario a apoyarse en la baranda para poder realizar la acción.

## ASCENSO ESCALERA PERFIL 1

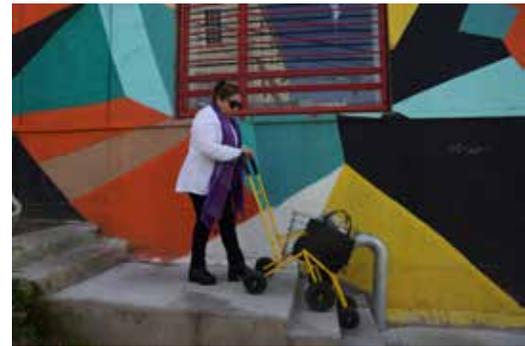




## SECUENCIA ADULTO

En el caso del descenso, ya que se realizó reiteradas veces (más que el ascenso) la usuaria finalmente entendió la técnica y se le facilitó la acción. Además, en este sector nos encontramos con escaleras que variaban entre el perfil 1 y 2 y había descansos entre medio, lo cual también ayudaba a hacer el movimiento adecuado.

## DESCENSO ESCALERA PERFIL 2



## GIRO CON PALANCA



## DESCENSO VEREDA

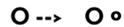


## FACILITAR GIRO

En un principio se tenía la idea de utilizar ruedas giratorias en alguno de los trenes de ruedas o permitir de alguna forma el giro del carro más fácilmente, por ejemplo, como se hace en los autos donde sólo un tren de ruedas gira a pesar de que las ruedas en sí no sean giratorias, o en el caso de la bicicleta mediante el manubrio.

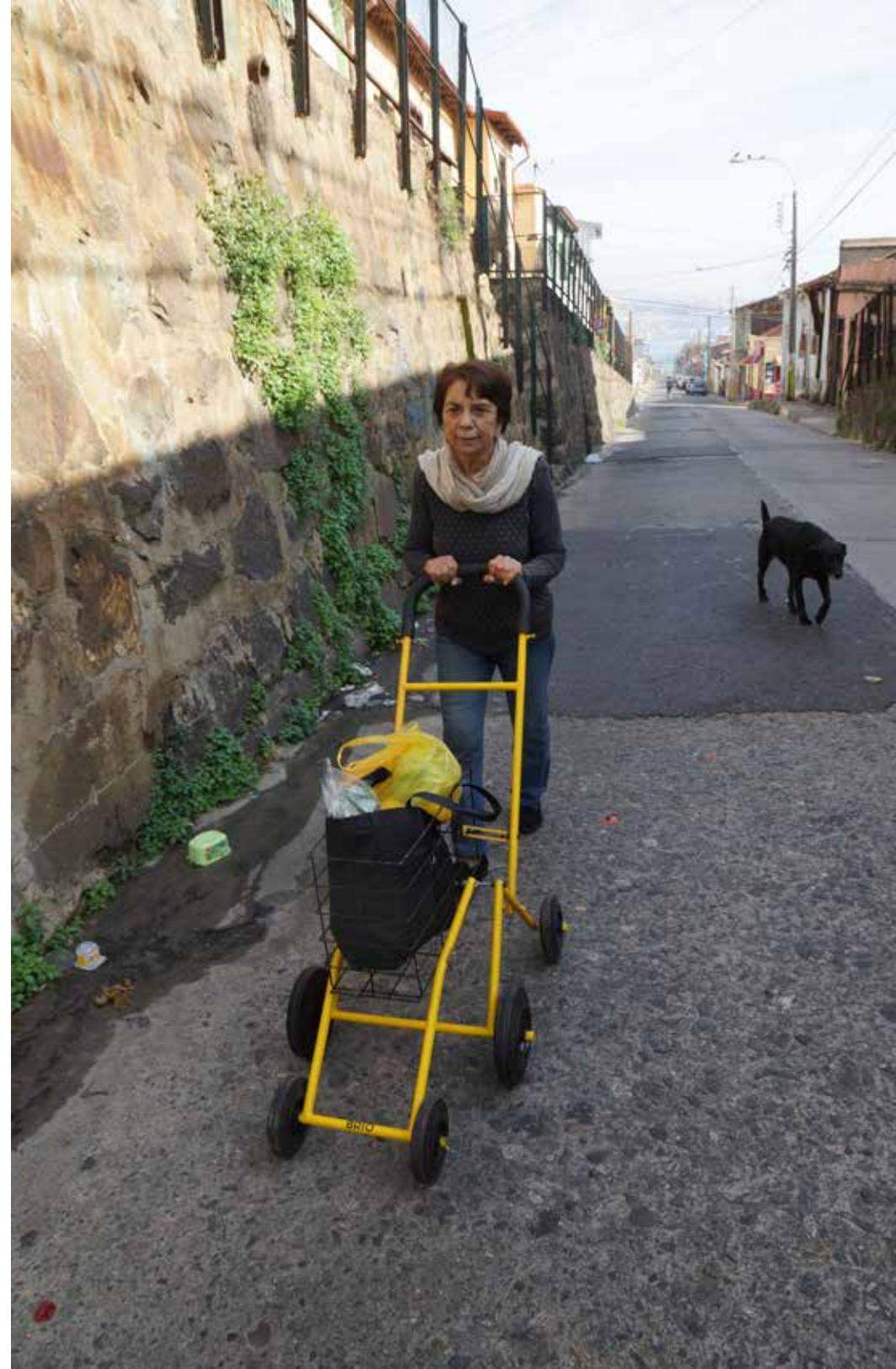
Luego de analizar la propuesta que se tenía al momento se llegó a la conclusión de que las ruedas no pueden ser giratorias puesto que al subir la fuerza debe ir hacia adelante.

Si es giratoria la fuerza no va hacia adelante (flecha), sino que iría hacia fuera (punto)



Por otra parte, el sistema mencionado en donde un manubrio mueve el tren delantero permitiendo que el resto del vehículo gire, no podría ser igual puesto que las ruedas delanteras van fijas a las ruedas del medio por el vínculo lateral. Entonces, la opción sería generar el movimiento antes del eje de las ruedas delanteras pero mediante un sistema tipo bisagra en el cual se presionara un botón para liberar el vínculo y que las ruedas giraran, y luego fijar las ruedas nuevamente para subir o bajar el obstáculo.

En este caso, al haber disminuido el peso del mismo carro, se hacía más fácil manipularlo y girarlo pero aún así fue interesante observar la solución que tuvo una de las personas con las que se testeó, que fue el de hacer palanca empujando el manubrio hacia abajo, levantando las ruedas intermedias y así facilitando el giro.





# VALIDACIÓN POR TEST **COMPARATIVO**

---

# VALIDACIÓN CON TEST COMPARATIVO

Se optó por llevar a cabo un estudio comparativo entre 3 opciones con las que se podría subir una carga por escaleras:

1. Bolsas plásticas
2. Carro con sistema estrella
3. Prototipo nº2 & 3 Brío

Se realizó la ambulación por una escalera del perfil 1 (el caso extremo empinado) durante 20 minutos con cada sistema asistivo, con descansos entre cada uno para que la persona pudiese volver al estado de reposo o estado natural previo a realizar el esfuerzo físico. Al momento de llevar a cabo la acción se hizo un registro escrito como también fotográfico y el usuario utilizó un *Apple watch* con el fin de obtener un registro exacto del pulso.

Los nombres y edades de cada usuario que llevó a cabo el testeo se muestran en la lista a continuación:

1. Francesca Queirolo - 23 años
2. Teresa González - 56 años
3. Anna Bustamante - 80 años

Se planea llevar a cabo un estudio más extenso, por lo que sólo se mostrarán las conclusiones generales.

## BOLSAS

### Aspectos positivos

- La persona no tiene que realizar un traslado de la mercancía de su soporte original o en el cual fue entregado.

### Aspectos negativos

- En el primer ejercicio nos dimos cuenta que la estudiante sufrió dolor en sus manos al poco tiempo de partir el ejercicio ya que el peso estaba muy localizado, y el sistema de agarre no era el material indicado ya que causaba una sensación de ardor en sus manos.
- Las bolsas chocaban tanto con los peldaños de la escalera como con las piernas de la persona, y para evitar estos golpes la estudiante tuvo que ejercer fuerza constantemente para mantener las bolsas con un poco de altura por lo que sus muñecas y hombros se vieron afectados.
- A grandes rasgos, trasladar cualquier tipo de bolso sobre el cuerpo, ya sea una mochila, una cartera o una bolsa pone presión en las rodillas y piernas. Con el tiempo el individuo comenzará a caminar de forma diferente para adaptarse a la presión lo cual puede incluso causar artritis.



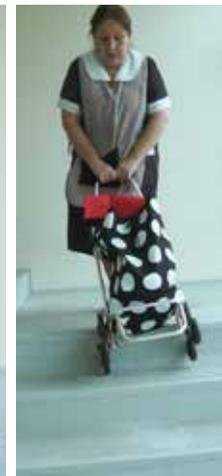
## CARRO CON SISTEMA ESTRELLA

### Aspectos positivos

- El carro es sumamente liviano por lo que se hace fácil su traslado.
- No hubo un cansancio excesivo.

### Aspectos negativos:

- Centro de masa ubicado entre el mango y las ruedas, por ende la persona siente más peso al trasladarlo.
- El vínculo entre las ruedas no es suficientemente grande como para calzar con los escalones por lo que hay que tirar de hacer un esfuerzo igual.
- No hay un "orden", por decirlo de cierta forma, al momento de subir por lo que en ciertas ocasiones una rueda sube antes que la otra, generando una torción del carro y por ende de la muñeca de la persona.
- El bolso para los productos interfiere con las ruedas.



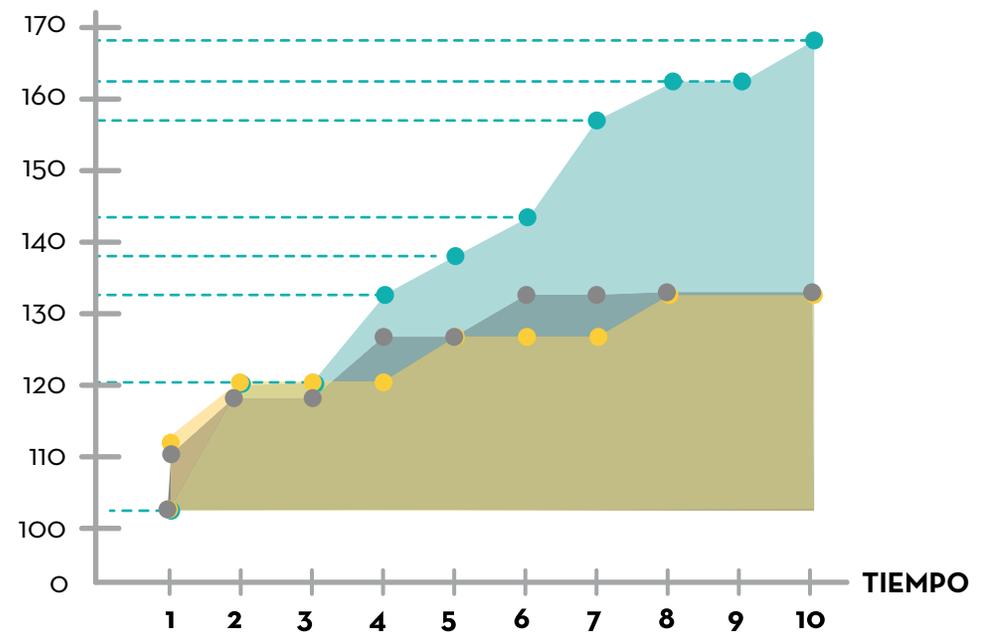
## RESULTADOS

El gráfico a la derecha muestra el promedio de pulsaciones de estas tres personas al momento de realizar la acción de ascender y descender escaleras por 20 minutos en los tres casos ya mencionados diferenciados por color.

A pesar de que haya una diferencia notoria en el cansancio que le genera a la persona el transportar carga entre BRÍO y las bolsas de supermercado, es muy similar al carro con vínculo estrella. Esto puesto que la subida con BRÍO puede llegar a ser más compleja pero el descenso es mejor. Aún así, como se dijo previamente, se quiere realizar la prueba con una muestra más grande para validar mejor el producto pero hasta ahora podemos concluir que sí hay una disminución del esfuerzo hecho por la persona.

### Cansancio asociado al traslado de carga con diferentes contenedores

#### PULSACIONES



- Ejercicio con bolsas
- Ejercicio con BRÍO
- Ejercicio con carro (vínculo estrella)

Fig 69.

PROPUESTA  
**FINAL**

---

---

Debido a que no fue posible lograr todos los detalles técnicos que se buscaban con los prototipos (porque no existen ruedas con trinquete interno por ejemplo), se optó por llevar a cabo un modelo 3D que ejemplificara cómo debería ser realmente el producto y cuáles son las diferencias con lo testeado.

Lo principal es el material, para hacerlo ver más robusto pero que sea liviano a la vez se utilizarían tubos de aluminio con forma ovalada. Por otra parte, las ruedas serían hechas a medida y con un sistema de trinquete interno para evitar que las ruedas giren hacia un sentido. El canasto sería plástico para que pueda ser removible y utilizado de forma independiente, además de también entregar mayor liviandad.

Finalmente, las ediciones también tienen que ver con generar una coherencia estética entre todas las artes y piezas del producto.



# BRÍO

Vehículo manual para el transporte de cargas cotidianas.

Fig 70.

Del celta \*brigos 'fuerza'.  
1. m, pujanza. U. m. en pl. Hombre de bríos.  
2. Energía, resolución con la que se hace algo.

Tipografía: Elkwood regular





Fig 71.



Fig 72.



Fig 73.

# LISTADO DE COMPONENTES

PARTES	PIEZAS
<b>Estructura Base</b>	1. Tubos aluminio 2. Ejes tubulares 200 mm (x3) 3. Eje tubular 150 mm 4. Uniones plásticas (x4) Pernos
<b>Ruedas</b>	5. Delanteras 150 x 37,5 (x2) 6. Traseras 160 x 40 (x2) 7. Intermedias 200 x 50 (x2) 8. Trinquete interno (x6)
<b>Mango</b>	9. Estructura base 10. Tubo aluminio interno para ajustar altura 11. Botón para ajuste 12. Goma agarre 13. Tapas plásticas
<b>Canasto</b>	14. Estructura 15. Logo Tornillos (x4)
<b>Guía</b>	16. Estructura Pernos
<b>Complemento: Bolsas género reutilizables</b>	Cuerpo Mango

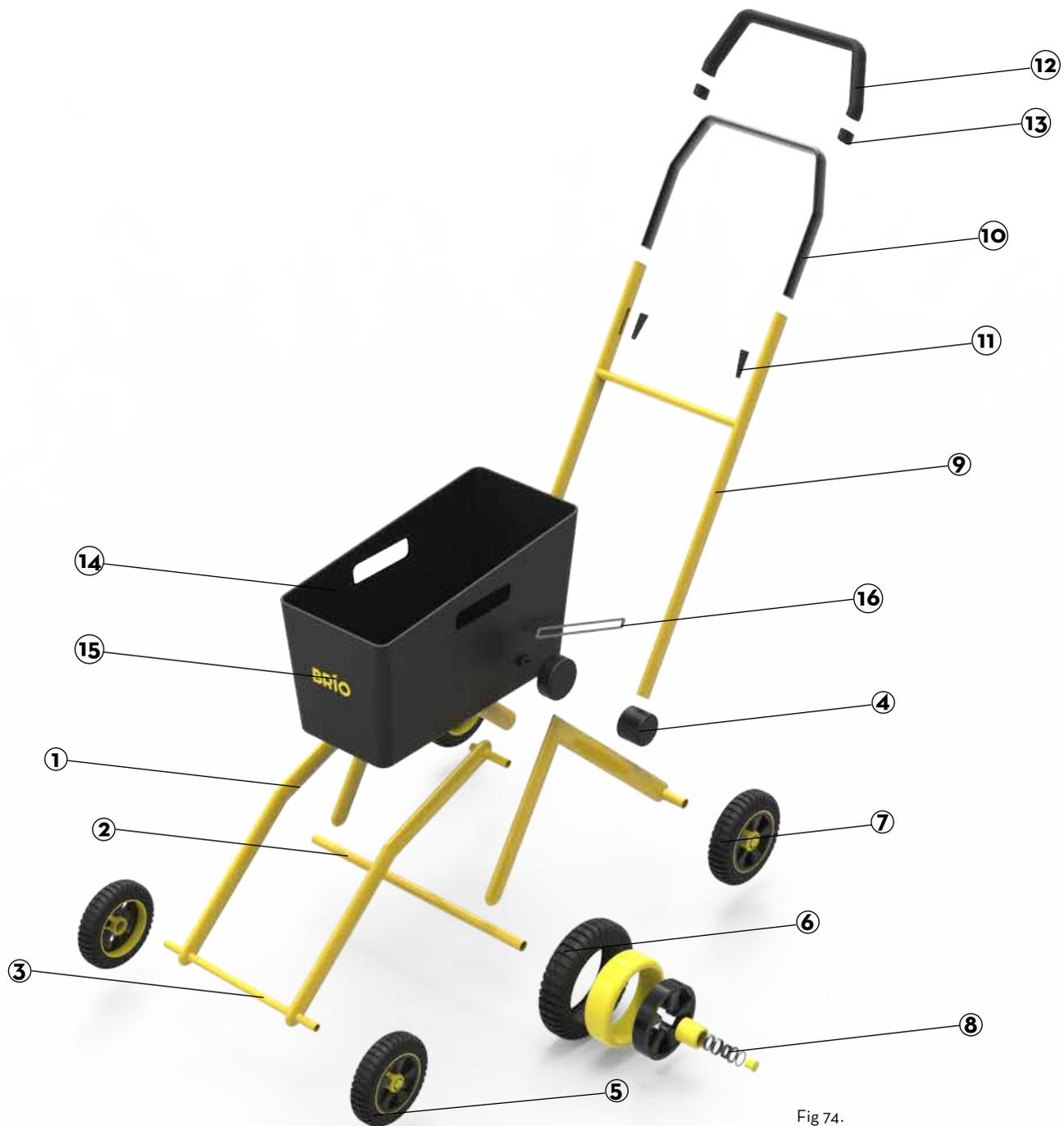


Fig 74.

## ESPECIFICACIONES TÉNICAS

GENERAL		ESPECIFICACIONES		CONTENIDOS DEL PAQUETE
<b>Marca</b>	BRÍO	<b>Carro</b>	Apto para la manipulación a través de terrenos irregulares y escaleras.	1 x Vehículo manual para escaleras y terrenos irregulares
<b>Color</b>	Negro (Pantone PQ-19-4008TCX Meteorite) Amarillo (Pantone PQ-13-0858TCX Vibrant Yellow)		Canasto adaptado a la estructura para permanecer lo más estable posible.	1 x Canasto plástico 1 x Manual de uso
<b>Material</b>	Aluminio Plástico Goma	<b>Ruedas</b>	Ruedas de recambio, Goma Polipropileno 2: 150 x 37,5 2: 160 x 40 2: 200 x 50	
<b>Dimensiones</b>	25x1,5 cms		Cada una con mecanismo de trinquete interno.	
<b>Peso</b>	8 kg			



Fig 75.



Fig 76.



Fig 77.



Fig 78.

# CONCLUSIONES & PROYECCIONES

---

---

Sin importar en el contexto que nos encontremos, siempre tendremos contacto con objetos externos, de diferentes tamaños, materiales, peso, etc. La manipulación manual de ellos se vuelve un problema cuando nuestras capacidades físicas no son compatibles con la forma (dificultad para tomarlo o agarrarlo), el peso (fuerza muscular insuficiente) o de forma más específica el “multi-tasking”, es decir, agarrar más de un objeto o realizar otra acción al mismo tiempo. A pesar de que sean dos situaciones diferentes, la ambulación de escaleras junto con la manipulación manual se juntan en espacios específicos como lo son los edificios o las ciudades en pendiente. Es a causa de esto que se vuelve un tema recurrente el descubrir nuevas formas de facilitar dichas tareas, como pudimos observar mediante las soluciones ya existentes.

A grandes rasgos, si bien el proyecto tiene muchos aspectos en los que mejorar, se logró detectar un sistema de suspensión de 6 ruedas, que al ser aplicado a un vehículo manual cambia la forma de interactuar entre la persona y dicho vehículo al realizar la ambulación de escaleras (el ascenso y el descenso), como también al traspasar distintos obstáculos como lo sería un terreno irregular o los mismos desniveles en las calles.

Esto a través de empujar/tirar el mango del vehículo, lo cual permite que siempre haya 4 ruedas en contacto con el plano horizontal y por ende entregue más estabilidad a la carga (centro de masa ubicado generalmente en el centro de la estructura) y evite volcamientos.

Fig 79.  
Proyección  
plegabilidad



## MEJORAS DEL SISTEMA

Es fundamental llevar a cabo una mayor cantidad de pruebas y prototipos para poder potenciar más el mecanismo y que el ascenso de escaleras sea tan fácil como el descenso.

Una posibilidad sería que el producto fuese transformable, que un tren de ruedas se pudiera remover, por ejemplo, y que esto permitiera una palanca más fácil al subir pero mantuviera la estabilidad y la simpleza de los pasos al bajar.

## MEJORAS TÉCNICAS

Las mejoras técnicas tienen que ver con:

1. Lo que se mencionó en el modelo 3D, es decir, materiales que permitan mayor liviandad.
2. Lo que se mencionó en el testeo sobre la dificultad del giro debido a las ruedas fijas y a que son 3 trenes de ruedas. Por ende, tendría que tener ruedas giratorias o un sistema giratorio del tren de ruedas delantero.
3. A pesar de que en ciertas instancias los carros son útiles también debería existir una compatibilidad con el transporte público o privado y sería necesario pensar en la plegabilidad del carro para poder transportarlo fácilmente.

## VENTA PRODUCTO

Finalmente, al resolver las problemáticas planteadas sería interesante realizar asociaciones con municipalidades que velen por la independencia y movilidad de los adultos mayores de forma que busquen algún incentivo para que continúen realizando actividades cotidianas como ir al supermercado.

Además, se podría comprar de forma independiente para personas que suelen tener la necesidad de trasladar objetos o mercadería.

---

# BIBLIOGRAFÍA

- Bhardwaj, B., Bhardwaj, S. & Yadav, N. (2015). Design analysis of Rocker Bogie Suspension System and Access the possibility to implement in Front Loading Vehicles. Journal of Mechanical and Civil Engineering, VOL.12, Issue 3. PP 64-67. India.
- Briones, M. (2015). Exoesqueleto mecánico low-tech para la estimulación de la marcha en paraplégicos. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Dimitar H. Stefanov, Zeungnam Bien & Won-Chul Bang. (2004). The Smart House for Older Persons and Persons With Physical Disabilities: Structure, Technology Arrangements, and Perspectives. IEE Transactions on neural system and rehabilitation engineering, VOL.12, No.2.
- Farivar, S. & Sadeghi Naeini, H. A survey of ergonomic parameters of shoppers Iran University of Science & Technology (IUST),
- Fernández, E., Gardoqui, M. & Sánchez, F. (2007). Evaluación de lashabilidades motrices básicas: determinación de escalas para la evaluación de desplazamientos, giros y manejo de móviles. INDE.
- Haydar Göğktogan, A., Sukkarieh, S. & Ullrich, F. (2006). Design Optimization of a Mars Rover's Rocker-Bogie Mechanism using Genetic Algorithms. Australian Centre for Field Robotics (ACFR), University of Sydney, Australia.
- Jacobs, Jessie. A review of stairway falls and stair negotiation: Lessons learned and future needs to reduce injury. Gait & Posture 49, pg 159-167. Center for physical ergonomics, liberty mutual research institute for Safety, USA. (2016)
- Nisam Amirudim, A. Parasuraman, S. Kadirvel, A. Khan, A. & Elamvazuthi, I. (2014) Biomechanis of Hip, Knee and Ankle joint loading during ascent and descent walking. Science Direct.
- Roy, Elise. (2015). When we design for disability, we all benefit. noviembre 4, 2016, de TEDxMidAtlantic, Sitio web: [https://www.ted.com/talks/elise\\_roy\\_when\\_we\\_design\\_for\\_disability\\_we\\_all\\_benefit](https://www.ted.com/talks/elise_roy_when_we_design_for_disability_we_all_benefit)
- Samantha M. Reid, Scott K. Lynn, Reilly P. Musselman, & Patrick A. Costigan. (2007). "Knee Biomechanics of Alternate Stair Ambulation Patterns", Journal of Applied Sciences.
- Servicio Nacional de Discapacidad (SENADIS). Manual sobre la Ley N°20.422.
- Vallabhajosula, S. Wei Tan, C. Mukherjee, M. Davidson, A. & Stergiou, N. (2015). Biomechanical Analyses of Stair-Climbing while Dual-Tasking. J Biomech. USA.
- Valero, E., Ruiz, L. & Villar, M. (2012). Guía para la selección de ayudas a la manipulación manual de cargas. Madrid: Centro Nacional de Nuevas Tecnologías.
- Van de Venn, H. (2016). Robo-Mate: exoskeleton for lifting activities and static postures. octubre 20, 2016, de Accelopment, Sitio web: [www.robo-mate.eu](http://www.robo-mate.eu)

---

REFERENCIAS  
**IMÁGENES**

## 1.- Introducción y motivación personal

- 1-. Mujer en silla de ruedas
- 2-. Bipedestador [www.accesstr.com](http://www.accesstr.com)
- 3-. Adulto mayor bajando escalera [www.stairaid.com](http://www.stairaid.com)
- 4-. Burrito <http://blog.zmorph3d.com>
- 5-. Exoesqueleto <https://www.technologyreview.com/s/546276/this-40000-robotic-exoskeleton-lets-the-paralyzed-walk/>
- 6-. Prótesis brazo
- 7-. Órtesis mano <https://www.braceworks.ca/2016/02/27/health-tech/helping-hands-3d-printed-rehabilitation-orthosis-by-zmorph/>
- 8-. Exoesqueleto <http://blogs.discovermagazine.com/d-brief/2014/08/04/korean-factory-workers-don-exoskeletons-for-superhuman-strength/>

## 2.- Biomecánica en la ambulación de escaleras

- 9-. Portada ambulación escaleras - Flickr
- 10-12. Autora

## 3.- Manipulación manual de carga

- 13-. Hombre levantando carga [www.ergoibv.com](http://www.ergoibv.com)
- 14-. Hombre arrastrando carro - Flickr

## 4.- Movilidad e interacción de los adultos mayores en la vida cotidiana (usuario y contexto)

- 15-27. Autora
- 28-. Foto cerro Valparaíso - Flickr
- 29-32. [www.ciudadaccesible.cl](http://www.ciudadaccesible.cl)
- 33-37. Autora
- 38-. Valparaíso - [http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Javier\\_Carvacho\\_Tarea\\_4\\_-\\_M%C3%B3dulo\\_Investigaci%C3%B3n\\_T3\\_2015](http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Javier_Carvacho_Tarea_4_-_M%C3%B3dulo_Investigaci%C3%B3n_T3_2015)
- 39-44. Búsqueda Flickr: Escalera de Valparaíso

## 6.- Anteproyecto: Manipulación de carga asistida por dispositivos mecánicos

- 45-. Porter Service Venecia -
- 46-49. Sano Liftkar [www.sano.com](http://www.sano.com)
- 50-53. Powermate Stair Climber [www.powermate.com](http://www.powermate.com)
- 54-56. Magliner Glyde [www.magliner.com](http://www.magliner.com)
- 57-59. UpCart [www.upcart.com](http://www.upcart.com) / <http://www.ebay.co.uk/itm/UpCart-The-Lightweight-All-Terrain-Stair-Climbing-Trolley-/172446248087>
- 60-62. 286 Stair Climber <http://salesmakercarts.com/cart/286-stairclimber/>
- 63-64. Porter Service
- 65-. Carros supermercado - Flickr
- 66-67. Coches de bebé
- 68-. Lévo [www.yankodesign.com](http://www.yankodesign.com)

## 8.- Proyecto

- 69-. Mars Rovers [www.nasa.gov](http://www.nasa.gov)
- 70-. Diferencial
- 71-. Rocker-Bogie <https://www.youtube.com/watch?v=g05bjR1kpU>
- 72-73. Rocker-Bogie [https://www.youtube.com/watch?v=sILh7\\_KtDkg](https://www.youtube.com/watch?v=sILh7_KtDkg)
- 74-. Rocker-Bogie
- 75-. Piñón libre [www.mundobici.cl](http://www.mundobici.cl)

*\*A partir del proceso de prototipado todas las imágenes son de la autora.*



**ANEXO**

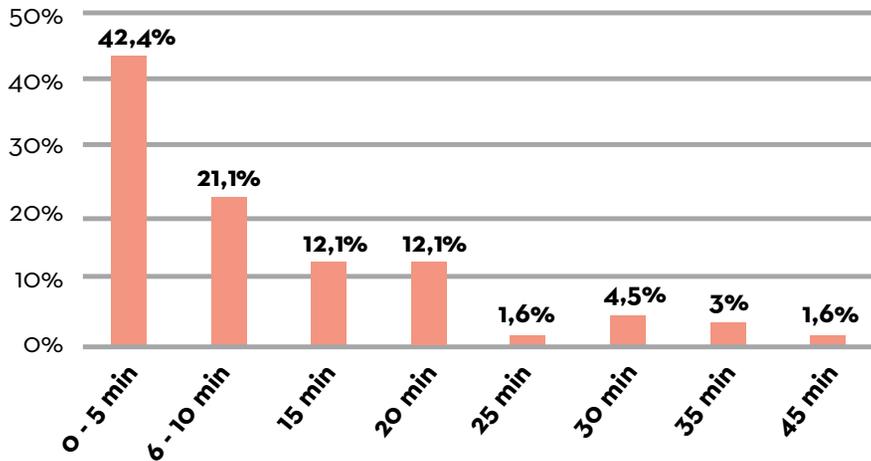
---

# RESULTADOS

## ENCUESTA COMPLETA

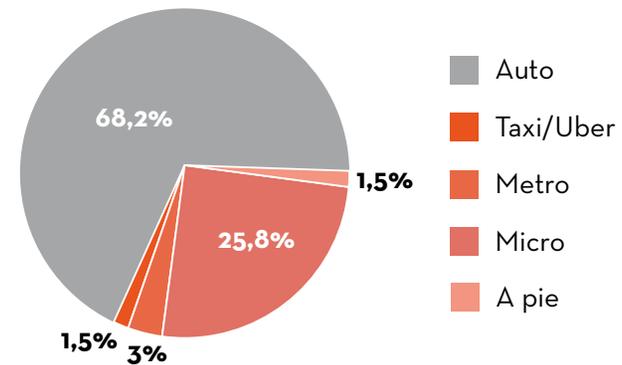
### 1. ¿Qué tan lejos (minutos) queda el lugar donde haces compras de manera más frecuente?

(ya sea supermercado, centro comercial, ferias o mercados de barrios)

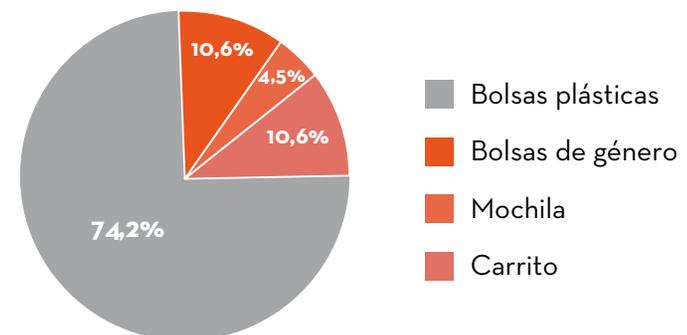


\*Online 1,6%

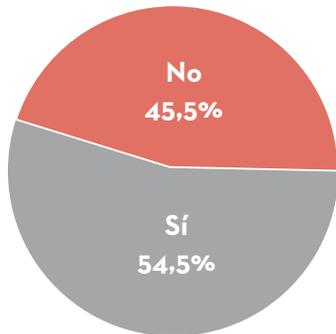
### 2. ¿Cómo te movilizas generalmente para ir a dicho lugar?



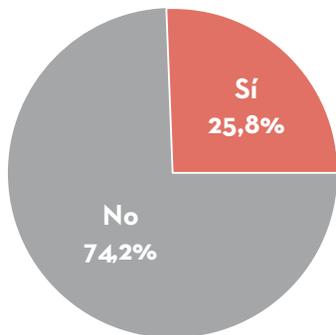
### 3. Al comprar ¿qué tipo de contenedor utilizas?



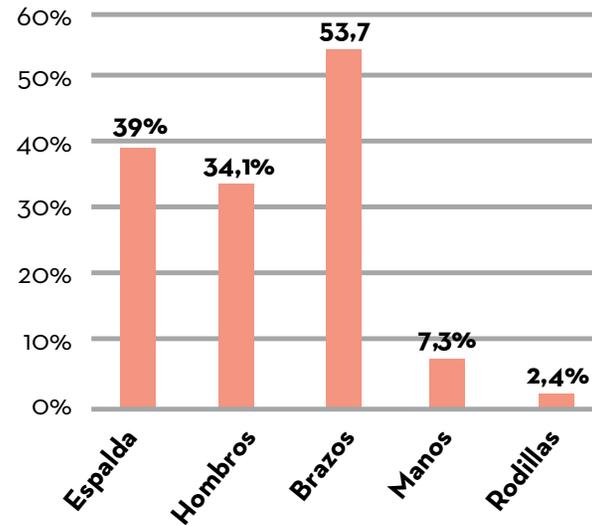
4. ¿Te genera dolores y/o crees que llevas más peso del que deberías?



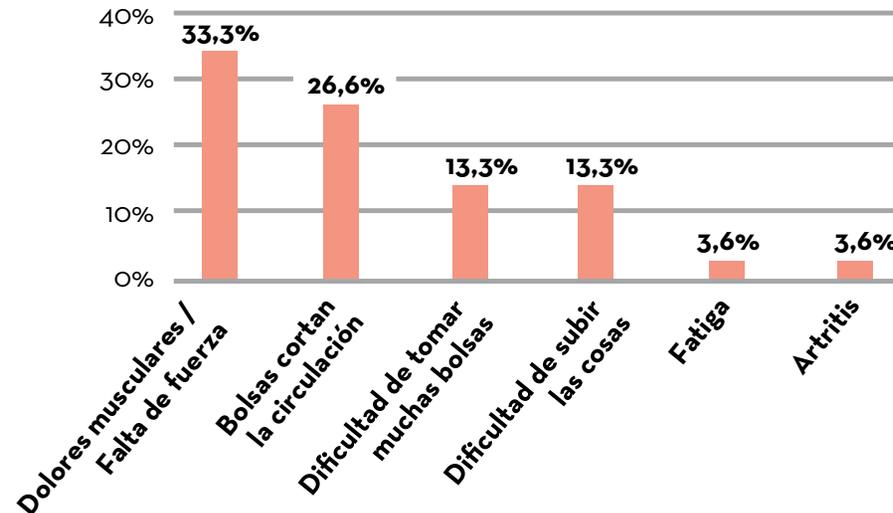
6. ¿Tienes problemas al tomar o trasladar el contenedor?



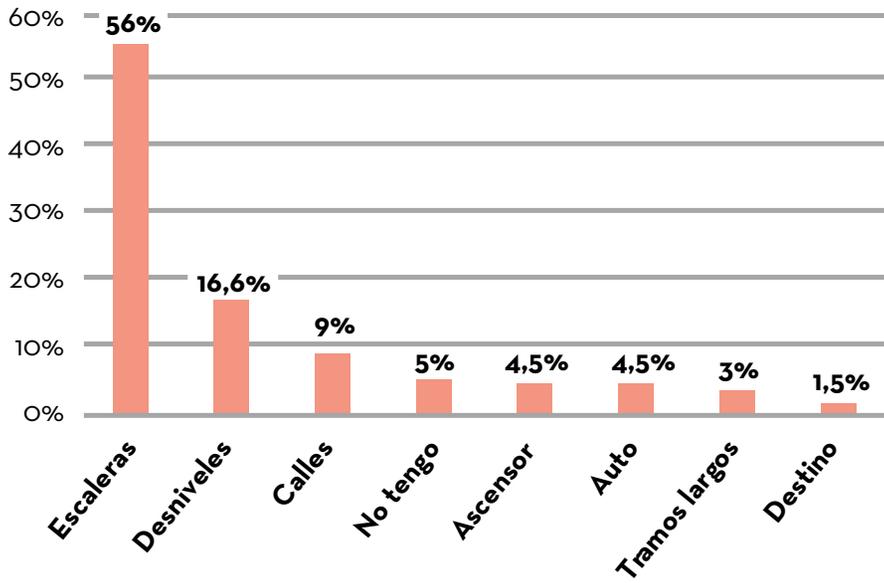
5. Si respondiste que sí, ¿en qué parte del cuerpo?



7. Si respondiste que sí, ¿cuáles son dichos problemas?

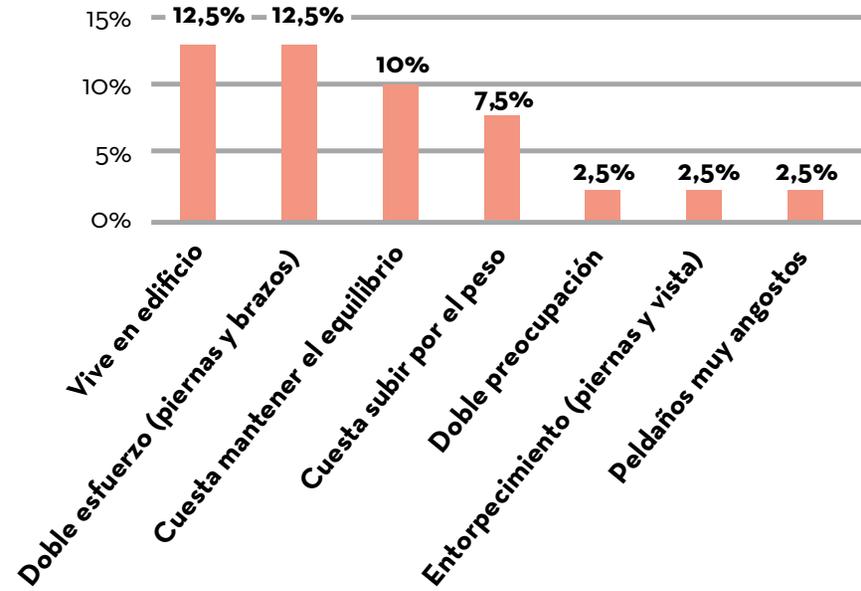


## 8. ¿Dónde tienes más dificultades?

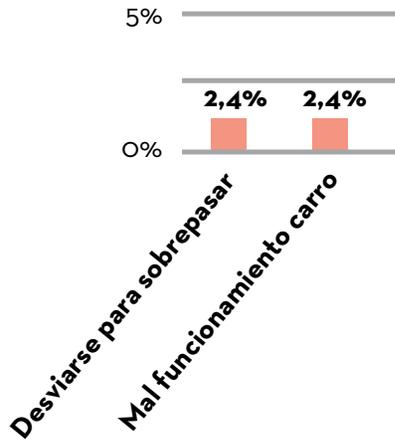


## 9. ¿Por qué?

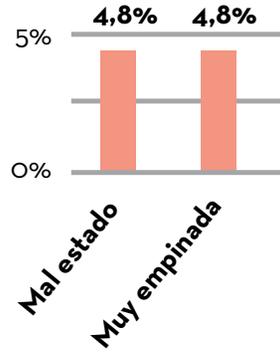
a.- Escaleras



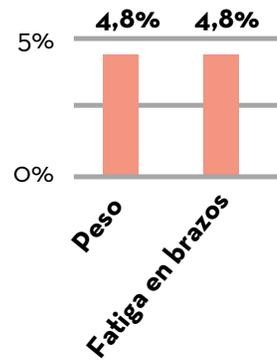
b.- Desniveles



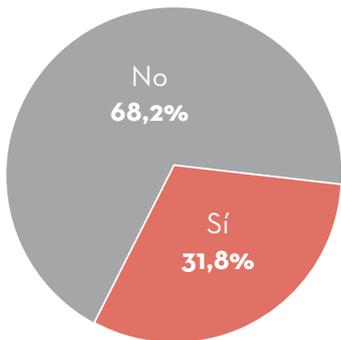
c.- Calles



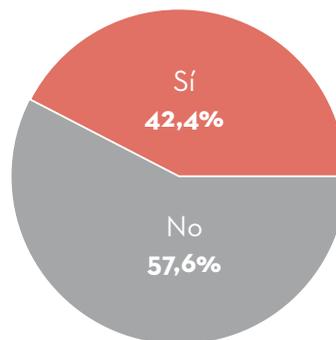
d.- Tramos largos



10. ¿Has tenido la necesidad de pedirle ayuda a otra persona?



11. ¿Has evitado comprar algo porque creíste que no serías capaz de trasladarlo?

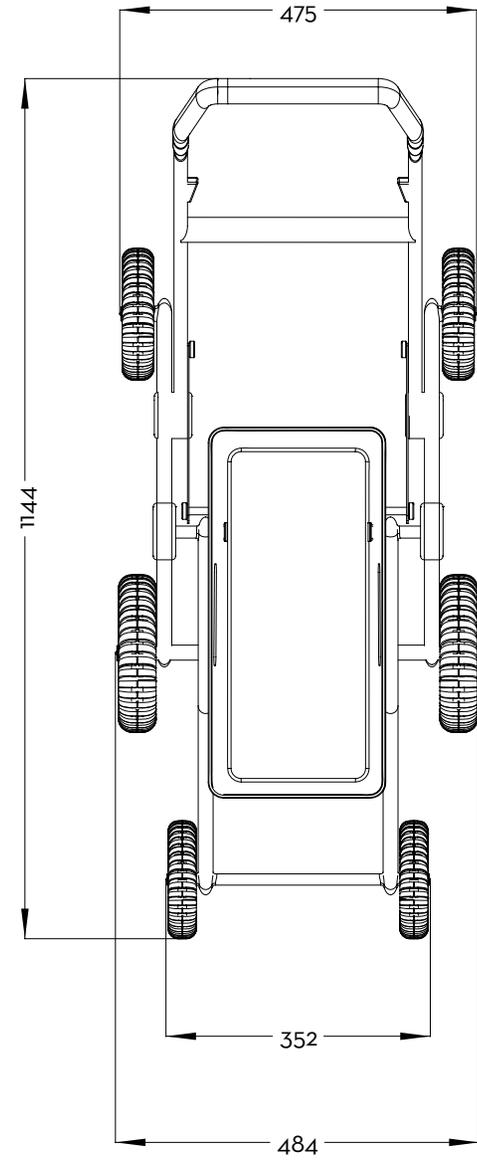
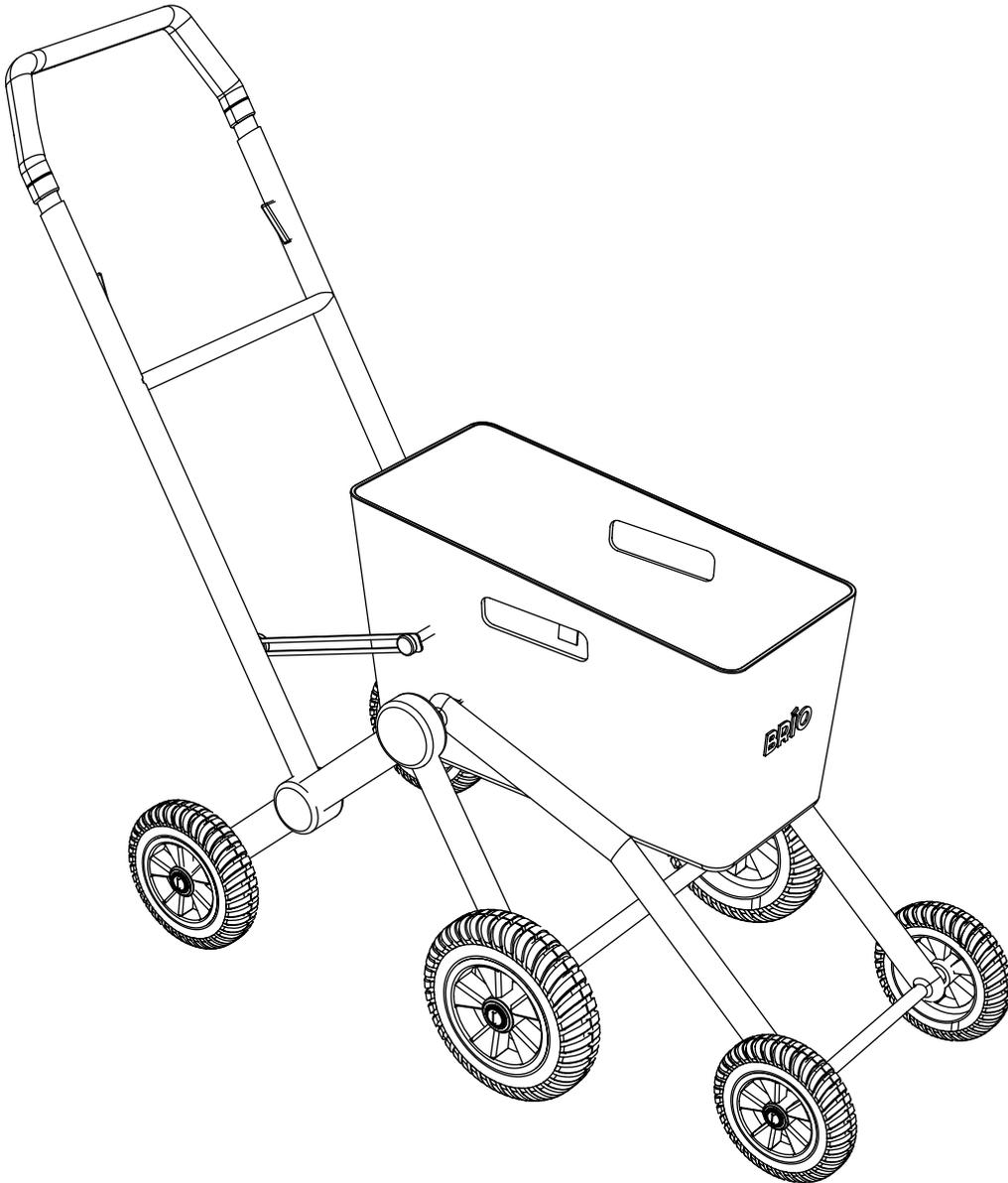


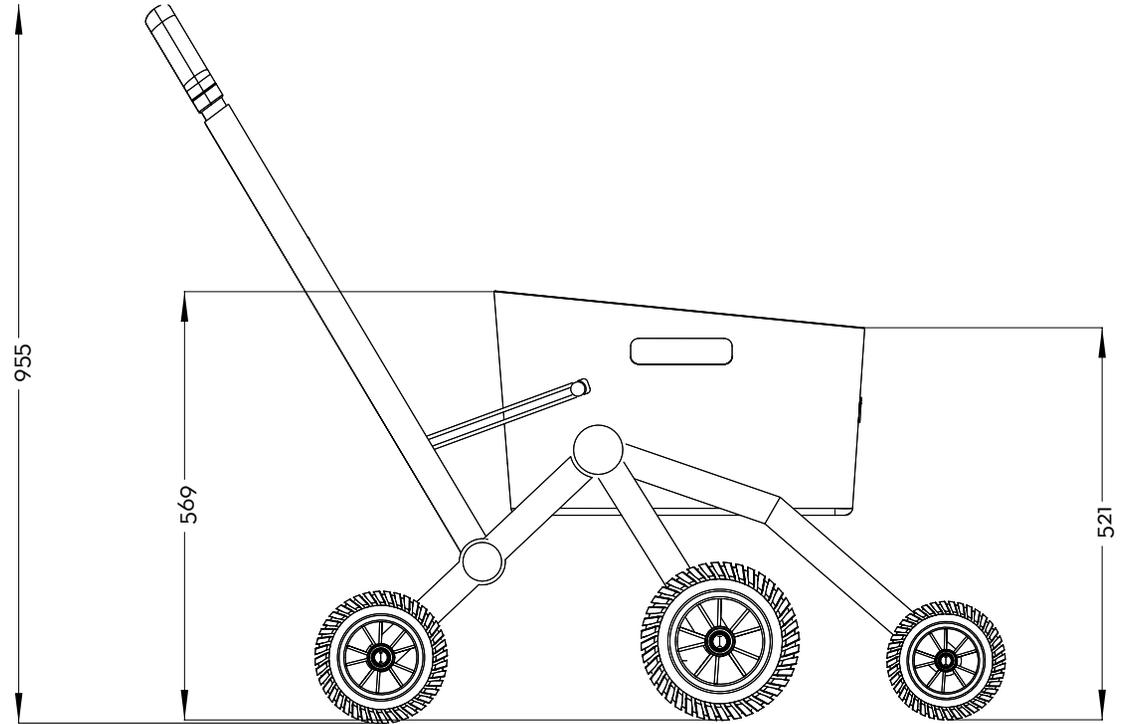
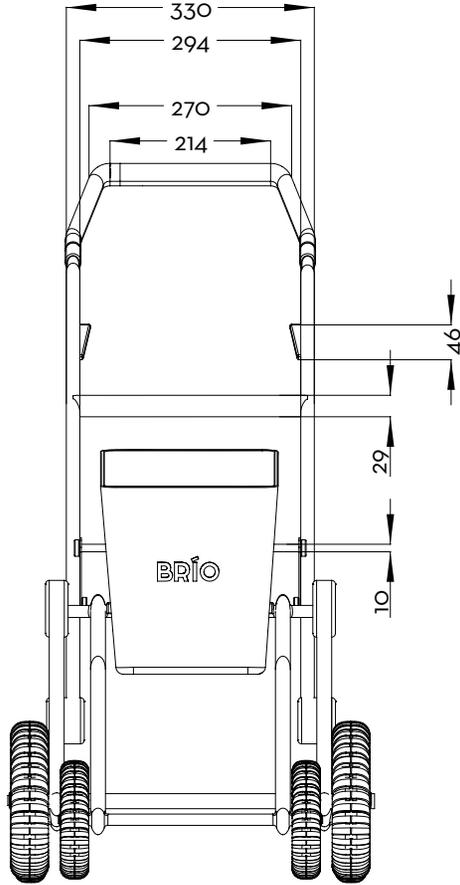
# PREGUNTAS ENTREVISTAS

1. Edad
2. ¿Tiene algún problema o enfermedad en relación a los músculos o articulaciones?
3. ¿Suele hacer las compras (supermercado, feria) por su cuenta?
4. ¿Dónde? (distancia desde la casa)
5. ¿Cómo se moviliza? (a pie, metro, micro, taxi)
6. ¿Cuántas veces a la semana?
7. ¿Usa bolsas plásticas, de género o carrito?
8. ¿Tiene problemas al trasladar@(s) o tomar@(s)?
9. ¿Cuáles son dichos problemas?
10. ¿Dónde tiene más dificultades? (por ej. calles con desniveles, escaleras)
11. ¿Por qué?
12. ¿Ha tenido la necesidad de pedirle ayuda a otra persona?
13. ¿Ha tenido algún accidente que comprometa su movilidad?
14. ¿En que instancia?
15. ¿Cual es la diferencia de ir a comprar acompañada e ir a comprar sola?
16. ¿Ha tenido algún accidente realizando esta actividad?
17. ¿Ha dejado de ir a comprar debido a factores externos, como distancia, seguridad, visibilidad, etc?



# PLANIMETRÍAS PROPUESTA FINAL

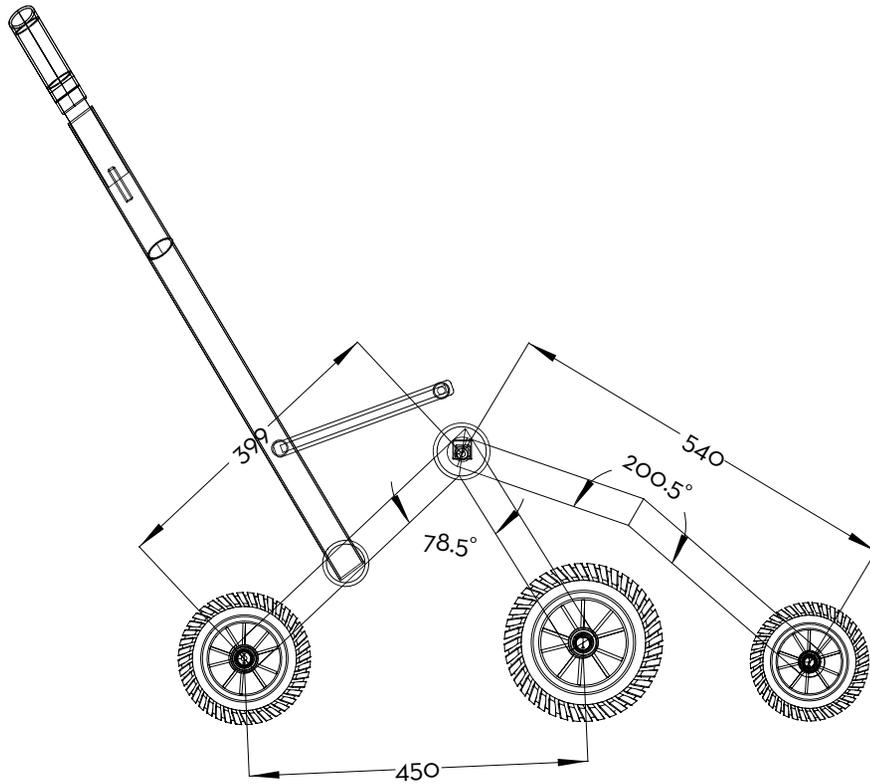




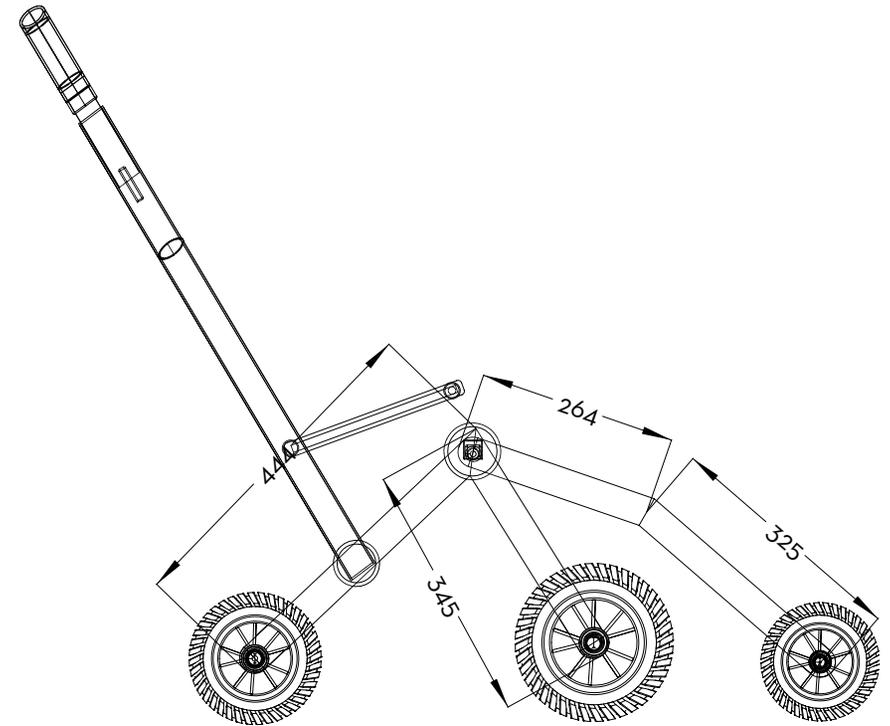
<b>Nombre proyecto:</b> BRÍO	
<b>Diseñador:</b> Francesca Martini	
<b>Fecha:</b> 12/07/2017	
<b>Dibujante:</b> Francesca Martini <b>Archivo CAD:</b> BRIO_general.ai	
<b>Revisiones</b>	
Fecha: 20/06/2017	Autor: Francesca Martini
Fecha: 30/06/2017	Autor: Francesca Martini
<b>Conjunto/Pieza:</b> Vehículo	<b>Escala:</b> 1:10
<b>Contenido lámina/Título:</b> Vistas variadas	<b># conjunto</b> 1.0
	<b># plano</b> 1



### Medidas desde ejes

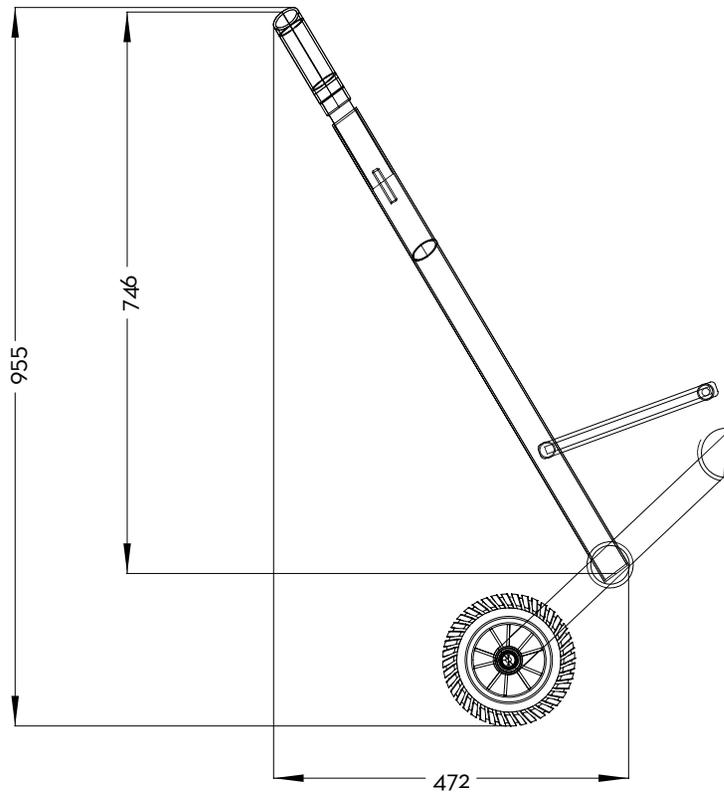


### Medidas desde extremos

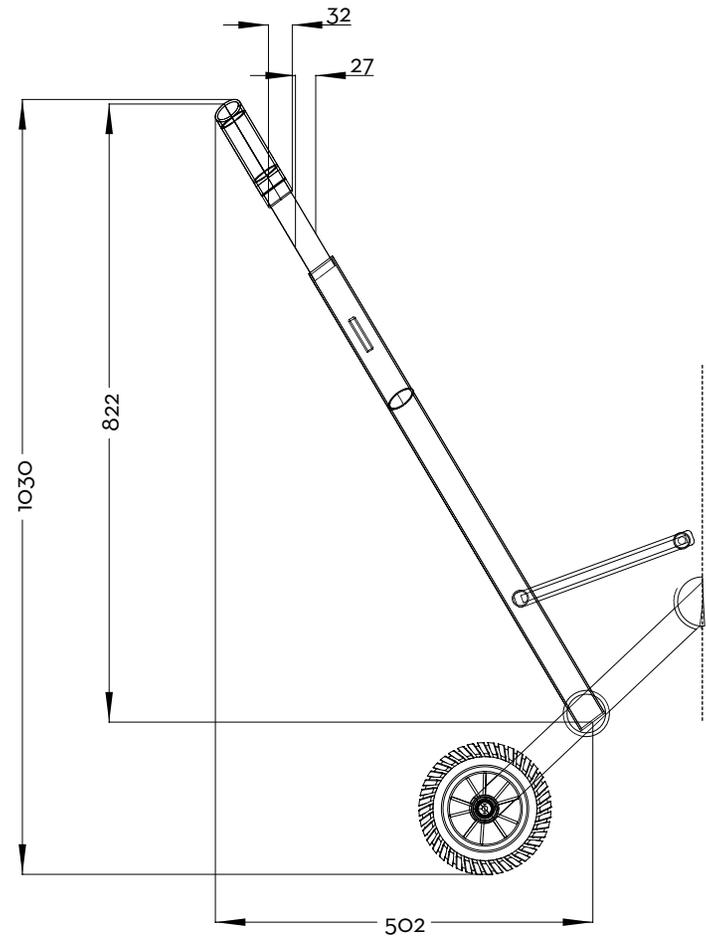


<b>Nombre proyecto:</b> BRÍO	
<b>Diseñador:</b> Francesca Martini	
<b>Fecha:</b> 12/07/2017	
<b>Dibujante:</b> Francesca Martini <b>Archivo CAD:</b> BRÍO_articulaciones.ai	
<b>Revisiones</b>	
Fecha: 20/06/2017	Autor: Francesca Martini
Fecha: 30/06/2017	Autor: Francesca Martini
<b>Conjunto/Pieza:</b> Articulaciones	<b>Escala:</b> 1:10
<b>Contenido lámina/Título:</b> Vistas laterales	<b># subconjunto</b> 1.1
	<b># plano</b> 2

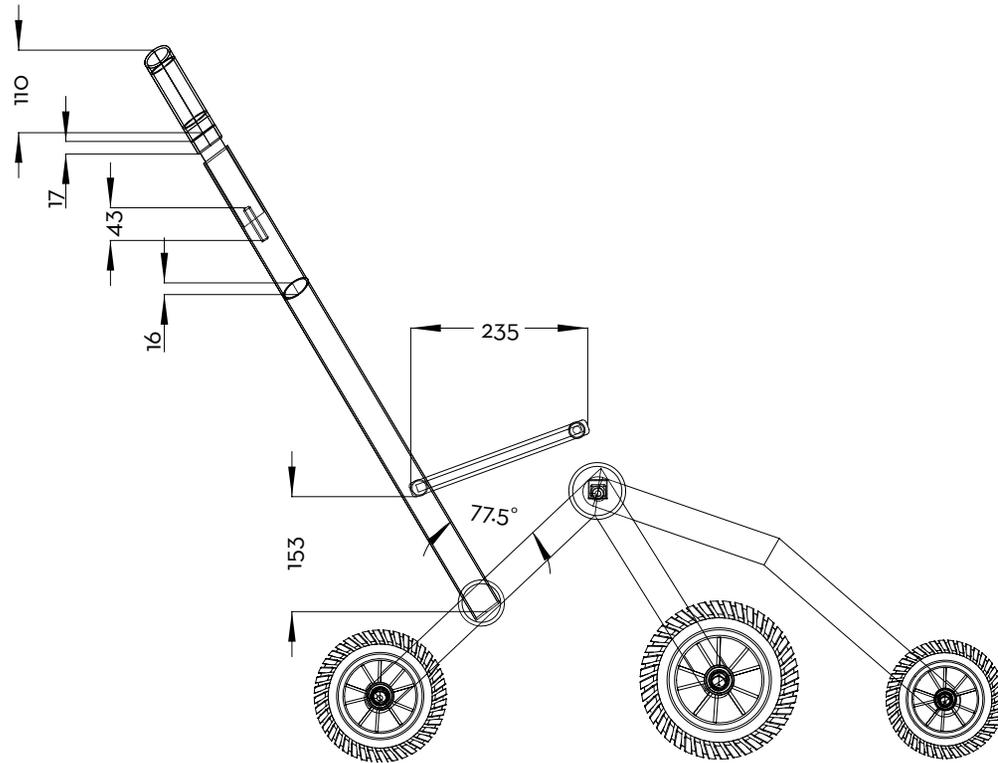
Mango ajustado



Mango alargado

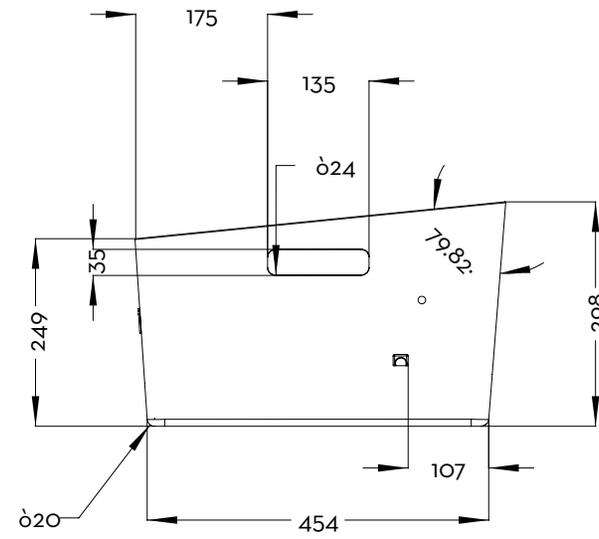
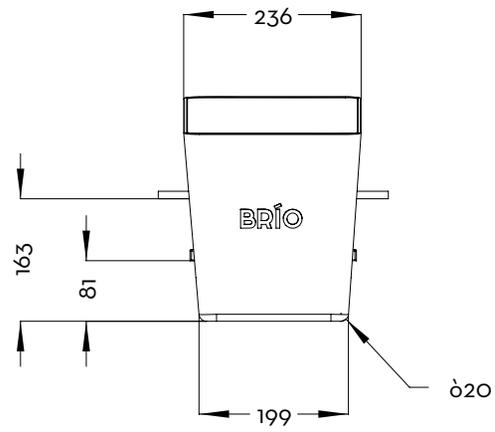
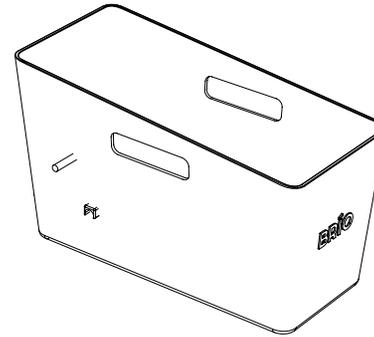
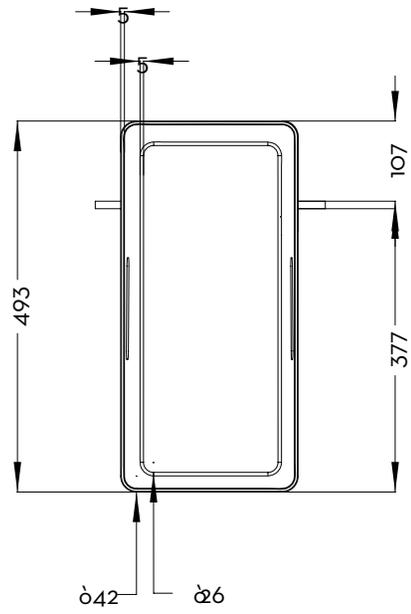


**Ubicación y unión  
a otras piezas**



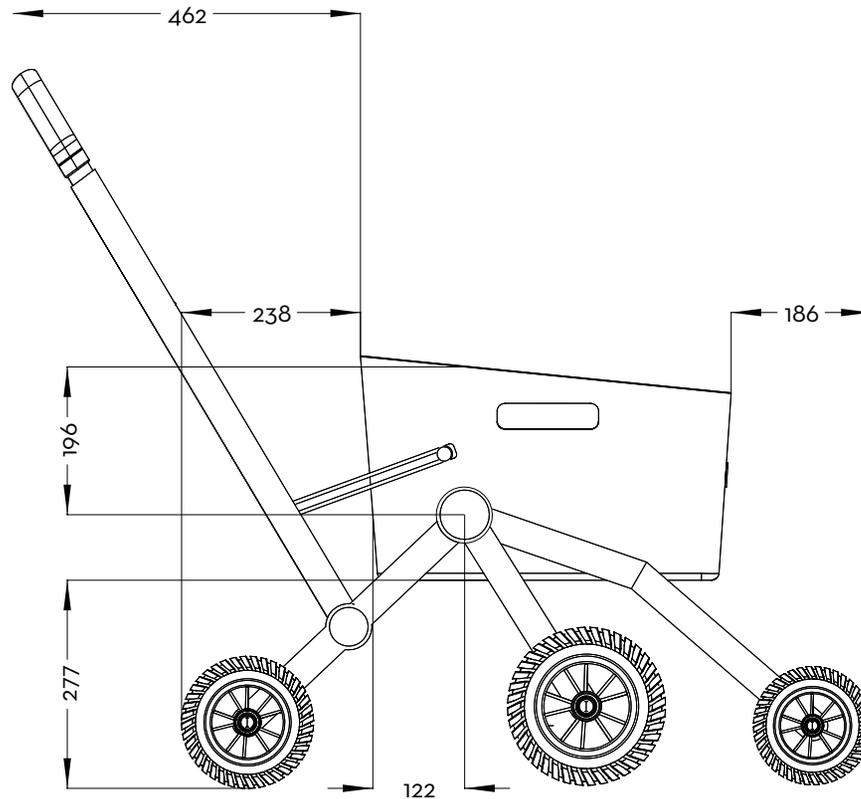
<b>Nombre proyecto:</b> BRÍO	
<b>Diseñador:</b> Francesca Martini	
<b>Fecha:</b> 12/07/2017	
<b>Dibujante:</b> Francesca Martini <b>Archivo CAD:</b> BRÍO_mango.ai	
<b>Revisiones</b>	
Fecha: 20/06/2017	Autor: Francesca Martini
Fecha: 30/06/2017	Autor: Francesca Martini
<b>Conjunto/Pieza:</b> Mango	<b>Escala:</b> 1:10
<b>Contenido lámina/Título:</b> Vistas laterales	<b># subconjunto</b> 1.3
	<b># plano</b> 3

**Canasto**  
4 vistas



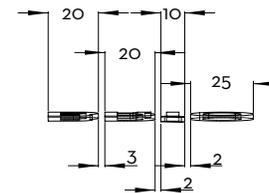
## Ubicación canasto

Vista lateral

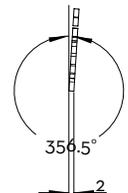
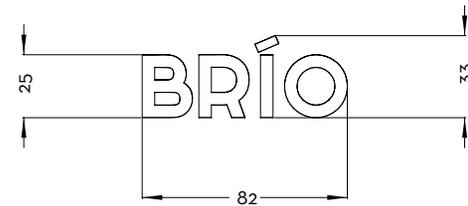


## Detalle logo 1

Escala 1:2



BRÍO



**Nombre proyecto:** BRÍO

**Diseñador:** Francesca Martini

**Fecha:** 12/07/2017

**Dibujante:** Francesca Martini **Archivo CAD:** BRÍO\_Canasto.ai

### Revisiones

Fecha: 20/06/2017 Autor: Francesca Martini

Fecha: 30/06/2017 Autor: Francesca Martini

**Escala:** 1:10

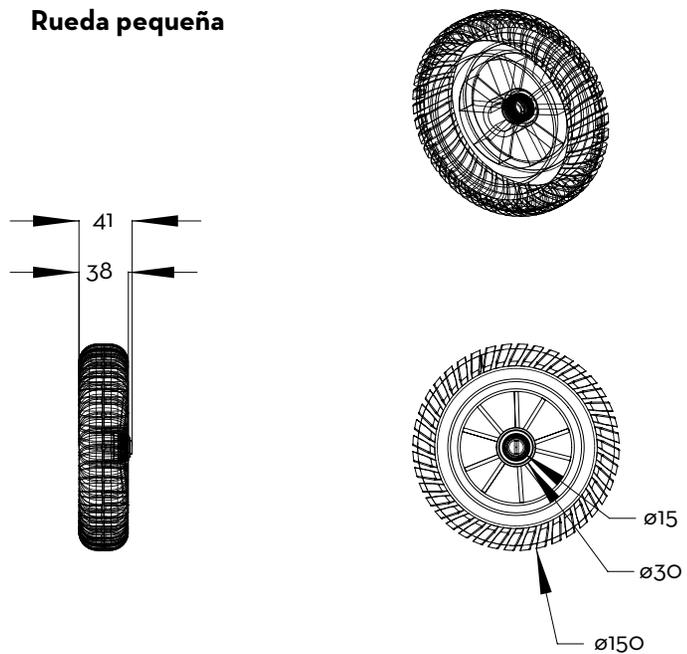
**Conjunto/Pieza:** Canasto

**# subconjunto** 1.4

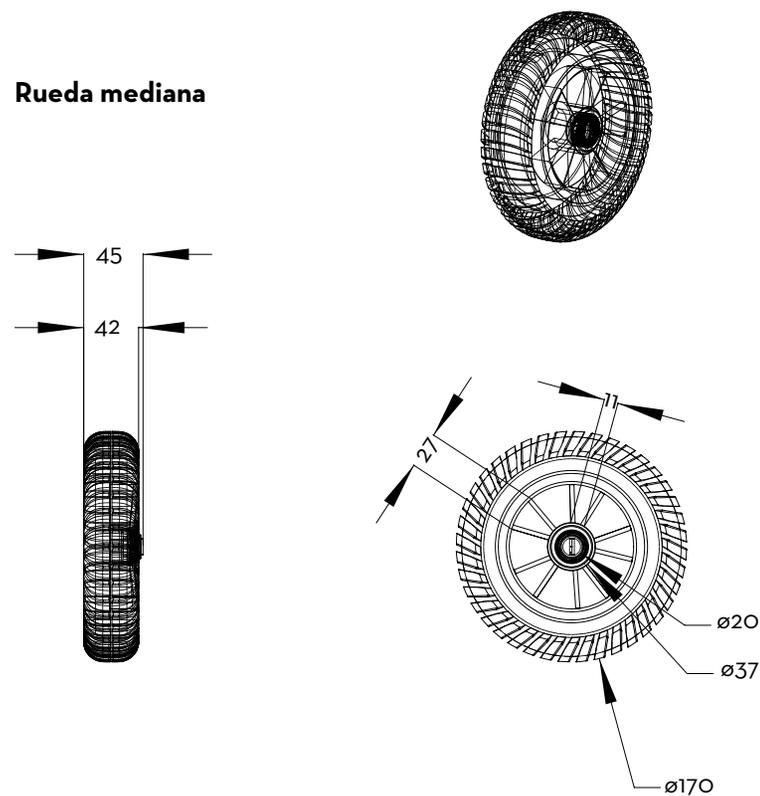
**Contenido lámina/Título:** Vistas variadas

**# plano** 4

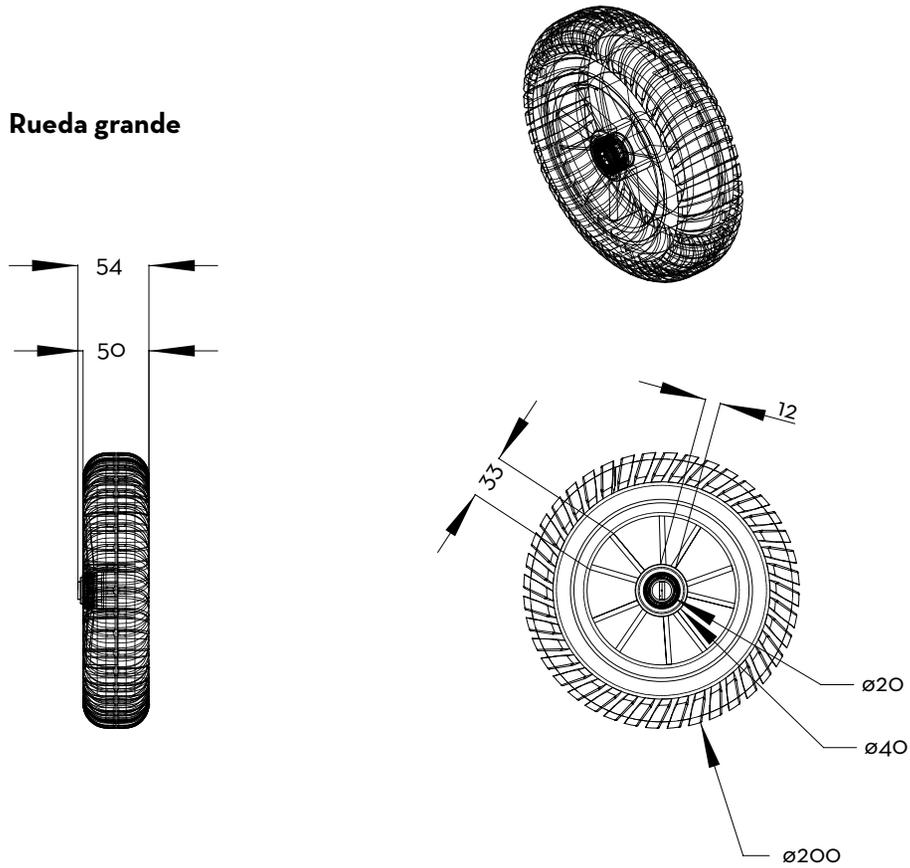
### Rueda pequeña



### Rueda mediana



**Rueda grande**



<b>Nombre proyecto:</b> BRÍO	
<b>Diseñador:</b> Francesca Martini	
<b>Fecha:</b> 12/07/2017	
<b>Dibujante:</b> Francesca Martini <b>Archivo CAD:</b> BRÍO_Ruedas.ai	
<b>Revisiones</b>	
Fecha: 20/06/2017	Autor: Francesca Martini
Fecha: 30/06/2017	Autor: Francesca Martini
<b>Conjunto/Pieza:</b> Ruedas	<b>Escala:</b> 1:5
<b>Contenido lámina/Título:</b> Vistas variadas	<b># subconjunto</b> 1.5
	<b># plano</b> 5

