

Departamento
de Diseño:

TRABAJO DE GRADO

Cristian Marín García

Ingeniería en Diseño Industrial
Departamento de Diseño
Medellín 2024



Institución
Universitaria
Reacreditada en Alta Calidad

DISEÑO DE UN SISTEMA DE APOYO PARA DESPLAZAMIENTO EN ESCALERAS PARA ADULTOS MAYORES

Cristian Marín García

Asesor (es):
Laura Camila Domínguez Aguirre
Giovanni Barrera Torres

Institución Universitaria ITM
Facultad de Artes y humanidades
Departamento de Diseño
Medellín 2024

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que contribuyeron de manera significativa a la realización de este trabajo de grado. A mis amigos y familiares, les agradezco por su apoyo incondicional y por estar a mi lado durante este viaje académico, quiero agradecer especialmente mis amigos Edna Julieth Sánchez, Alejandra Correa y Miguel Jaramillo por el apoyo continuo a lo largo de este proceso. También quiero agradecer a Laura Isabel Maldonado por ser un apoyo incondicional y ser una gran compañera de vida. Gracias al ITM a todos los profesores y compañeros que brindaron comentarios valiosos y sugerencias constructivas. Este logro no habría sido posible sin su aliento y motivación constante. ¡Gracias a todos por formar parte de este importante capítulo en mi vida académica!

Un agradecimiento especial a mi abuela Amparo de Jesús Alvarez quien fue la principal inspiración para desarrollar este diseño. Un beso y un abrazo hasta el cielo, Te amo abuela.

AGRADECIMIENTOS



ESTUDIANTE

Cédula

Correo

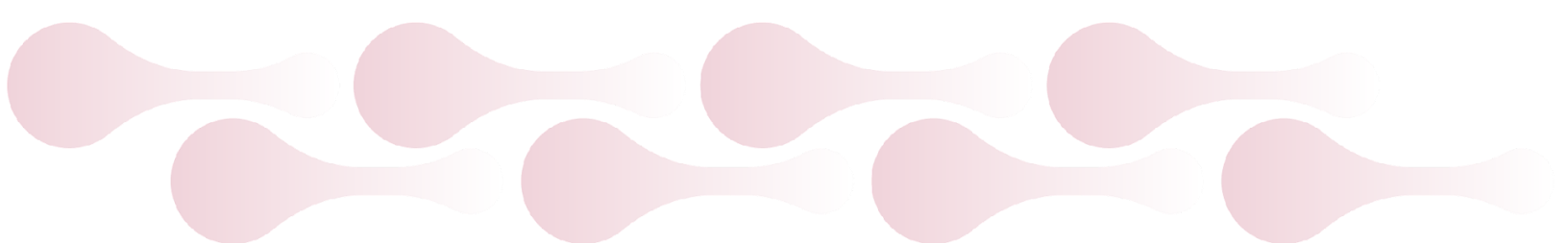
RESUMEN

La creación de un sistema diseñado para el desplazamiento en escaleras al interior de las viviendas para adultos mayores corresponde una gran responsabilidad, reconociendo las implicaciones de salud y seguridad al usuario. Este proyecto aborda la problemática de la movilidad en el hogar para adultos mayores en la ciudad Medellín, reconociendo los riesgos y la falta de autonomía que enfrentan estas personas al subir o bajar escaleras. La iniciativa propone un enfoque integral que combina soluciones de movilidad, adaptación de viviendas reconociendo que el envejecimiento natural y los hábitos de vida pueden afectar la movilidad de los adultos mayores, limitando su independencia y aumentando el riesgo de caídas y lesiones, especialmente en viviendas con escaleras.

A lo largo de este documento, nos embarcaremos en tres etapas fundamentales. En primer lugar, analizaremos la problemática en profundidad, identificando las dificultades que enfrentan los adultos mayores en su hogar debido a la falta de un sistema de movilidad adecuado. Luego, nos adentraremos en los desafíos que esta situación presenta, tanto desde el punto de vista físico como emocional. Finalmente, exploraremos las metodologías más efectivas para mejorar el acceso y la movilidad en el entorno doméstico, proponiendo un sistema de movilidad independiente diseñado desde la perspectiva de la ingeniería en diseño industrial, con un enfoque en la inclusión y la equidad social.

El proyecto busca mejorar la calidad de vida de los adultos mayores, promover su independencia, prevenir accidentes y contribuir a una sociedad más justa e inclusiva., una iniciativa que busca brindar soluciones de movilidad seguras y accesibles para adultos mayores que habitan en viviendas de dos o más pisos. Es un compromiso con la salud, la dignidad y el bienestar de este grupo poblacional, reconociendo las implicaciones que este sistema tendrá en su día a día.

Palabras Clave Adultos mayores, movilidad, escaleras, vivienda, salud, seguridad, inclusión social.



ABSTRACT

Theme: Home Mobility for Older Adults in Medellín: A Challenge with Comprehensive Solutions

Author: Cristian Marín Garcia

Institution: Instituto Tecnológico Metropolitano

Date: 2024

Summary:

This research project addresses the issue of mobility at home for older adults in Medellín, Colombia. It is recognised that natural ageing and living habits can affect the mobility of these people, limiting their independence and increasing the risk of falls and injuries, especially in dwellings with stairs.

The project proposes a comprehensive approach that combines mobility solutions, adaptation of housing, promotion of healthy habits and strengthening of the social support network. It is developed in three stages:

Problem analysis: specific difficulties faced by older adults in terms of mobility in the home are identified.

Challenges and impacts: It details the physical health problems and emotional repercussions that lack of mobility can have on users.

Methodologies to improve mobility: Effective solutions to improve access and mobility in the home environment are explored and evaluated, including the design of an independent mobility system from an industrial design engineering perspective, with an emphasis on social inclusion.

Keywords: older adults, mobility, stairs, housing, health, safety, security, social inclusion.



• CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN	1
○ Descripción de la situación problemática.....	1
○ Pregunta de investigación.....	2
○ Objetivos	2
▪ Objetivo General	2
▪ Objetivos Específicos	2
○ Justificación	3
○ Conceptos clave	4
▪ Autonomía.....	4
▪ Ayudas técnicas	4
▪ Accesibilidad	5
▪ Ergonomía.....	5
○ Antecedentes	6
○ Estado de la técnica.....	16
○ Requerimientos para la propuesta de diseño	26
• CAPÍTULO 2. EJECUCIÓN	29
○ Ideación	29
▪ Metodología de diseño	29
▪ Brainstorming	32
○ Propuestas de diseño	32
▪ Evaluación de las propuestas	34
○ Diseño de Detalle.....	35

▪ Carta de procesos.....	41
▪ Validación del prototipo digital.....	50
▪ Desarrollo de prototipo físico.....	53
▪ Validación del prototipo físico con el usuario	55
○ Presupuesto: Proyección de los costos del producto mínimo viable	56
• CAPÍTULO 3. DIVULGACIÓN.....	59
○ Anexo infográfico(s).....	59
○ Anexo fotografía de prototipo físico con simulador de pasamanos..	60
○ Anexo de la presentación.	61
○ Entrevistas	61
○ Anexo libros	62
• CONCLUSIONES	67
• BIBLIOGRAFIA	68

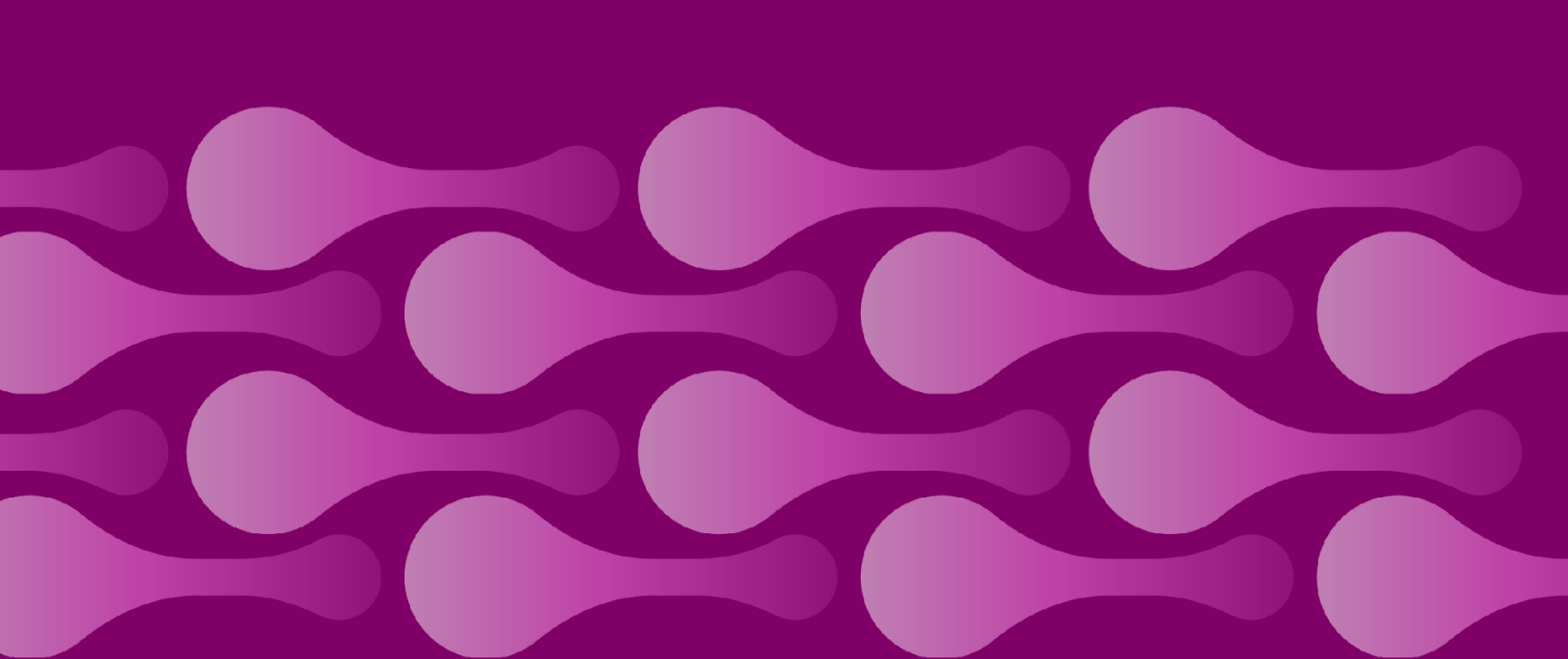
CONTENIDO

Lista de Figuras y/o Tablas

Figure 1 Grúas de Techo Fija. Fuente: Entornos accesible-2023.....	17
Figure 2 Usuario con movilidad reducida. Plataforma salva escalera recta Fuente: Tekvoingeniería-2023.....	18
Figure 3 Escalera eléctrica serie Z Fuente: Mitsubishielectric 2023.....	19
Figure 4 Banda transportadora de pasajeros. Fuente: Dunlop 2023.....	20
Figure 5 Ascensor de Personas Discapacitadas o con Movilidad Reducida. Fuente: Coldesa 2023	21
Figure 6 Plataformas tipo tijera. Fuente: P Y H Plataformas y herramientas 2023	22
Figure 7 Stair Guard Dispositivo de seguridad para subir escalas Fuente homecareinsight 2022.....	23
Figure 8 Assistep Ayuda para subir escaleras Fuente Assitep 2024	23
Figure 9 StairStedy Fuente fortunamobility 2024	24
Figure 10 Cuáles son sus usos más comunes-exoesqueletos. Fuente Ibedrola 2023	25
.....	
Figure 11 Brain stormingBrainstorming Cristian Marín	32
Figure 12 Propuesta 1 Cristian Marín 2024	33
Figure 13 Propuesta 2 Cristian Marín 2024	33
Figure 14 Propuesta 3 Cristian Marín 2024	34
Figure 15 Plano H1 Cristian Marín	36
Figure 16 Idea #1 Cristian Marín	36
Figure 17 Plano H2 Cristian Marín 2024	37
Figure 18 Plano H3 Cristian Marín 2024	37
Figure 19 Plano H4 Cristian Marín 2024	38
Figure 20 Plano H5 Cristian Marín 2024	38
Figure 21 Plano H5 Cristian Marín 2024	38
Figure 22 Plano H7 Cristian Marín 2024	39
Figure 23 Plano H8 Cristian Marín 2024	39
Figure 24 Plano H9 Cristian Marín 2024	40
Figure 25 Plano H10 Cristian Marín 2024	40
Figure 26 Plano H11 Cristian Marín 2024	41
Figure 27 Carta producción 1 Cristian Marín 2024	41
Figure 28 Carta producción 2 Cristian Marín 2024	42
Figure 29 Carta producción 3 Cristian Marín 2024	42
Figure 30 Carta producción 4 Cristian Marín 2024	43
Figure 31 Carta producción 5 Cristian Marín 2024	43
Figure 32 Carta producción 6 Cristian Marín 2024	44
Figure 33 Carta producción 7 Cristian Marín 2024	44
Figure 34 Carta producción 8 Cristian Marín 2024	45
Figure 35 Carta producción 9 Cristian Marín 2024	45
Figure 36 Carta producción 10 Cristian Marín 2024	46
Figure 37 Carta producción 11 Cristian Marín 2024	46
Figure 38 Carta producción 12 Cristian Marín 2024	47
Figure 39 Carta producción 13 Cristian Marín 2024	47

Figure 40 Carta producción 14 Cristian Marín 2024	48
Figure 41 Carta producción 15 Cristian Marín 2024	48
Figure 42 Carta producción 16 Cristian Marín 2024	49
Figure 43 Carta producción 17 Cristian Marín 2024	49
Figure 44 Análisis 1 Cristian Marín 2024	51
Figure 45 Análisis 2 Cristian Marín 2024	51
Figure 46 Análisis 3 Cristian Marín 2024	52
Figure 47 Análisis 4 Cristian Marín 2024	52
Figure 48 Construcción prototipo 1 Cristian Marín 2024	53
Figure 49 Desarrollo de prototipo físico Cristian Marín 2024	53
Figure 50 Desarrollo de prototipo físico Cristian Marín 2024	53
Figure 51 Construcción prototipo 4 Cristian Marín 2024	54
Figure 52 Construcción del prototipo Cristian Marín 2024	54
Figure 53 Construcción del prototipo físico Cristian Marín 2024	54
Figure 54 Construcción prototipo Cristian Marín 2024	55
Figure 55 Validación del prototipo- mango ergonómico, Cristian Marín, 2024....	56
Figure 56 validación del prototipo- desplazamiento, Cristian Marín. 2024.....	56
Figure 57 Poster Cristian Marín 2024	59
Figure 58 Fotografía Prototipo físico - visual 1 Cristian Marín - 2024	60
Figure 59 Fotografía prototipo físico- Visual 2 Cristian Marín, 2024	60
Figure 60 Fotografía prototipo físico- Visual 3, Cristian Marín, 2024	60
Figure 61 Dimensiones mano- Martin Zeink. 2006 Martin Zeink.....	63
Figure 62 Percentil Anchura codo- codo Martin Zeink. 2006 Martin Zeink	64
Figure 63 Percentil Peso Martin Zeink. 2006 Martin Zeink	65
Figure 64 Percentil Movimiento Articulario Martin Zeink. 2006 Martin Zeink	66
Figure 65 Percentil Movimiento articulatorios Martin Zeink. 2006 Martin Zeink	66





FUNDAMENTACIÓN

01

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN

Descripción de la situación problemática

Planteamiento del problema

Es inevitable el deterioro de la salud debido al proceso natural del envejecimiento. Este declive también puede ser influenciado por malos hábitos, como el sedentarismo o actividades laborales extenuantes realizadas durante la juventud.

Según el DANE, en Medellín existen un total de 2.376.337 de personas con 815.447 hogares de los cuales tiene una tasa de índice de envejecimiento mayor a 65 años del 40.6% (DANE, 2019), teniendo como resultado de esta evaluación estadística una estimación de aproximadamente 296.129 hogares que cuentan con edificaciones de 0 a 5 pisos (El Colombiano, 2018) la mayor parte de las viviendas de la ciudad de Medellín están entre 1 a 4 pisos de altura; los barrios de bajos recursos no tienen la infraestructura ni el musculo financiero necesarios para la instalación de sistemas de acceso al interior de los hogares como es el caso de un ascensor, como es mencionado en el “Artículo 1. Objeto de la ley” Por lo tanto tiene por objeto reconocer la política pública de hábitat y vivienda como una política de Estado que diseñe y adopte normas destinadas a complementar el marco normativo dentro del cual se formula y ejecuta la política habitacional urbana y rural en el país, con el fin de garantizar el ejercicio efectivo del derecho a una vivienda y hábitat dignos para todos los colombianos. (Función pública, 2021)

En la ciudad de Medellín debido a su disposición demográfica se evidencia La construcción y edificación horizontal (2 o más pisos) en las comunidades más vulnerable o de bajos recursos, donde el paso peatonal es estrecho, y las construcciones son realizadas de manera empírica y sin criterios técnicos, desacatando la ley 2079 de 2021 que dicta disposiciones de vivienda y hábitat complicando la autonomía para salir o desplazarse por las escaleras de forma independiente a los adultos que viven en estos hogares. Esta limitación impide a los usuarios salir a la calle, convirtiéndose en un área de estudio relevante al evidenciar la dependencia y la disminución o pérdida total de

actividades físicas y motrices. Dicha situación conlleva enfermedades o trastornos emocionales, como la depresión y la ansiedad, especialmente en personas mayores de 60 años (Organización Mundial de la Salud, 2023).

Por lo tanto, es necesario realizar una evaluación para el sr. Jorge Marín, de 81 años, quien enfrenta serias dificultades para subir y bajar las escaleras de su casa debido a problemas de salud que complican su autonomía en la movilidad interna de su hogar. Esta situación también es enfrentada por varios adultos mayores, donde se observan en zonas con acceso reducido y poca movilidad, que no cumplen con las dimensiones técnicas adecuadas. Estas deficiencias no solo dificultan el ingreso autónomo a las residencias y exponen a las personas a posibles accidentes, sino que también evidencian una carencia de sistemas de movilidad adecuados para personas de la tercera edad, especialmente en las residencias ubicadas en niveles altos. La falta de accesibilidad afecta gravemente la calidad de vida, la seguridad y el bienestar de los ancianos, convirtiéndose en una problemática recurrente en la ciudad.

Pregunta de investigación

¿Cómo generar un sistema de apoyo para el desplazamiento en viviendas con escaleras para adultos mayores en el municipio de Medellín?

Objetivos

Objetivo General

Diseñar un sistema para el acceso independiente, autónomo y cómodo para la movilidad de adultos mayores dentro de las viviendas de 2 o más pisos de altura en la ciudad de Medellín.

Objetivos Específicos

- Desarrollar un sistema de acceso integral que permita a personas de la tercera edad el ingreso seguro y autónomo a las viviendas.
- Diseñar la solución priorizando el uso de materiales e insumos disponibles en el mercado colombiano.
- Validar por medio de prototipado digital y análisis de elementos finitos la mejor alternativa de diseño.

Justificación

Medellín, caracterizada por su topografía irregular y pendiente, ha experimentado un crecimiento demográfico significativo, especialmente en la población adulta mayor, debido a la migración forzada por la violencia rural (Medellin Cómo Vamos , 2020). Esta situación, junto al envejecimiento natural de la población, ha incrementado el número de adultos mayores que residen en laderas y zonas con difícil acceso, lo que genera serios riesgos para su salud, seguridad y autonomía. Como resultado, se ha observado un aumento en la población mayor de 60 años, que pasó del 10% en 2005 al 15% en 2020 y se espera que alcance el 18% para 2026 (DANE, 2021).

Esta tendencia muestra un crecimiento significativo en la población de adultos mayores, situación que podría replicarse en otros municipios del país. Según datos de la Secretaría de Inclusión Social, Familia y Derechos Humanos de Medellín, más de un cuarto de la población de la ciudad tiene más de 50 años. Además, el número de adultos mayores en la ciudad ha alcanzado los 600.509 según el censo de 2018 (El tiempo , 2017).

Para muchos adultos mayores en Medellín, la simple tarea de subir o bajar escaleras se convierte en un desafío diario, limitando su movilidad y exponiéndolos a un mayor riesgo de caídas y lesiones. Esta falta de autonomía no solo afecta su salud física, sino también su bienestar mental y emocional, pues limita su capacidad para realizar actividades cotidianas, participar en la vida social y mantener su independencia. En términos de diseño, se destaca la convergencia entre tecnología y bienestar, respaldando la creación de herramientas y entornos que fomenten la actividad física entre las personas mayores. Se enfatiza el diseño centrado en el usuario para desarrollar soluciones que se adapten a las necesidades específicas de este grupo de la población, promoviendo así la autonomía y la calidad de vida (Ipisua & Pérez Rodríguez, 2014).

En resumen, la presente justificación se centra en los riesgos y la falta de autonomía que enfrentan los adultos mayores en Medellín debido a la dificultad para subir o bajar escaleras. Esta problemática no solo compromete su calidad de vida, sino que también pone en riesgo su seguridad. El proyecto propuesto busca abordar estas dificultades mediante la implementación de soluciones de movilidad adecuadas, la adaptación de las viviendas para hacerlas más accesibles para ofrecer un entorno más seguro y asistencial. Con estas medidas, se espera mejorar significativamente la autonomía y el bienestar de los adultos mayores en la ciudad.

Conceptos clave

El marco conceptual de este proyecto se divide en tres momentos distintos. En primer lugar, se presenta información sobre la problemática inicial que origina una serie de dificultades vinculadas al sistema de movilidad en viviendas de 2 o más pisos, especialmente diseñado para adultos mayores y/o personas discapacitadas.

En el segundo momento, se detallan los desafíos inherentes a problemas de salud física y se analizan las repercusiones emocionales que surgen debido a esta condición en los usuarios.

Finalmente, en el tercer momento, se exploran las metodologías que han demostrado ser efectivas para mejorar el acceso y la movilidad en el entorno doméstico. En esta etapa concluyente, se resume la información recopilada durante la búsqueda y diseño de un sistema de movilidad independiente. Este enfoque se aborda desde la perspectiva de la ingeniería en diseño industrial, poniendo especial énfasis en la desigualdad e inclusión social.

Autonomía

Autonomía es la libre capacidad de tomar decisiones por sí misma una persona hasta la medida de sus posibilidades. (Saenz, Guzman, & Martines, 2021)

Ayudas técnicas

Tomando la OMS como fuente principal de información

“Ayudas técnicas son aquellos dispositivos, equipos, instrumentos o programas informáticos realizados con el objetivo de mantener y mejorar la autonomía y el funcionamiento de las personas. Son usadas de igual manera, para la promoción del bienestar, la prevención de deficiencias en el funcionamiento y la independencia”, (Jaramillo & Carabalí, 2020).

Accesibilidad

El término "accesibilidad" es un concepto relativo que implica que los problemas de accesibilidad deben entenderse como una relación entre la persona y su entorno. Se refiere al encuentro entre la capacidad funcional de una persona o grupo y las exigencias de diseño del entorno físico (Iwarsson y Stahl 2003 citado en Alonso, 2007, p.3), así, puede entenderse como la superación de múltiples barreras con el fin de acerca una persona o grupo a relacionase de forma amigable, respetuosa y segura para llegar a donde se quiere o alcanzar aquello que desea.

Ergonomía

La ergonomía basada en el envejecimiento de los adultos mayores se refiere al diseño de productos, entornos y sistemas que tienen en cuenta las capacidades, limitaciones y necesidades específicas de esta población en proceso de envejecimiento. Se centra en crear ambientes y dispositivos que promuevan la seguridad, comodidad y eficiencia para los adultos mayores, teniendo en cuenta cambios físicos, cognitivos y sensoriales asociados con la edad. Esto puede incluir la adaptación de mobiliario, la disposición de espacios, la accesibilidad en el diseño arquitectónico, así como la ergonomía de productos como sillas, herramientas y equipos tecnológicos para satisfacer las demandas cambiantes de esta población (Saray, 2010).

Antecedentes

A lo largo de los años, se han implementado estrategias provenientes de diversos campos profesionales con el propósito de mejorar de manera significativa la inclusión social, logrando adaptar y mejorar el entorno y la movilidad de las personas de la tercera edad o con movilidad reducida. Estas estrategias se centran en el desarrollo de un análisis psicosocial y sistemas técnicos-funcionales, así como en otros aspectos fundamentales para alcanzar de manera eficiente los objetivos planteados. A continuación, se presentará la tabla que contiene varios documentos académicos que proporcionan una base sólida para fundamentar esta investigación. Estos documentos los han propuesto investigadores y disciplinas del conocimiento.

Autor	Tema	Ventajas	Desventajas	Enfoque
Andrés Eduardo Caicedo Terranova y Luis Gustavo Woelke Cano	<i>Diseñar un elevador tipo salva -escalera mediante cálculos ingenieriles y herramientas de simulación, que permita personas con movilidad reducida, desplazarse de manera independiente en hogares que cuenten con escaleras rectas.</i> (Gustavo & Andrés, 2022)	<ul style="list-style-type: none"> *Tiene gran capacidad de carga *Seguridad *Mejora la calidad de vida. *El elevador está diseñado para adaptarse a cualquier escalera recta, cumpliendo con las normativas de construcción en Ecuador, lo que garantiza su utilidad en una variedad de entornos residenciales. 	<ul style="list-style-type: none"> *El sistema de tracción por cable no permite que el elevador siga tramos curvos, por lo que el diseño presentado funciona únicamente para escaleras rectas *Se debe considerar un espacio adicional antes y después del trayecto a realizar por el elevador, ya que el motor principal y la polea tensora están ubicados allí, lo que significa que no se podrá adaptar el diseño a todas las viviendas. 	Este proyecto propone el diseño de un elevador salva-escalera, cuyas dimensiones permitan adaptarse a cualquier escalera recta según lo indique la normativa ecuatoriana de la construcción. Con una capacidad de 250 kg, el elevador permite transportar a una persona en silla de ruedas a través de una escalera de tramo recto ubicada dentro del hogar

<p>Santiago Vergara</p>	<p>Perilla</p> <p><i>Diseño y simulación de un prototipo de plataforma salva escaleras para personas con capacidades espaciales o personas con movilidad reducida (Vergara, 2021)</i></p>	<p>Aborda las necesidades cruciales de su público en estudio. Impacto social positivo. Se enfoca en la accesibilidad y adaptabilidad del individuo. Bajo Costo.</p>	<p>*El sistema cuenta con un valor económico elevado *El sistema no cuenta con una parada de emergencia *El sistema no cuenta con un cinturón de seguridad</p>	<p>Diseñar y simular un prototipo de silla salva escaleras de bajo costo abordando las limitaciones de movilidad que enfrenta un porcentaje de la población colombiana, particularmente en el departamento del Huila.</p>
<p>Laura Pineda Fajardo</p>	<p>Melisa</p> <p><i>Desarrollar un prototipo de sistema mecánico que facilite el desplazamiento cómodo y dinámico dentro del hogar de una persona con movilidad reducida (Fajardo, 2021)</i></p>	<p>*Mantenimiento fácil e intuitivo. *Autonomía en el hogar. * La silla de ruedas es fácil de manejar y no requiere capacitación previa, lo que facilita su uso tanto para el paciente como para la persona a cargo de su cuidado.</p>	<p>*No cuenta con un apartado al mecanismo que le permita al mismo paciente manejar la plataforma, para casos especiales. *El sistema es accionado por componentes neumáticos y no cuenta con un sistema mecánico para su uso.</p>	<p>Diseño un prototipo de silla de ruedas capaz de transportar y darle autonomía dentro del hogar a una persona con movilidad reducida debido a un trauma craneoencefálico, iniciando por la identificación de los requerimientos diarios; una vez terminado el proceso del diseño se procedió al realizarlo con materiales comerciales de fácil acceso pensando en su mantenimiento o reparación,</p>

				finalmente, quien maniobre la silla tendrá fácil manejo ya que no se requiere capacitación y un mínimo esfuerzo mejorando así la calidad de vida del paciente y de la persona a cargo de su cuidado.
Daniel Maecha Perez & Julian Camilo Florez	Sistema domótico para adultos mayores con dependencia funciona. (PÉREZ & QUIÑONES, 2020) I	*Permite activar y desactivar interruptores, actuadores o sensores de uso diario en el hogar de manera sencilla. *Promover la inclusión social. *Tecnología Avanzada.	*El sistema siempre debe contar con energía eléctrica para su funcionamiento *No todas las actividades pueden gestionarse debido a la simplicidad necesaria en los comandos. Esto podría limitar la eficacia del sistema en situaciones donde se requiere una gestión más detallada o específica de las actividades diarias. *Aunque se menciona que es económico La implementación de sistemas domóticos puede ser costosa,	El proyecto se centra en el diseño de un sistema domótico controlado por un control manual inalámbrico y reconocimiento de voz, utilizando comunicación por radiofrecuencia. Su objetivo es mejorar las condiciones de personas con limitaciones físicas, como la dependencia funcional, al ofrecer una solución para activar interruptores, actuadores y sensores en el hogar de manera más accesible y fácil.

				lo que puede ser un factor limitante para algunos adultos mayores con presupuestos ajustados.	
Ana Romagosa Font	<i>Silla salva escalera para personas con movilidad reducida.</i> (Ramagosa, 2020)	<ul style="list-style-type: none"> *Prevención de lesiones. *Mayor seguridad. * El dispositivo puede adaptarse a diferentes tipos de edificios y situaciones de emergencia *Transporte seguro de personas con movilidad reducida en edificios sin ascensor. 	<ul style="list-style-type: none"> *El sistema no permite usarlo de manera autónoma por el usuario *El sistema necesita mínimo 2 personas para su movilidad ya que cuenta con un peso elevado. 	Este trabajo tiene como enfoque diseñar un dispositivo con la capacidad de transportar una persona con movilidad reducida según la necesidad evidenciada en Barcelona debido a los grandes edificios en la ciudad que no tienen ascensor y deben de ser movilizadas a fuerza cuando existe alguna emergencia corriendo el riesgo de sufrir lesiones como consecuencia de una caída.	
Jhon Albert Vargas	<i>“Diseño de una silla de ruedas autónoma para el desplazamiento en escalera en edificaciones”</i> (Vargas, 2020)	<ul style="list-style-type: none"> *Capacidad de carga para persona con peso promedio. *Sistema de control avanzado, para evitar accidentes. *Velocidad Controlada 	<ul style="list-style-type: none"> *El sistema solo funciona de manera rectilínea *El sistema solo soporta 130kg de peso *El sistema siempre debe contar con energía eléctrica 	Tiene como objetivo la necesidad de diseñar un dispositivo capaz de poder subir o bajar rampas, ascender de un piso a otro según las normas vigentes del Perú	

		*Seguridad y comodidad	para su funcionamiento	trasladando personas con un peso máximo de 130 kg a una velocidad de 2 m/s utilizando una tarjeta controladora apto para acelerar y desacelerar gracias a unos motores compatibles entre sí.
Anthony Josué Pumachay Ayala	<i>Diseño de silla de ruedas económica para el desplazamiento en escaleras.</i> (Pumachay, 2019)	*Accesibilidad económica. * Al limitar el número de materiales y características, se simplifica el diseño y se optimiza la eficacia de la silla de ruedas. *Adaptable a diversos entornos y necesidades, ofreciendo una solución versátil para usuarios con diferentes tipos de discapacidad.	*El sistema no permite usarlo de manera autónoma por el usuario *El sistema necesita mínimo 2 personas para su movilidad ya que cuenta con un peso elevado. *El sistema no cuenta con algún elemento de seguridad que sostenga el usuario a la hora de usar el producto. *El sistema no es cómodo para el uso diario , solo funciona para subir escaleras .	El proyecto busca diseñar una silla de ruedas económica con 7 materiales y 5 características claves para personas con discapacidad. Se reconoce que, a pesar de mejoras como la adición de motores, las necesidades de los usuarios no se han cubierto, especialmente en entornos sin ascensores debido a problemas financieros o de diseño.
Ronal Ponce, Guillermo Mosquera, Pablo Velarde, Marcelo Moya	<i>Diseño y Construcción de un Sistema Automático de Transporte Dentro del Hogar</i>	*Funcionamiento prolongado. *Inclusividad. *Adaptabilidad.	*El diseño no garantiza el acceso de todos los tipos de silla de ruedas	El proyecto se enfoca en diseñar un sistema mecatrónico modular que pueda

	<i>para Personas con Movilidad Reducida.</i> (Canchingre, Rueda, & Cajas, 2018)	*Tecnología modular	estándar disponibles en el mercado *El sistema siempre debe contar con energía eléctrica para su funcionamiento	adaptarse a cualquier silla de ruedas estándar para transportar personas con movilidad reducida, debido a la edad o discapacidad. El objetivo es que el sistema pueda funcionar durante al menos 1 hora
Kevin Eloy Vásquez Pazos	<i>Ayudas técnicas para movilización de adultos mayores: Guía práctica para uso adecuado.</i> (Eloy, 2017)	*Promoción de la autonomía en adultos mayores. * Orientación en el uso *Enfoque en habilidades necesarias *Fácil de entender.	*No es un producto industrial o biomédico. *Necesita un acompañante y acudiente para dar ejecución a la guía, Olvidando la autonomía.	Se enfoca en la realización de una Guía de ayudas técnicas, La guía promueve la autonomía de adultos mayores al proporcionar información sobre el uso correcto de ayudas técnicas para la movilización en actividades diarias. Se enfoca en transmitir conocimientos claros para evitar daños, resaltando la importancia de habilidades cognitivas, motoras, sensoriales, lingüísticas y de comunicación adecuadas para su uso efectivo.

<p>Adrián Molina Gallo</p>	<p>Instalaciones digitales para el adulto mayor y personas con movilidad reducida. (Molina, 2016)</p>	<p>La evaluación crítica de la situación actual de la domótica y la propuesta de una alternativa orientada a la seguridad, accesibilidad y confort demuestran un enfoque reflexivo y propositivo siendo esta una propuesta valiosa para mejorar la calidad de vida de este grupo demográfico.</p>	<p>*El sistema siempre debe contar con energía eléctrica para su funcionamiento *Aunque se menciona que es económico La implementación de sistemas domóticos puede ser costosa, lo que puede ser un factor limitante para algunos adultos mayores con presupuestos ajustados.</p>	<p>Expone y valida el diseño de un sistema domótico centrado en la funcionalidad esencial de seguridad en el hogar. Se busca destacar la situación actual de la domótica, señalando una problemática relacionada con su enfoque predominante en el lujo, en contraposición a abordar y resolver necesidades reales.</p>
<p>Luis Rojas Alberto Tandalla</p>	<p><i>Diseño y construcción de un prototipado de plataforma salvaescaleras para personas con capacidades especiales con movilidad reducida.</i> (Rojas & Tandalla, 2016)</p>	<p>*Superación de barreas arquitectónicas *Instalación rápida y sencilla *Económico y versátil *Solución óptima para tramos extensos.</p>	<p>*Ocupa mucho espacio con el sistema plegado. *El sistema es adaptable a diferentes tipos de gradas y ángulos entre 20 y 35° de inclinación</p>	<p>Es un sistema de salva escaleras diseñado específicamente para escaleras rectas, con el objetivo de superar las barreras arquitectónicas que actualmente dificultan la realización sin contratiempos de actividades diarias, al mismo tiempo que se busca incrementar el nivel</p>

				de autonomía en sus rutinas cotidianas.
Thais Pousada, Jessica Garabal	<i>“Productos, aparatos y artilugios, para la autonomía de las personas con enfermedades neuromusculares y sus familiares”</i> (Ada & Garabal, 2016)	<p>*Principal enfoque es la independencia y autonomía del individuo.</p> <p>*Promoción para el autoapoyo y cuidado por parte del familiar a cargo.</p> <p>*Mejorar la calidad de vida.</p>	*Según mi criterio no cuenta con desventajas	Ofrece una guía valiosa para mejorar la autonomía y la calidad de vida de las personas con enfermedades neuromusculares y sus familiares. Su enfoque en soluciones prácticas respaldadas por evidencia y su énfasis en el autoapoyo hacen que sea una herramienta útil para profesionales de la salud, pacientes y cuidadores por igual.
María Gómez y Susana Vallejo	Ayudas técnicas para la movilidad relativa de adultos mayores en Colombia. (Gómez & Vallejo, 2016)	<p>*Práctico, Seguro e intuitivo</p> <p>*Ergonómico</p> <p>* Brinda valores de calidad por la vida, dignidad, respeto por el medio ambiente y compromiso.</p>	*Según mi criterio no cuenta con desventajas	DIMOV es un sistema que ofrece soluciones progresivas para mejorar la autonomía y calidad de vida de adultos mayores con movilidad reducida. Incluye un bastón inicial para brindar equilibrio y soporte, que puede ser

				complementado con un segundo bastón para activar la marcha y mejorar la salud. Se proporcionan piezas y accesorios adicionales, como una pieza de unión para convertir los bastones en un caminador, y un sistema de llantas para asistencia adicional en la marcha.
Ricardo Alarcón y Mónica Flórez	"Sistemas domóticos para adultos mayores con movilidad reducida. (Alarcón & Flórez , 2015)	*La mejora la movilidad y la independencia de los adultos mayores. * Énfasis en la adaptabilidad y la eficiencia energética. * Análisis detallado de la diversidad de sistemas domóticos	*El sistema siempre debe contar con energía eléctrica para su funcionamiento *Aunque se menciona que es económico La implementación de sistemas domóticos puede ser costosa, lo que puede ser un factor limitante para algunos adultos mayores con presupuestos ajustados.	La investigación sobre sistemas domóticos para adultos mayores con movilidad reducida ofrece una visión completa de las opciones disponibles, destacando las ventajas de estos sistemas para mejorar la independencia y la calidad de vida de los usuarios. Su enfoque en sistemas de bajo costo y adaptabilidad los hace accesibles y prácticos para una

				amplia gama de usuarios.
Marcelo Casa y Danilo Neto	<i>“Diseño y construcción de una salvaescalera para personas con discapacidad motriz en miembros inferiores para el edificio de la universidad de las fuerzas armadas-espe- extensión Latacunga. Campus, Guillermo Rodríguez Lara (Casa & Nieto , 2015)</i>	*Facilidad de acceso y garantía de seguridad y comodidad *Realización de pruebas y prototipos de funcionamiento. *Eliminación de barreras de movilidad y promoción de la inclusión	*El sistema debe contar siempre con energía eléctrica	La investigación y construcción de la salvaescalera presenta una solución práctica y efectiva para mejorar la accesibilidad y la calidad de vida de las personas con discapacidad motriz en miembros inferiores. Su enfoque en la seguridad, eficiencia y cumplimiento de normativas, junto con la promoción de la inclusión, la convierten en una contribución valiosa para la comunidad universitaria y la sociedad en general.
Edison Vladimir Acosta Armendáriz, Javier Orlando Delgado Sifas,	<i>Diseño y simulación de un ascensor con carga máxima de 250kg., para personas con capacidades especiales y adultos mayores, para ser instalado en</i>	*Guía útil para la planificación financiera del proyecto y su viabilidad económica. *Asegura su seguridad y eficiencia en la práctica.	*El sistema no se adapta a todos los tipos de hogares	Diseño de un sistema de elevador para facilitar el ingreso de personas con capacidades especiales o adultos mayores con el fin de transportar personas de un nivel a otro, que puede

	<p><i>viviendas de dos pisos.</i> (Wladimir, Acosta, Orlando. et al., 2013)</p>	<p>*Garantiza la adecuación a las necesidades de los usuarios.</p>		<p>ser utilizado para ascender o descender en un edificio, casa u construcción. Este caso de diseño es utilizado para hogares con un máximo de 2 pisos. Ventaja y desventaja (Wladimir, Acosta, Orlando. et al., 2013)</p>
--	---	--	--	--

En conclusión, existen diversas herramientas y diseños de sistemas de movilidad, destacando la importancia de la divulgación de información como un proceso crucial para la inclusión social y la mejora en la calidad de vida de adultos mayores o personas con discapacidad motriz. Sin embargo, es fundamental reconocer que la solución surge del trabajo interdisciplinario realizado por diversas áreas del conocimiento. Este proyecto, con la mediación de la ingeniería en diseño industrial, complementa sistemáticamente el desarrollo y diseño del objetivo general, partiendo de la premisa y el déficit identificado en las soluciones encontradas en los documentos descritos, se busca reunirlos, sino formalizar y crear un producto que aborde de manera integral la problemática.

Estado de la técnica

Reconociendo el impacto potencial de la presente investigación, se dispone de una lista de trabajos y proyectos que demuestran los logros obtenidos por diversos actores académicos en fortalecer el diseño de sistemas de movilidad para la inclusión social. Esto resalta las carencias existentes en el campo y, por ende, las nuevas oportunidades en las cuales este proyecto puede mejorar las dinámicas de movilidad

dentro del hogar para adultos mayores y personas con discapacidad motriz que se ven afectados por barreras espaciales y obstáculos internos.

La búsqueda de soluciones para mejorar el acceso y desplazamiento de personas con movilidad reducida, así como aquellas sin ninguna divergencia, ha llevado a explorar sistemas electromecánicos disponibles en el mercado colombiano. Entre las opciones identificadas, destaca el sistema mecánico de "grúas de techo", un dispositivo diseñado para facilitar la movilidad en entornos domésticos. Este sistema se caracteriza por rieles instalados en el techo, permitiendo el desplazamiento de una polea guía mediante un motor eléctrico. Los usuarios son cargados por unos brazos conectados al sistema y pueden ser trasladados de un lugar a otro. Es relevante señalar que la activación de este sistema puede ser realizada tanto por el usuario como por una persona acompañante (Entornos Accesible, 2023). La manipulación de este sistema puede ser peligrosa para los adultos mayores, ya que, si no queda bien sujeto al gancho, podría caerse, lo que podría resultar en una lesión. Además, complica considerablemente la manipulación del sistema por parte del usuario, especialmente cuando está en funcionamiento y cargado.



Figure 1 Grúas de Techo Fija. Fuente: Entornos accesible-2023

La accesibilidad es un factor crucial en el diseño industrial, especialmente al abordar las necesidades de un público objetivo como los adultos mayores. En este contexto, se ha identificado un sistema que destaca por su sencillez y utilidad para este grupo demográfico. Además, se explora un dispositivo relacionado, la plataforma salva escaleras, como una solución más amplia y versátil para superar obstáculos verticales de manera segura y cómoda. La plataforma salva escaleras es presentada como una alternativa eficaz para permitir que personas con movilidad reducida, personas mayores o personas con discapacidades superen obstáculos verticales. A diferencia de las sillas salva escaleras, las plataformas ofrecen un área de trabajo más extensa y mayor capacidad de carga. Este diseño más amplio no solo mejora la comodidad del usuario, sino que también abarca a un público más diverso, incluyendo aquellos con diferentes necesidades de movilidad (Garu Accesibilidad , 2023).



Figure 2 Usuario con movilidad reducida. Plataforma salva escalera recta Fuente: Tekvoingeniería-2023

En la búsqueda de soluciones para el desplazamiento eficiente de grandes volúmenes de personas a nivel global, los sistemas de elevadores móviles, comúnmente denominados escaleras mecánicas, se destacan como una herramienta clave. Estos sistemas representan un medio de transporte vertical ampliamente adoptado en diversos entornos, desde establecimientos comerciales hasta terminales de transporte (Mendez, 2016). Algunas ventajas de las escaleras mecánicas son la eficiencia en el

desplazamiento, que permiten transportar grandes volúmenes de personas de manera rápida y eficiente, optimizando el flujo en espacios con alta afluencia; ahorro del espacio y cabe resalta la facilidad de uso que, gracias a su diseño intuitivo y la falta de barreras físicas para el acceso, las hacen asequibles para usuarios de todas las edades y habilidades (Sanchez, 2010).



Figure 3 Escalera eléctrica serie Z Fuente: Mitsubishielectric 2023

Otro sistema con un principio similar son las bandas transportadoras, es un sistema de transporte continuo y automatizado, representan una innovadora solución en el ámbito de la movilidad, especialmente en entornos públicos como aeropuertos, estaciones de tren y centros comerciales. Su diseño eficiente ofrece beneficios significativos para personas de todas las edades y capacidades, destacándose como una alternativa atractiva a otros sistemas de desplazamiento, como las escaleras mecánicas. Algunas de sus ventajas son el desplazamiento para personas con movilidad reducida, ya que cuenta con la capacidad y eficiencia para acomodar sillas de ruedas y facilitar el desplazamiento. Por lo que esta dicha facilidad de transporte no solo sirve para la movilidad de las personas, sino que también son eficaces para el movimiento de cargas, optimizando la logística en entornos comerciales e industriales (Comercial Pacific , 2020).



Figure 4 Banda transportadora de pasajeros. Fuente: Dunlop 2023

Existen otros dispositivos que facilitan el traslado de una persona entre diferentes niveles, como son los ascensores, sistema de elevación la cual están diseñados específicamente para permitir que personas con discapacidades o movilidad reducida se desplacen de un nivel a otro en edificios o espacios públicos de manera segura y cómoda; su versatilidad se puede desarrollar tanto en el interior como en el exterior de los hogares, normalmente cuenta con un sistema hidráulico, neumático o electromecánico (Coldesa, 2023). Sin embargo, se evidencia una gran dificultad para la disposición de este sistema, ya que necesita disponibilidad de una considerable área para poder instalarlo, lo que al analizar el contexto de la investigación (laderas de Medellín), complica mucho su posible instalación.



Figure 5 Ascensor de Personas Discapacitadas o con Movilidad Reducida. Fuente: Coldesa 2023

En el mercado actual, hay soluciones especializadas para el desplazamiento de personas en entornos laborales, destacando el uso de plataformas de tijeras. Estas plataformas, equipadas con elevadores eléctricos, hidráulicos o neumáticos, representan una solución integral para mejorar la accesibilidad en entornos laborales, especialmente en situaciones donde se requiere movilidad en diferentes niveles. Al contar con la presencia de un elevador, operado mediante un control de mando desde la plataforma, permite ajustes precisos de altura y posición (Tamborero del Pino, 2023). Sin embargo, este sistema de movilidad automatizado podría considerar adecuaciones respecto a acceso a la plataforma donde es importante mejorar la accesibilidad, especialmente para personas con movilidad reducida y evaluar los parámetros ergonómicos en el diseño, además de ello dada la naturaleza robusta y pesada de las máquinas industriales, el peso y volumen se deberán optimizar en el diseño para garantizar su transporte eficiente y seguro.



Figure 6 Plataformas tipo tijera. Fuente: P Y H Plataformas y herramientas 2023

En Alemania han diseñado un sistema para subir y bajar escaleras de manera segura para los adultos mayores, el sistema consta de instalar un cinturón el cual va unido a un sistema de guaya por donde se desplaza el usuario, este sistema es quien guía el movimiento sosteniendo al adulto mayor desde la cintura y evitando que el adulto se caiga al realizar el desplazamiento (Orthexo, 2024).



Figure 7 Stair Guard Dispositivo de seguridad para subir escalas Fuente homecareinsight 2022

En el mercado noruego desarrollaron un sistema que ayuda al subir escaleras con seguridad y soporte, al bajar y subirlas. Tiene un asa segura bloqueada cuando aplicas fuerza sobre ella, y supone un obstáculo físico que previene de caídas en las escaleras. (Mitchell, 2023)



Figure 8 Assistep Ayuda para subir escaleras Fuente Assitep 2024

En Reino Unido desarrollaron un sistema que ayuda al subir y bajar escaleras con seguridad, esta alternativa cuenta con un pasamanos cuadrado y un asa de movimiento que se desplaza a lo largo de dicho pasamanos. (Fortuna bambach, 2024)



Figure 9 StairStedy Fuente fortunamobility 2024

Por último, el avance tecnológico en el ámbito de la movilidad; es el desarrollo de exoesqueletos para caminar, también conocidos como exoesqueletos robóticos. Estos dispositivos se diseñaron para asistir y mejorar la capacidad de las personas para caminar. Enfocado principalmente en personas con discapacidades motoras o con apoyo adicional, estos exoesqueletos son una solución innovadora para la movilidad asistida. Una de las ventajas es el movimiento natural por la cual, a integración de sensores permite una conexión directa entre las señales cerebrales y el movimiento del exoesqueleto, logrando un movimiento más fluido, proporcionando a su vez autonomía que permite al usuario movilizarse de manera autónoma y segura. (Este sistema aún no está desarrollado en su totalidad, por ende, aun no es comercial.) (Iberdrola, 2022)



Figure 10 Cuáles son sus usos más comunes-exoesqueletos. Fuente Ibedrola 2023

Al realizar un análisis general, los sistemas comparten ciertos aspectos que se pueden identificar, todos los sistemas, a excepción del exoesqueleto que aún está en desarrollo, requieren de amplios espacios en el área de instalación. Además, son sistemas estáticos que permanecen en el lugar después de su uso, presentan costos significativos y, al aplicarlos al contexto estudiado, se evidencia su limitada aplicabilidad para los habitantes de las laderas de Medellín. Las soluciones propuestas también acarrearán gastos de mantenimiento elevados, que demandan la intervención del personal calificado y generan altos consumos de servicios públicos.

Ver Capítulo 3: Divulgación. Anexos

3.2 entrevistas. (Primer acercamiento del usuario)

Requerimientos para la propuesta de diseño

¹Las especificaciones de diseño que se plantean a continuación se proponen desde un enfoque técnico, capaz de describir y dar pie a un proceso de diseño para un sistema de movilidad en adultos mayores del municipio de Medellín, teniendo en cuenta factores indispensables para la elaboración, empleabilidad y ejecución de este, con el fin de resolver la problemática inicial partiendo desde el objetivo y enfoque propuesto. El sistema está diseñado para una arquitectura definida ya que no funciona para todos los estilos de escaleras ofertados en el mercado.

Especificaciones de diseño de producto					
<i>Proyecto: Acceso de adultos mayores a pisos elevados en la ciudad de Medellín</i>					
No.	Aspecto	Requerimiento	Métrica	Rango	Valor (1-5)
1	Peso	El sistema debe ser capaz de soportar el peso del usuario de manera segura y eficiente, garantizando la resistencia estructural necesaria	Kg	0- 150	5
2	Ergonomía	El diseño debe ajustarse a las diferentes alturas de la población colombiana, asegurando una experiencia cómoda y accesible.	cm	150-185	5
3	Mantenimiento	Evaluar la fiabilidad del sistema en términos de funcionamiento continuo sin fallos, y cómo los conjuntos mecánicos no requieran mantenimiento en menos de 1 año de uso -	Días	365	3
4	Calidad	Todos los materiales utilizados en la construcción del sistema deben ser resistentes a las condiciones climáticas, asegurando durabilidad y funcionalidad a lo largo del tiempo.	Tipo material	N/A	5
5	Medidas	El sistema donde interactúa el usuario no puede superar un volumen de 1 x 1 x 1 m	Metros	1x1	3
6	Cantidad	El sistema debe contar con menos de 30 piezas	# Piezas	0-30	5
7	Capacidad de Producción	Las piezas diseñadas para el sistema deben poder fabricarse en Colombia	SI/NO	N/A	3
8	Partes estándar	El diseño debe contener piezas comerciales de fácil cambio.	SI/NO	N/A	5
9	Ergonomía	El sistema debe contar con elementos de seguridad para el cuidado de los usuarios a la hora de usar el sistema	SI/NO	N/A	5
10	Ergonomía	El sistema debe contar con un sistema bidireccional para facilitar su uso de subida y bajada	SI/NO	N/A	5
11	Peso	El sistema no debe superar los 50 Kg peso	Kg	1-50	5

¹ Los valores de la tabla de requerimientos corresponden del 1 al 5. Donde 1 es deficiente y 5 es sobresaliente.

12	Ergonomía	El sistema debe permitir que usuarios, especialmente adultos mayores, puedan acceder e interactuar de manera autónoma y sin asistencia externa.	SI/NO	N/A	3
13	Transporte	El recorrido del sistema debe permitir regular la velocidad, el producto se va proyectar con características estáticas.	Km/h	0-10	5
14	Ergonomía	El sistema debe permitir acceder a el máximo a una altura de 1m	SI/NO	N/A	2
15	Transporte	El sistema debe contener un punto donde ubicar objetos del usuario	SI/NO	N/A	5
16	Procesos de manufactura	La fabricación debe involucrar procesos metalmecánicos	SI/NO	N/A	3
17	Documentación	El sistema debe contar con un manual de uso	SI/NO	N/A	2
18	Transporte	Todo el sistema debe permitir enviarse en 1 solo viaje en un camión.	SI/NO	N/A	4
19	Funciones sociales	El sistema debe ser adaptado a la estética del lugar de instalación	SI/NO	N/A	4

Tabla 1 Especificaciones de diseño Cristian Marín

EJECUCIÓN

02

CAPÍTULO 2. EJECUCIÓN

Ideación

Metodología de diseño

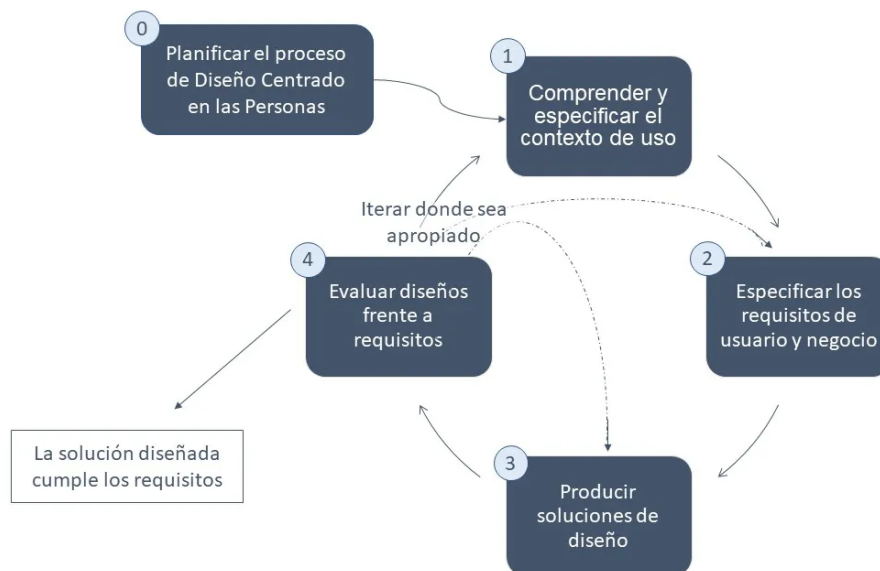


Tabla 2 Metodología centrada en el usuario (MCU), Nacho Madrid UX, 2020
<https://www.nachomadrid.com/2020/04/diseño-centrado-usuario/>

La Metodología de Diseño Centrada en el Usuario (DCU) es un enfoque esencial para el desarrollo de un sistema de movilidad en el hogar para adultos mayores en Medellín. Esta metodología permite comprender las necesidades, expectativas y limitaciones de los usuarios finales, garantizando que el diseño del sistema sea adecuado, seguro y efectivo para ellos (Nacho Madrid UX , 2020).

Etapas de la DCU:

Investigación:

- Realizar entrevistas, encuestas y grupos focales con adultos mayores para comprender sus experiencias, dificultades y necesidades relacionadas con la movilidad en el hogar. Por medio de herramientas análogas, en presencia directa con el usuario.

- Observar al adulto mayor (se tomó como caso de estudio el sr. Jorge Marín, 81 años) en su entorno doméstico para identificar los desafíos y oportunidades que presenta el entorno para la movilidad, con el fin de obtener información visual, para material fotográfico, describiendo como se evidencia el movimiento del usuario subiendo y bajando escaleras.

Definición:

- Realizar una retroalimentación basada en la investigación, para definir claramente los problemas que presenta en la movilidad el Sr. Marín y los requerimientos adicionales que el sistema de movilidad debe abordar.
- Identificar las características esenciales que debe tener el sistema para satisfacer las necesidades del usuario.

Ideación:

- Generar una amplia gama de ideas para soluciones de movilidad, utilizando técnicas de lluvia de ideas, bocetos y prototipado rápido.
- Considerar diferentes tipos de soluciones, sistemas de asistencia. Propiamente investigadas en el Estado de la técnica.
- Evaluar las ideas en función de su viabilidad, efectividad, seguridad y costo.

Prototipado:

- Crear prototipos de las soluciones de movilidad más prometedoras.
- Los prototipos pueden ser de baja fidelidad (por ejemplo, hechos de cartón o espuma) o de alta fidelidad (por ejemplo, modelos funcionales).
- Probar los prototipos con usuarios reales para obtener comentarios y evaluar su usabilidad.

Evaluación:

- Analizar los comentarios para identificar áreas de mejora y refinar los diseños.

- Análisis de elementos finitos, validación digital.
- Análisis de usabilidad y comentario finales del Sr. Jorge Marín.

Consideraciones para la MCU:

- **Inclusión:** Involucrar a adultos mayores de diversos orígenes, edades y niveles de capacidad en el proceso de investigación y diseño.
- **Accesibilidad:** Asegurar que los materiales de investigación y los prototipos sean accesibles para personas con diferentes discapacidades.
- **Iteración:** El proceso de MCU es iterativo, lo que significa que los diseños se refinan continuamente en función de los comentarios de los usuarios.
- **Enfoque en el usuario:** El objetivo principal de la MCU es comprender y satisfacer las necesidades de los usuarios finales.

La implementación de una metodología centrada en el usuario es fundamental para el desarrollo de un sistema de movilidad en el hogar para adultos mayores en Medellín teniendo como referencia al Sr. Jorge Marín de 81 años. Un sistema que sea efectivo, seguro y satisfaga las necesidades reales del usuario. Al involucrarle activamente en el proceso de diseño, se garantiza que el sistema sea adecuado para su uso y contribuya a mejorar su calidad de vida y autonomía.

Ideación

Brainstorming



Figure 11 Brain stormingBrainstorming Cristian Marín

Propuestas de diseño

En este apartado, tomando en cuenta los criterios establecidos en el PDS, se presentan diferentes alternativas para abordar y cumplir con dichos criterios.

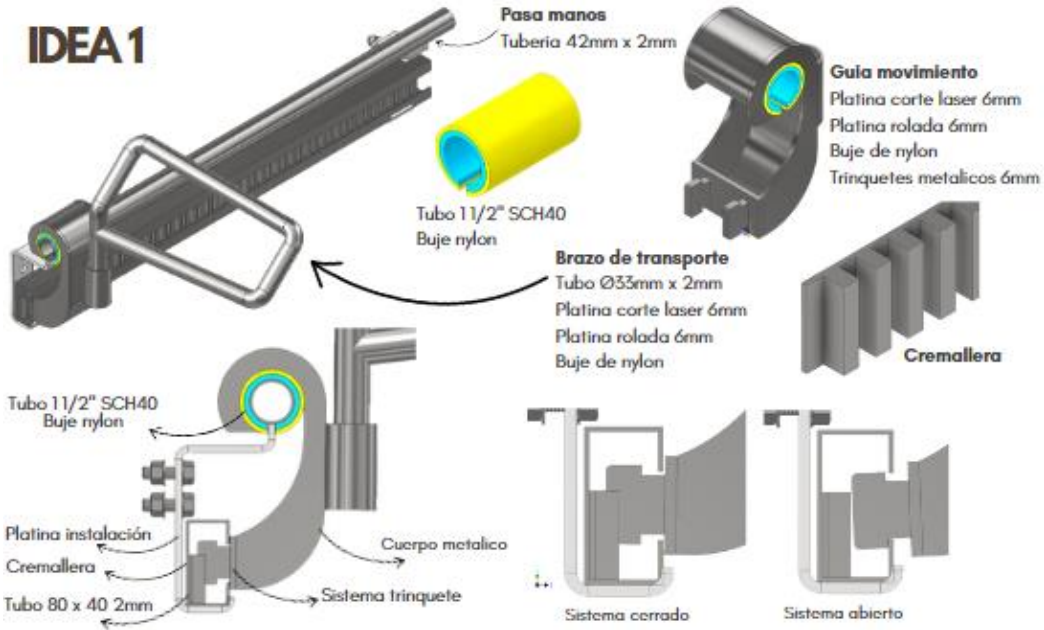


Figure 12 Propuesta 1 Cristian Marín 2024

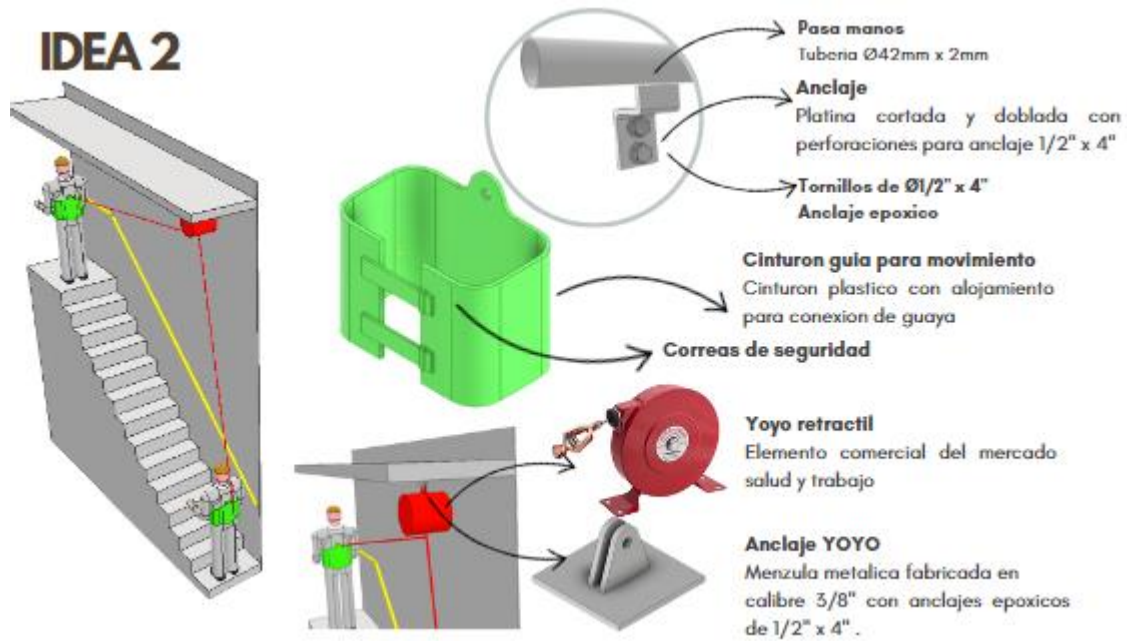


Figure 13 Propuesta 2 Cristian Marín 2024

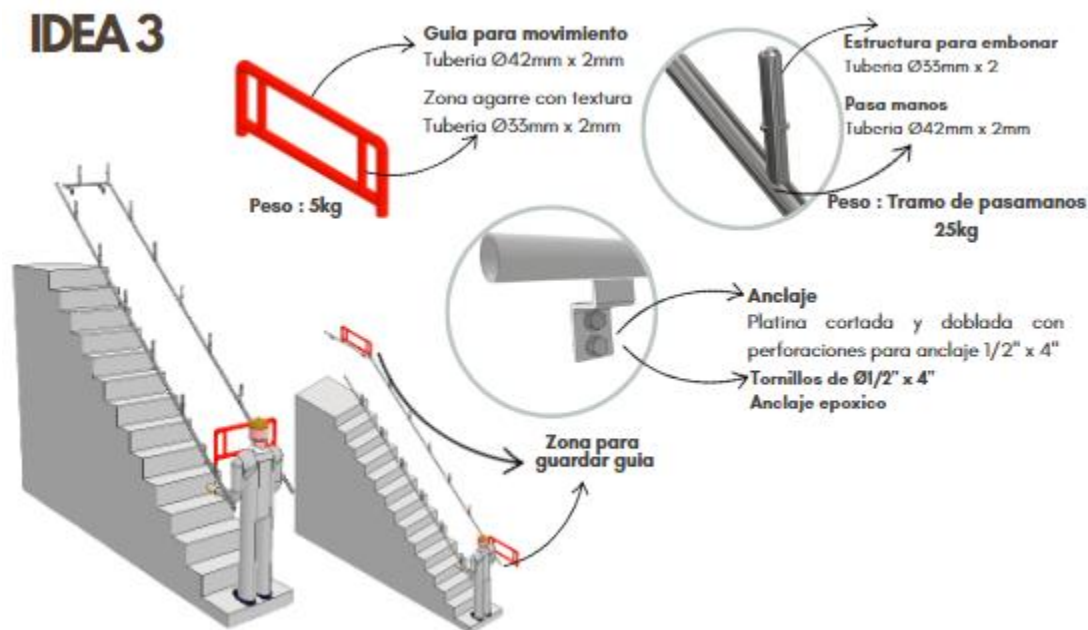


Figure 14 Propuesta 3 Cristian Marín 2024

Evaluación de las propuestas

Evaluación de alternativas de diseño					
Proyecto: Acceso de adultos mayores a pisos elevados en la ciudad de Medellín					
No.	Aspecto	Requerimiento	Idea 1	Idea 2	Idea 3
1	Peso	El sistema debe ser capaz de soportar el peso del usuario de manera segura y eficiente, garantizando la resistencia estructural necesaria	5	5	5
2	Ergonomía	El diseño debe ajustarse a las variadas dimensiones y características físicas de la población colombiana, asegurando una experiencia cómoda y accesible.	5	4	5
3	Mantenimiento	Se requiere que el sistema utilice conjuntos mecánicos y materiales no porosos para facilitar el mantenimiento y prolongar la vida útil del sistema.	5	3	3
4	Calidad	Todos los materiales utilizados en la construcción del sistema deben ser resistentes a las condiciones climáticas, asegurando durabilidad y funcionalidad a lo largo del tiempo.	5	5	5
5	Medidas	El sistema donde interactúa el usuario no puede superar un volumen de 1 x 1 x 1 m	5	5	5
6	Cantidad	El sistema debe contar con menos de 30 piezas	5	5	5
7	Capacidad de Producción	Las piezas diseñadas para el sistema deben poder fabricarse en Colombia	5	5	5
8	Partes estándar	El diseño debe contener piezas comerciales de fácil cambio.	4	3	3
9	Ergonomía	El sistema debe contar con elementos de seguridad para el cuidado de los usuarios a la hora de usar el sistema	5	3	4

10	Ergonomía	El sistema debe contar con un sistema bidireccional para facilitar su uso de subida y bajada	5	5	5
11	Actuación	El sistema debe tener señalizaciones claras para el uso	4	4	4
12	Ergonomía	El sistema debe permitir que usuarios, especialmente adultos mayores, puedan acceder e interactuar de manera autónoma y sin asistencia externa.	5	5	5
13	Transporte	El recorrido del sistema debe permitir regular la velocidad, el producto se va proyectar con características estáticas.	3	3	3
14	Ergonomía	El sistema debe permitir acceder a el máximo a una altura de 1m	5	5	5
15	Transporte	El sistema debe contener un punto donde ubicar objetos del usuario	1	1	1
16	Procesos de manufactura	La fabricación debe involucrar procesos metalmecánicos	5	2	5
17	Documentación	El sistema debe contar con un manual de uso	5	5	5
18	Transporte	Todo el sistema debe permitir enviarse en 1 solo viaje en un camión.	5	5	5
19	Funciones sociales	El sistema debe ser adaptado a la estética del lugar de instalación	3	3	3
TOTALES			85	76	82

Tabla 3 Evaluación de alternativas, Marín Cristian, 2024

Diseño de Detalle

Teniendo en cuenta el desarrollo de la conceptualización de diseño, se realiza la idea #1 que cumple con una serie de requerimientos tales como; Minimizar accidentes por caídas, proporciona libertad e independencia, se puede instalar en escaleras estrechas, el diseño se puede ajustar a diferentes inclinaciones de escaleras, no necesita energía eléctrica para su funcionamiento, fácil de instalar lo que permite ser utilizado por más usuarios aparte del publico específico, como lo pueden ser personas en rehabilitación de alguna cirugía. Funciona tanto para subir como para bajar escaleras, además, el sistema se puede instalar en otros espacios dentro del hogar. A continuación, se muestra el desarrollo del sistema de movilidad, los planos, cartas de procesos y validación del prototipo digital. Teniendo como consideraciones características específicas del diseño tales como: El sistema solo funciona para un tipo de arquitectura definida, el sistema solo puede ser usado por 1 usuario a la vez, ya que no tiene ninguna función de reseteo que haga que retorne a la posición inicial.

..

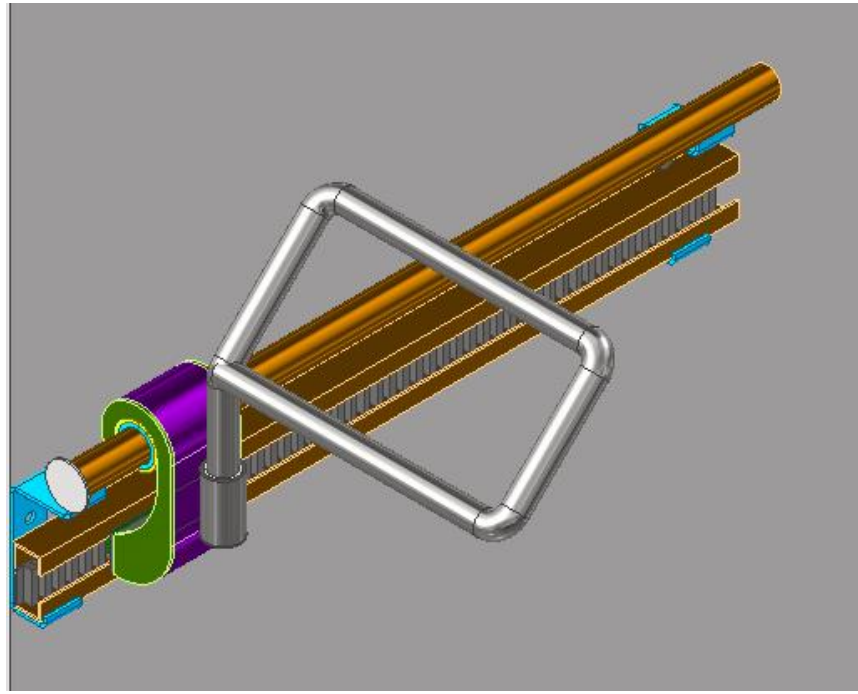


Figure 16 Idea #1 Cristian Marín

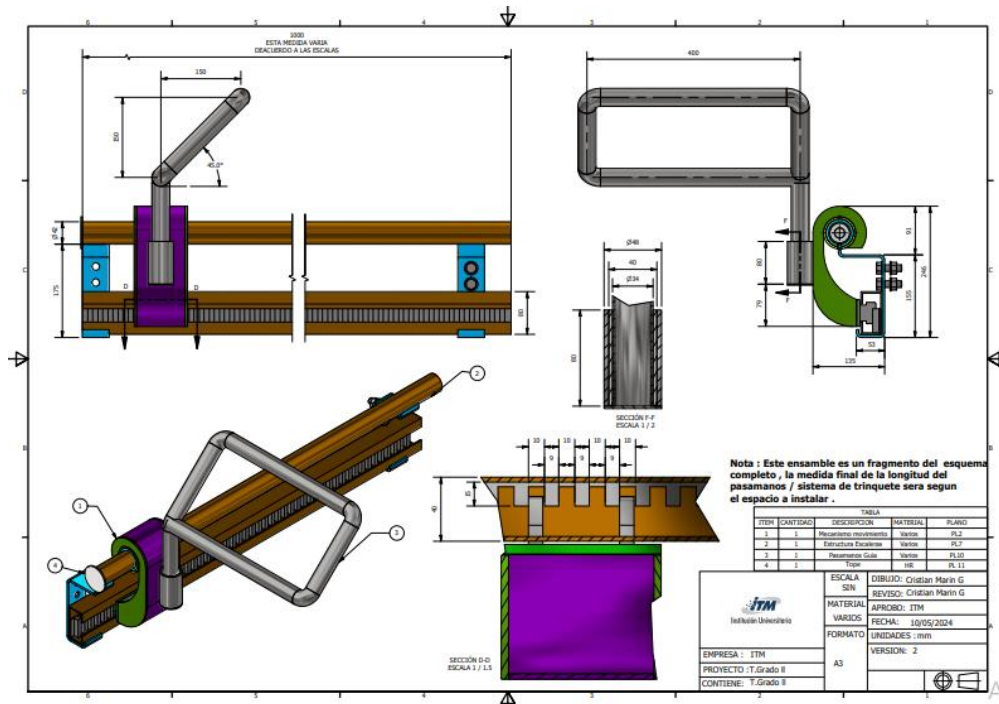


Figure 15 Plano H1 Cristian Marín

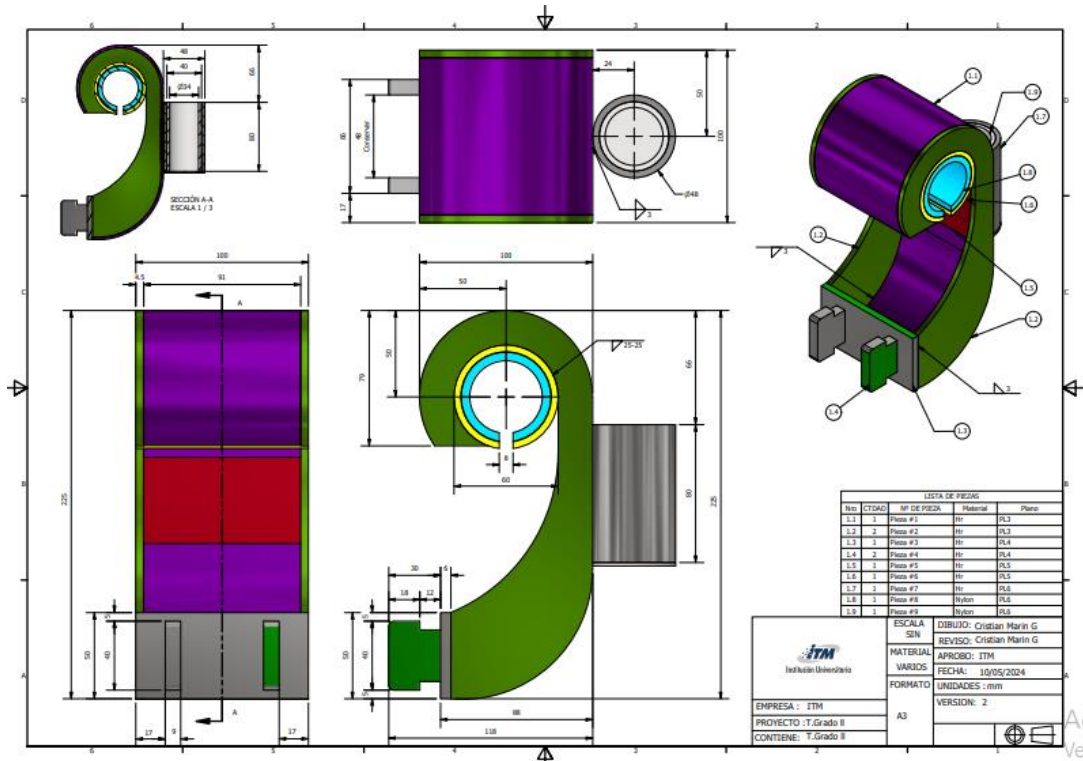


Figure 17 Plano H2 Cristian Marin 2024

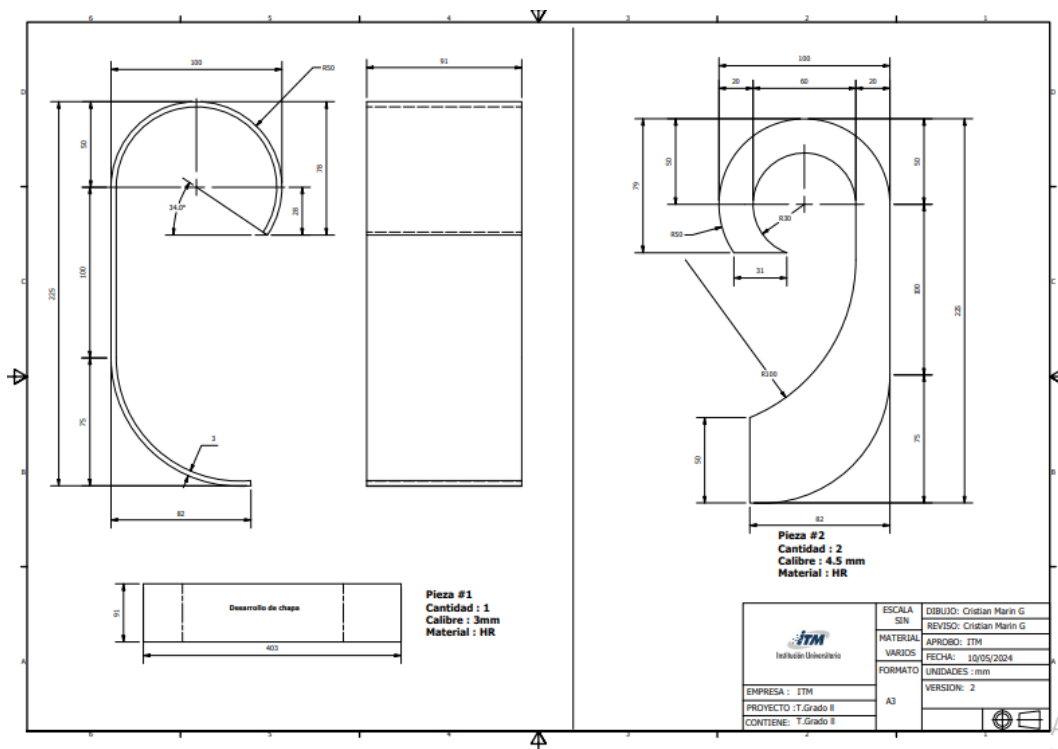


Figure 18 Plano H3 Cristian Marin 2024

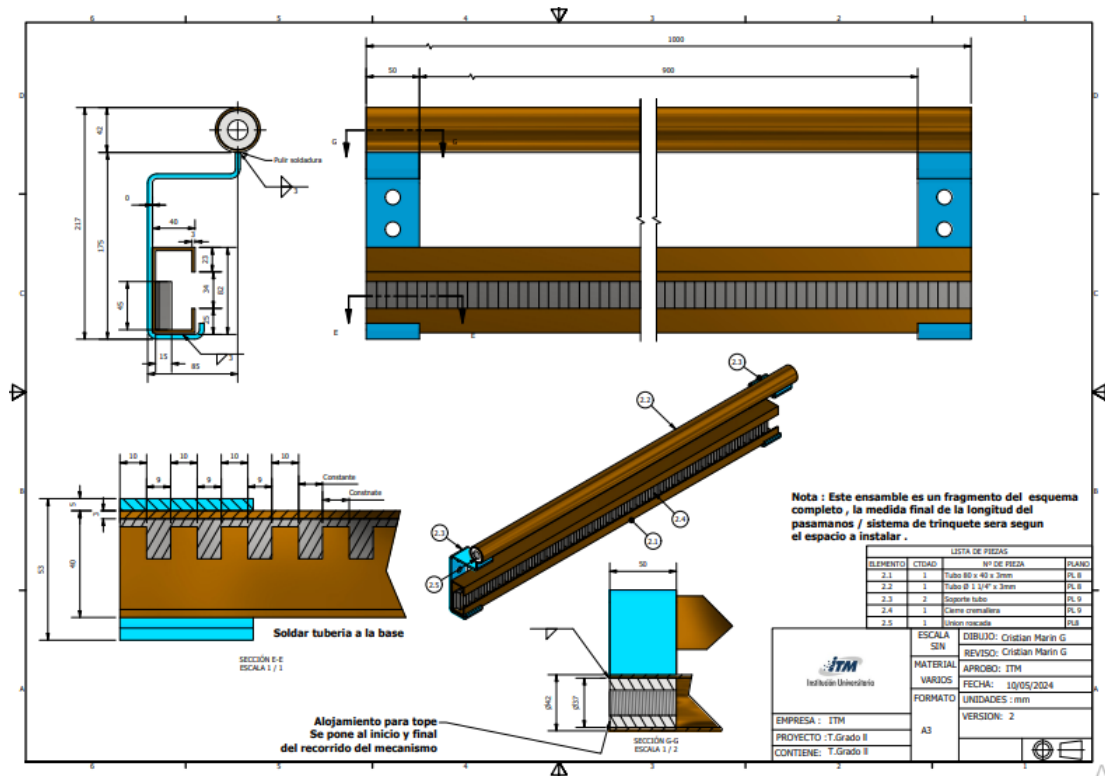


Figure 22 Plano H7 Cristian Marín 2024

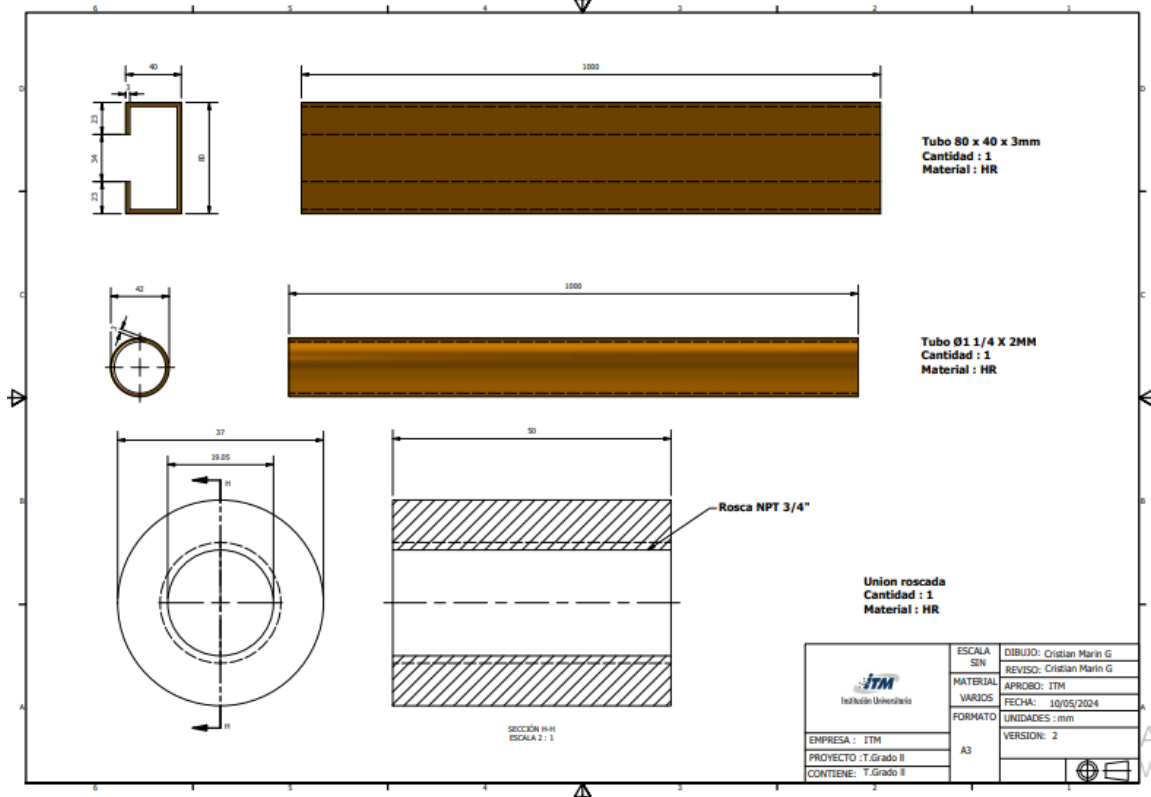


Figure 23 Plano H8 Cristian Marín 2024

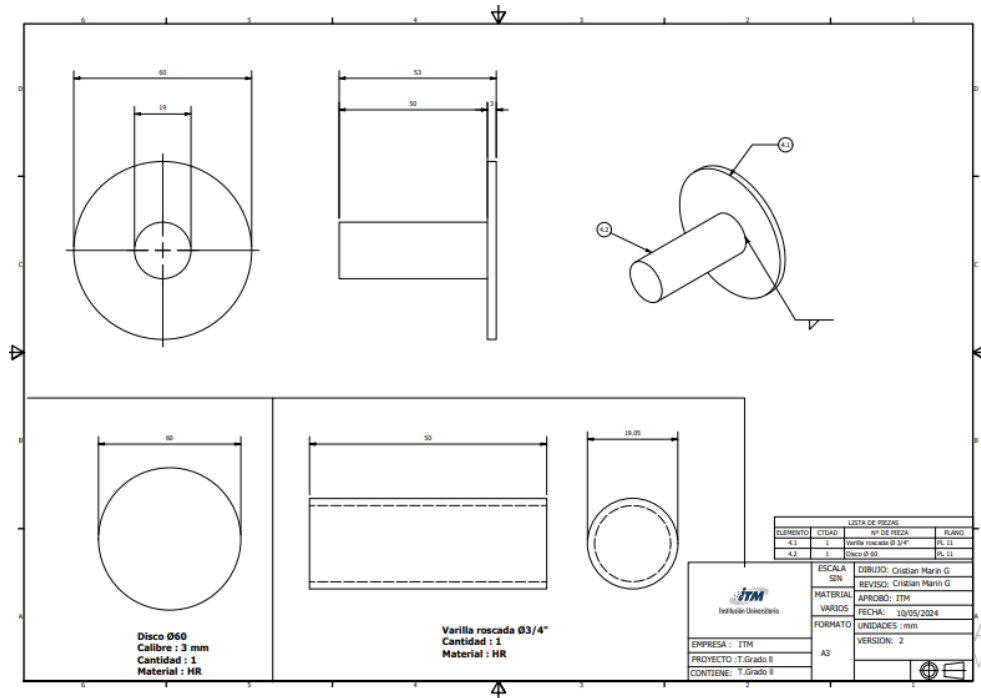


Figure 26 Plano H11 Cristian Marín 2024

Carta de procesos

Nº DE	Nombre de Pieza	Código	Cantidad	Material	Nombre del Producto	Diseñador	Fecha
#1	Pieza #1	1,1	1	HR	Mecanismo Movimiento	Cristian Marín	13/05/2024

Pieza #1
 Cantidad : 1
 Calibre : 3 mm
 Material : HR

OP	Maquina	Descripción	Cantidad	Operario	Observaciones
1	Cizalla	Corte cizalla	1	Cristian	SIN
2	Roladora	Rolar según medidas	1	Cristian	SIN
3	Dobladora	Generar rolado en zona donde no llegue la roladora	1	Cristian	SIN
4					
5					

Figure 27 Carta producción 1 Cristian Marín 2024

CARTA DE PRODUCCIÓN							
N° DE	Nombre de Pieza	Código	Cantidad	Material	Nombre del Producto	Diseñador	Fecha
#2	Pieza #2	1,2	2	HR	Mecanismo Movimiento	Cristian Marin	13/05/2024
<p>Pieza #2 Cantidad : 2 Calibre : 4,0 mm Material : HR</p>							
OP	Maquina	Descripción	Cantidad	Operario	Observaciones		
1	Maquina laser	Corte laser	2	Cristian	Archivo DXF		
2							
3							

Figure 28 Carta producción 2 Cristian Marin 2024

CARTA DE PRODUCCIÓN							
N° DE	Nombre de Pieza	Código	Cantidad	Material	Nombre del Producto	Diseñador	Fecha
#3	Pieza #3	1,3	1	HR	Mecanismo Movimiento	Cristian Marin	13/05/2024
<p>Pieza #3 Cantidad : 1 Calibre : 6 mm Material : HR</p>							
OP	Maquina	Descripción	Cantidad	Operario	Observaciones		
1	Maquina laser	Corte laser	1	Cristian	Archivo DXF		
2							
3							

Figure 29 Carta producción 3 Cristian Marin 2024

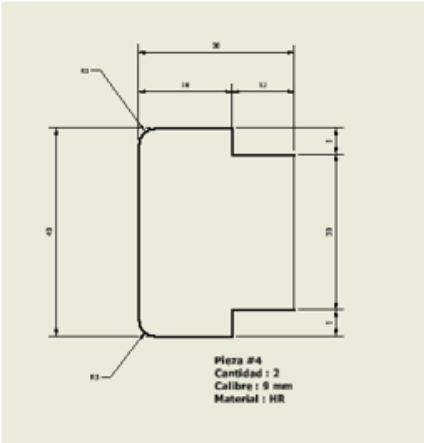
CARTA DE PRODUCCIÓN							
N° DE	Nombre de Pieza	Código	Cantidad	Material	Nombre del Producto	Diseñador	Fecha
#4	Pieza #4	1,4	2	HR	Mecanismo Movimiento	Cristian Marin	13/05/2024
							
OP	Maquina	Descripción	Cantidad	Operario	Observaciones		
1	Maquina laser	Corte laser	2	Cristian	Archivo DXF		
2							
3							
4							

Figure 30 Carta producción 4 Cristian Marin 2024

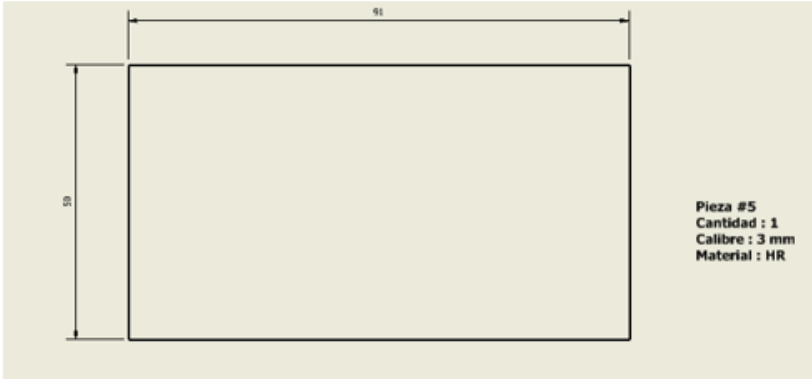
CARTA DE PRODUCCIÓN							
N° DE	Nombre de Pieza	Código	Cantidad	Material	Nombre del Producto	Diseñador	Fecha
#5	Pieza #5	1,5	1	HR	Mecanismo Movimiento	Cristian Marin	13/05/2024
							
OP	Maquina	Descripción	Cantidad	Operario	Observaciones		
1	Maquina laser	Corte laser	1	Cristian	Archivo DXF		
2							
3							

Figure 31 Carta producción 5 Cristian Marin 2024

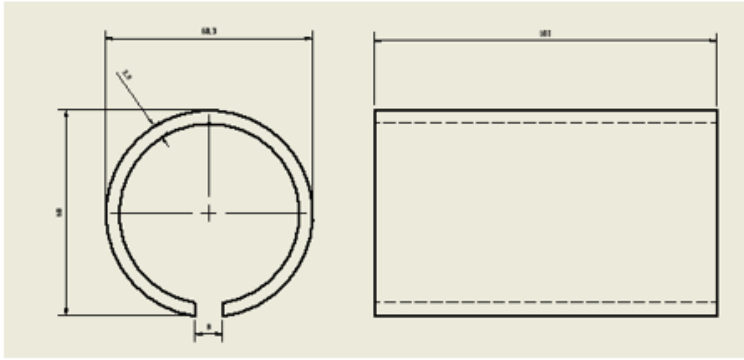
CARTA DE PRODUCCIÓN							
N° DE	Nombre de Pieza	Código	Cantidad	Material	Nombre del Producto	Diseñador	Fecha
#6	Pieza #6	1,6	1	HR	Mecanismo Movimiento	Cristian Marin	13/05/2024
							
OP	Maquina	Descripción	Cantidad	Operario	Observaciones		
1	Pulidora	Corte de tubo	1	Cristian	Sin		
2							
3							

Figure 32 Carta producción 6 Cristian Marín 2024

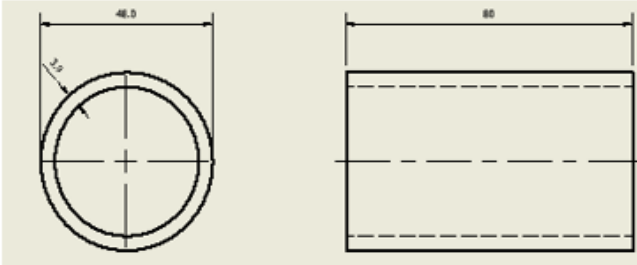
CARTA DE PRODUCCIÓN							
N° DE	Nombre de Pieza	Código	Cantidad	Material	Nombre del Producto	Diseñador	Fecha
#7	Pieza #7	1,7	1	HR	Mecanismo Movimiento	Cristian Marin	13/05/2024
 <p style="margin-left: 200px;"> Pieza #7 Cantidad : 1 Tubo 1 1/2" x SCH 40 (Se puede homologar x tubo rolado) Material : HR </p>							
OP	Maquina	Descripción	Cantidad	Operario	Observaciones		
1	Pulidora	Corte de tubo	1	Cristian	Sin		
2							
3							

Figure 33 Carta producción 7 Cristian Marín 2024

CARTA DE PRODUCCIÓN							
N° DE	Nombre de Pieza	Código	Cantidad	Material	Nombre del Producto	Diseñador	Fecha
#8	Pieza #8	1,8	1	Nylon	Mecanismo Movimiento	Cristian Marin	13/05/2024
OP	Maquina	Descripción	Cantidad	Operario	Observaciones		
1	Torno	Refrentado exterior con ajuste a tubo	1	Cristian	Sin		
2	Torno	Perforar tubería	1	Cristian	Sin		
3	Torno	socabado interior	1	Cristian	Sin		
4	Pulidora	Corte	1	Cristian	Sin		
5							

Figure 34 Carta producción 8 Cristian Marín 2024

CARTA DE PRODUCCIÓN							
N° DE	Nombre de Pieza	Código	Cantidad	Material	Nombre del Producto	Diseñador	Fecha
#9	Pieza #9	1,9	1	Nylon	Mecanismo Movimiento	Cristian Marin	13/05/2024
OP	Maquina	Descripción	Cantidad	Operario	Observaciones		
1	Torno	Refrentado exterior con ajuste a tubo	1	Cristian	Sin		
2	Torno	Perforar tubería	1	Cristian	Sin		
3	Torno	socabado interior	1	Cristian	Sin		
4							
5							

Figure 35 Carta producción 9 Cristian Marín 2024

CARTA DE PRODUCCIÓN							
N° DE	Nombre de Pieza	Código	Cantidad	Material	Nombre del Producto	Diseñador	Fecha
#10	Tubo 80 x 40 x 3mm	2,1	1	HR	Estructura escaleras	Cristian Marin	13/05/2024
OP	Maquina	Descripción	Cantidad	Operario	Observaciones		
1	Pulidora	Corte tubo	1	Cristian	Sin		
2	Pulidora	Corte abertura	1	Cristian	Sin		
3	Pulidora	Pulidor	1	Cristian	Sin		
4							

Figure 36 Carta producción 10 Cristian Marín 2024

CARTA DE PRODUCCIÓN							
N° DE	Nombre de Pieza	Código	Cantidad	Material	Nombre del Producto	Diseñador	Fecha
#11	Tubo 1 1/4 x 2mm	2,2	1	HR	Estructura escaleras	Cristian Marin	13/05/2024
OP	Maquina	Descripción	Cantidad	Operario	Observaciones		
1	Pulidora	Corte tubo	1	Cristian	Sin		
2	Pulidora	Pulidor	1	Cristian	Sin		
3							

Figure 37 Carta producción 11 Cristian Marín 2024

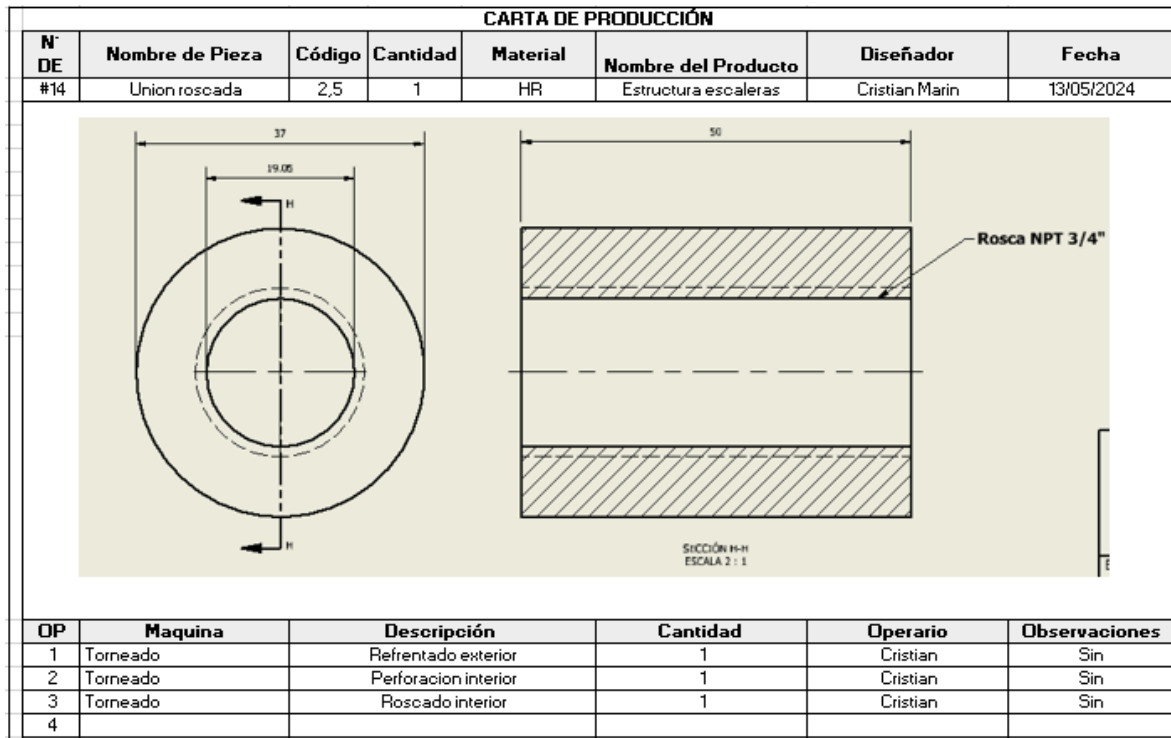


Figure 40 Carta producción 14 Cristian Marín 2024

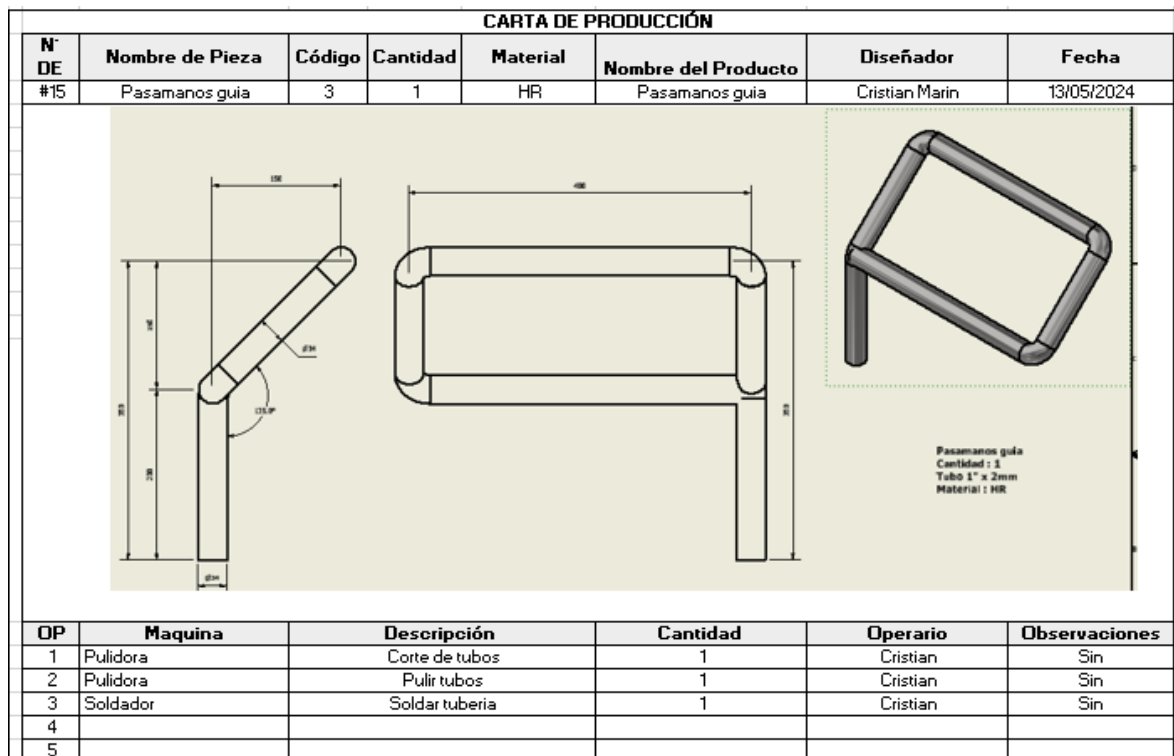


Figure 41 Carta producción 15 Cristian Marín 2024

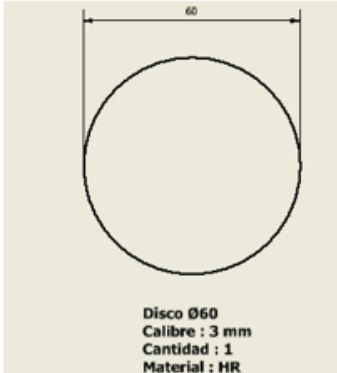
CARTA DE PRODUCCIÓN							
N° DE	Nombre de Pieza	Código	Cantidad	Material	Nombre del Producto	Diseñador	Fecha
#16	Disco Ø 60	4,1	1	HR	Tope	Cristian Marin	13/05/2024
							
OP	Maquina	Descripción	Cantidad	Operario	Observaciones		
1	Corte laser	Corte laser	1	Cristian	DXF		
2							
3							

Figure 42 Carta producción 16 Cristian Marín 2024

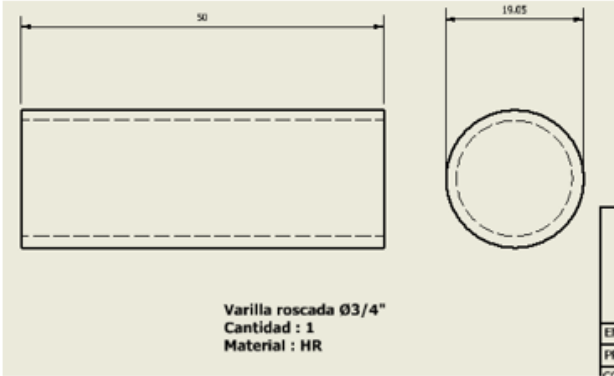
CARTA DE PRODUCCIÓN							
N° DE	Nombre de Pieza	Código	Cantidad	Material	Nombre del Producto	Diseñador	Fecha
#17	Varilla roscada Ø3/4"	4,2	1	HR	Tope	Cristian Marin	13/05/2024
							
OP	Maquina	Descripción	Cantidad	Operario	Observaciones		
1	Pulidora	Corte varilla	1	Cristian	DXF		
2							
3							

Figure 43 Carta producción 17 Cristian Marín 2024

Validación del prototipo digital

Este informe presenta los resultados de la validación digital del sistema de bloqueo para la guía de apoyo, enfocada en el análisis de las cargas y desplazamientos en las zonas de contacto y el comportamiento del cuerpo guía. Se utilizó software de análisis de elementos finitos Autodesk Inventor para simular las cargas y desplazamientos en las diferentes partes del sistema. De acuerdo con los requisitos de diseño establecidos en el PDS, este sistema está diseñado para soportar un peso máximo de usuario de 150 kg. Para llevar a cabo la validación digital, se calculó la carga de prueba digital del diseño con los siguientes parámetros: 150 kg (Peso máximo usuario) x 9.8 m/s² Gravedad (9,80665 m/s²) = 1471 N. Las cargas en el sistema se distribuyen en 2 puntos, con cada punto soportando una carga de 736 N. Para fines del análisis de las cargas en cada punto, se considera una carga viva de 1000 N.

Se observó un desplazamiento de 0.037 mm en las zonas de contacto con un factor de seguridad de 15² lo que indica un funcionamiento seguro del sistema. El análisis del soporte del sistema cada 1 metro soportado por las platinas dobladas demostró que el cuerpo guía puede soportar las cargas previstas sin exceder los límites de seguridad.

La validación digital del sistema de bloqueo para este sistema de soporte ha demostrado que el sistema cumple con los requisitos de seguridad y funcionalidad. Las simulaciones confirmaron que las cargas aplicadas en las zonas de contacto son suficientes para activar el sistema de seguridad y permitir que el usuario avance de manera segura y a su ritmo. El análisis del cuerpo guía también demostró que puede soportar las cargas previstas sin exceder los límites de seguridad.

² Factor de seguridad es un número mayor que uno, que indica la capacidad en exceso que tiene el sistema sobre sus requerimientos),

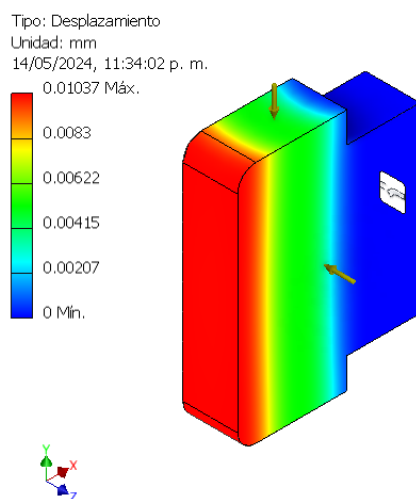


Figure 44 Análisis 1 Cristian Marín 2024

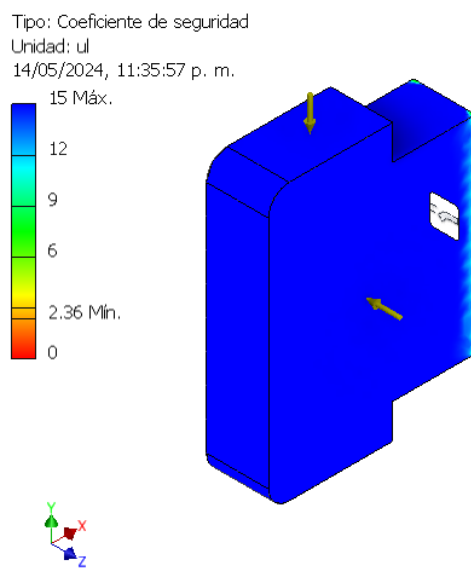


Figure 45 Análisis 2 Cristian Marín 2024

Tipo: Desplazamiento
Unidad: mm
18/05/2024, 10:24:52 p. m.

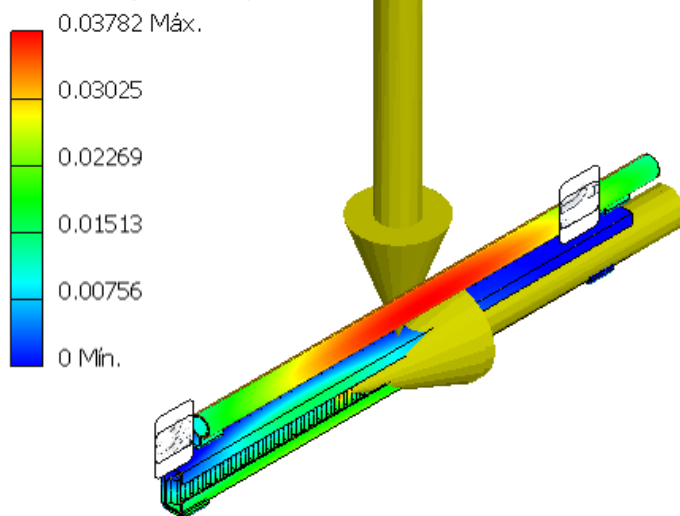


Figure 46 Analisis 3 Cristian Marin 2024

Tipo: Coeficiente de seguridad
Unidad: ul
18/05/2024, 10:26:41 p. m.

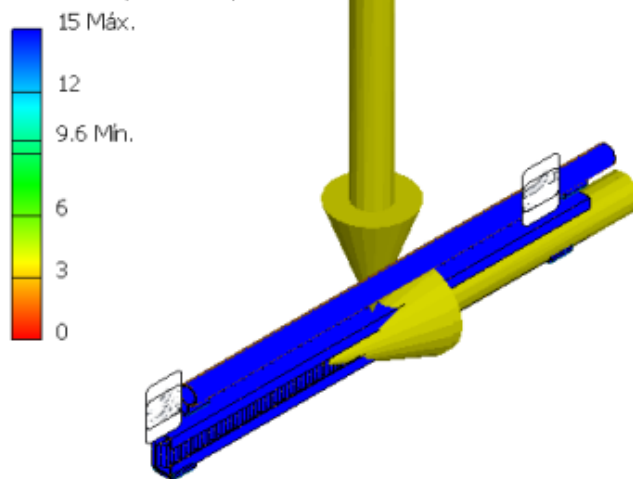


Figure 47 Analisis 4 Cristian Marin 2024



Desarrollo de prototipo físico



Figure 48 Construcción prototipo 1 Cristian Marín 2024



Figure 49 Desarrollo de prototipo físico Cristian Marín 2024



Figure 50 Desarrollo de prototipo físico Cristian Marín 2024





Figure 51 Construcción prototipo 4 Cristian Marín 2024



Figure 52 Construcción del prototipo Cristian Marín 2024



Figure 53 Construcción del prototipo físico Cristian Marín 2024





Figure 54 Construcción prototipo Cristian Marín 2024

Validación del prototipo físico con el usuario

La validación del prototipo del sistema de movilidad asistida biomecánicamente, diseñado para permitir a los usuarios subir y bajar escaleras sin necesidad de energía externa, ha sido exitosa. El señor Jorge Marín de 81 años fue el usuario principal durante la primera fase de prueba, y los resultados confirmaron que el sistema cumple con los objetivos previstos, enfatizando la facilidad de uso, estabilidad y seguridad que el adquiere en el momento de desplazamiento. Sin embargo, el usuario presento problemas en la altura del prototipo ya que lo sintió muy alto para su contextura corporal, ya que este prototipo diseñado es ilustrativos, durante el desarrollo del sistema se aclara acerca de la instalación anclado a la pared depende de la altura que necesite y requiera el usuario, de acuerdo a unos parámetros preestablecidos.

Por esta razón se adjunta fotografías del proceso de Validación del prototipo físico con el Sr. Jorge Marín.



Figure 55 Validación del prototipo- mango ergonómico, Cristian Marín, 2024



Figure 56 validación del prototipo- desplazamiento, Cristian Marín. 2024

Presupuesto: Proyección de los costos del producto mínimo viable

El proyecto busca mejorar la calidad de vida, inclusión social, desarrollo comunitario, reducción de tiempo de desplazamiento, disminución de accidentes,

salud física y mental fortalecida, tejido social fortalecido. El costo mínimo viable para el desarrollo de este proyecto es por la longitud de 6 metros lineales.

PRECIO 6 METROS LINEALES DE PASAMANOS			
ITEM	CANT	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Pieza #1	1	\$ 15.000	\$ 15.000
Pieza #2	2	\$ 12.180	\$ 24.361
Pieza #3	1	\$ 3.609	\$ 3.609
Pieza #4	2	\$ 1.299	\$ 2.598
Pieza #5	1	\$ 1.642	\$ 1.642
Pieza #6	1	\$ 18.141	\$ 18.141
Pieza #7	1	\$ 10.280	\$ 10.280
Pieza #8	1	\$ 75.070	\$ 75.070
Pieza #9	1	\$ 65.708	\$ 65.708
Soporte tubo	6	\$ 16.767	\$ 100.601
Unión roscada	2	\$ 20.000	\$ 40.000
Cremallera	1	\$ 50.000	\$ 50.000
Tapón	2	\$ 4.299	\$ 8.598
Varilla roscada	1	\$ 25.000	\$ 25.000
Tubo 80 x 40 x 2.5mm	1	\$ 245.429	\$ 245.429
Tubo Ø 1 1/4" x 2mm	1	\$ 117.357	\$ 117.357
Tubo Ø 1" x 2mm	1	\$ 90.571	\$ 90.571
Tornillos Ø 1/2" x 2.5	12	\$ 1.000	\$ 12.000
Arandelas Ø 1/2	24	\$ 500	\$ 12.000
Tuerca Ø 1/2	12	\$ 500	\$ 6.000
Soldador	1	\$ 360.000	\$ 360.000
Auxiliar	1	\$ 240.000	\$ 240.000
Pintura electrostática	1	\$ 228.566	\$ 228.566
Transporte de materiales y equipo	1	\$ 500.000	\$ 500.000
Total			\$ 2.252.532
Imprevistos (10%)			\$ 225.253
Iva			\$ 470.779
Total más iva			\$ 2.948.564

Tabla 4 Presupuesto: Proyección de costos, Cristian Marín, 2024

DIVULGACIÓN

03

CAPÍTULO 3. DIVULGACIÓN

Anexo infográfico(s)

En este capítulo, el sistema de asistencia de movilidad reducida (AMR) como es nombrado el objeto, es capaz de mejorar la seguridad y autonomía de los adultos mayores frente al desafío diario de subir y bajar escaleras, este Sistema Biomecánico fue diseñado para el apoyo manual en adultos mayores con movilidad reducida, este incluye un pasamanos a lo largo de la escalera y un asa móvil que se ajusta al ritmo del usuario, proporcionando soporte constante y seguro. Se anexa el infográfico del producto final y prototipado digital y físico.

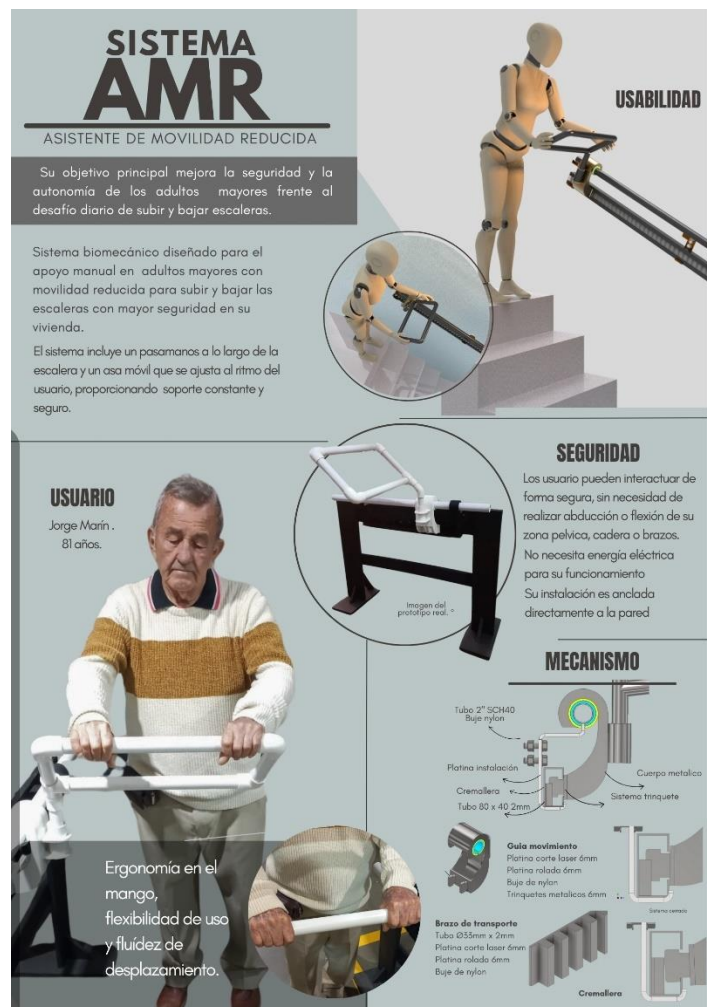


Figure 57 Poster Cristian Marín 2024



Anexo fotografía de prototipo físico con simulador de pasamanos.



Figure 58 Fotografía Prototipo físico - visual 1 Cristian Marín - 2024



Figure 59 Fotografía prototipo físico- Visual 2 Cristian Marín, 2024



Figure 60 Fotografía prototipo físico- Visual 3, Cristian Marín, 2024





Anexo de la presentación.

En este apartado se adjunta un hipervínculo para evidenciar la persención general del proyecto que fue expuesta el pasado 31 de Mayo de 2024, en formato PDF.

[https://correoitmedu-my.sharepoint.com/personal/cristianmarin275051_correo_itm_edu_co/Documents/DISE%C3%91O%20DE%20UN%20SISTEMA%20DE%20APOYO%20PARA%20DESPLAZAMIENTO%20EN%20ESCALERAS%20PARA%20ADULTOS%20MAYORES%20\(3\).pdf](https://correoitmedu-my.sharepoint.com/personal/cristianmarin275051_correo_itm_edu_co/Documents/DISE%C3%91O%20DE%20UN%20SISTEMA%20DE%20APOYO%20PARA%20DESPLAZAMIENTO%20EN%20ESCALERAS%20PARA%20ADULTOS%20MAYORES%20(3).pdf)

Entrevistas

Amparo Álvarez– 80 Años

Podría describir el tipo de acceso a su casa

R//Bueno mi casa está ubicada en un tercer piso, para ingresar tenemos que subir las escalas.

Ha presentado dificultades al acceder a la casa debido a que está en piso alto

R// Si, siempre. A medida que he envejecido si se nota el desmejoramiento de la salud y se ha vuelto más difícil.

A veces tengo que tomar descansos para subir. Existen obstáculos en el camino para subir

R// No muchos pues me pego del pasamanos para subir

Se han tomado alguna medida para mejorar la accesibilidad a la casa

R// Pues por ahora no, no sé a hablado del tema la verdad.



Han buscado soluciones o adaptaciones para facilitar el acceso R// Se ha considerado en varias ocasiones en mudarnos para otra casa, para un piso 1 y me fui a vivir con mi hija unos meses para que me ayudara con las cosas de la casa

Jorge Eliecer Marín – 81 Años

Cuéntame la experiencia viviendo en un segundo piso

R// Pues ya por la edad es un poquito difícil y más ya que tengo bastón. Subir escalas se pone maluco y necesito ayuda de alguien más.

Usted cree que vivir en un segundo piso afecta la calidad de vida

R// Si porque no puedo salir tan fácil como quisiera, ya evito mucho salir porque se me dificulta mucho.

Se han tomado alguna medida para mejorar la accesibilidad a la casa

R// Mudarme de casa para la de mi hijo en un primer piso

Han buscado soluciones o adaptaciones para facilitar el acceso

R// Mudarme de casa para la de mi hijo en un primer piso

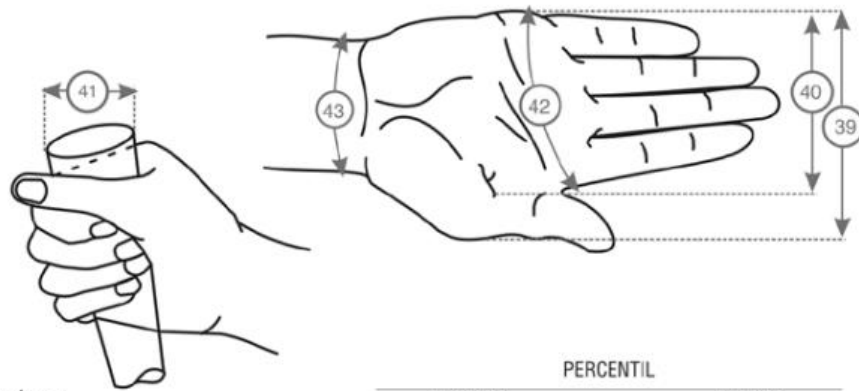
Que adaptación consideras que se le puede hacer al ingreso de la vivienda

R// Pues si se pudiera un aparato que le ayude a subir como la del metro

Anexo libros

Para el diseño del mecanismo se tomó como referente de ergonomía los percentiles dados en el libro Medidas antropométricas según Julius Panero y Martin Zelnik 2006 y percentiles del libro Ergonomía aplicada a las herramientas.

Dimensiones mano- Martin Zeink. 2006 Martin Zeink
https://www.academia.edu/38361588/Las_dimensiones_humanas_en_espacios_interiores_Julius_Panero_y_Martin_Zelnik_pdf



Dimensiones En cm	PERCENTIL					
	Hombres			Mujeres		
	5%	50%	95%	5%	50%	95%
39 Ancho de la mano incluyendo dedo pulgar	9,8	10,7	11,6	8,2	9,2	10,1
40 Ancho de la mano excluyendo el dedo pulgar	7,8	8,5	9,3	7,2	8,0	8,5
41 Diámetro de agarre de la mano*	11,9	13,8	15,4	10,8	13,0	15,7
42 Perímetro de la mano	19,5	21,0	22,9	17,6	19,2	20,7
43 Perímetro de la articulación de la muñeca	16,1	17,6	18,9	14,6	16,0	17,7

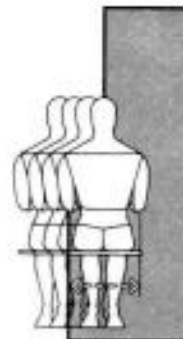
* Las medidas correspondan al anillo descrito por los dedos pulgar e índice

Activar Windows

Figure 61 Dimensiones mano- Martin Zeink. 2006 Martin Zeink

2E

ANCHURA CODO-CODO



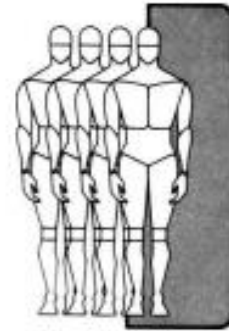
Anchura codo-codo* de hombres y mujeres adultos, en pulgadas y centímetros, según edad, sexo y selección de percentiles[†]

		18 a 79	18 a 24	25 a 34	35 a 44	45 a 54	55 a 64	65 a 74	75 a 79
		(Total)	Años	Años	Años	Años	Años	Años	Años
		pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm
99	HOMBRES	21.4 54.4	20.8 52.8	21.4 54.4	21.5 54.6	21.8 55.4	22.0 55.9	21.0 53.3	20.7 52.6
	MUJERES	21.2 53.8	20.0 50.8	20.6 52.3	21.5 54.6	21.7 55.1	21.8 55.4	20.6 52.8	19.8 50.3
95	HOMBRES	19.9 50.5	19.4 49.3	19.7 50.0	20.0 50.8	20.0 50.8	20.0 50.8	19.9 50.5	19.5 49.5
	MUJERES	19.3 49.0	16.9 42.9	16.3 46.5	16.3 49.0	19.7 50.0	20.2 51.3	19.7 50.0	19.1 48.5
90	HOMBRES	19.0 48.3	18.2 46.2	18.8 47.8	19.2 48.8	19.2 48.8	19.3 49.0	19.3 49.0	18.7 47.5
	MUJERES	18.3 46.5	16.0 40.6	17.3 43.9	18.2 46.2	18.7 47.5	19.3 49.0	18.6 47.8	18.1 46.0
80	HOMBRES	18.1 46.0	17.2 43.7	17.8 45.2	18.3 46.5	18.4 46.7	18.3 46.5	18.5 47.0	17.8 45.2
	MUJERES	17.1 43.4	15.1 38.4	15.8 40.1	16.9 42.9	17.6 44.7	18.2 46.2	17.9 45.5	17.5 44.5
70	HOMBRES	17.5 44.5	16.5 41.9	17.3 43.9	17.7 45.0	17.8 45.2	17.7 45.0	17.8 45.2	17.1 43.4
	MUJERES	16.3 41.4	14.8 37.1	15.2 38.6	16.0 40.6	16.8 42.7	17.4 44.2	17.4 44.2	16.9 42.9
60	HOMBRES	17.0 43.2	15.9 40.4	16.8 42.7	17.2 43.7	17.3 43.9	17.2 43.7	17.3 43.9	16.7 42.4
	MUJERES	15.6 39.6	14.2 36.1	14.7 37.3	15.5 39.4	16.0 40.6	16.8 42.7	16.9 42.9	16.3 41.4
50	HOMBRES	16.5 41.9	15.4 39.1	16.3 41.4	16.7 42.4	16.8 42.7	16.7 42.4	16.8 42.7	16.4 41.7
	MUJERES	15.1 38.4	13.8 35.1	14.2 36.1	14.9 37.8	15.5 39.4	16.3 41.4	16.4 41.7	15.7 39.9
40	HOMBRES	16.0 40.6	15.0 38.1	15.9 40.4	16.3 41.4	16.3 41.4	16.1 40.9	16.3 41.4	16.0 40.6
	MUJERES	14.6 37.1	13.4 34.0	13.8 35.1	14.5 36.8	15.1 38.4	15.8 40.1	16.0 40.6	15.3 38.9
30	HOMBRES	15.5 39.4	14.5 36.8	15.4 39.1	15.9 40.4	15.9 40.4	15.6 39.6	15.9 40.4	15.5 39.4
	MUJERES	14.1 35.8	13.1 33.3	13.5 34.3	14.1 35.8	14.6 37.1	15.2 38.6	15.5 39.4	14.7 37.3
20	HOMBRES	15.0 38.1	14.1 35.8	15.0 38.1	15.3 38.9	15.3 38.9	15.2 38.6	15.3 38.9	14.9 37.8
	MUJERES	13.5 34.3	12.6 32.0	13.1 33.3	13.6 34.5	14.1 35.8	14.7 37.3	14.9 37.8	14.2 36.1
10	HOMBRES	14.3 36.1	13.4 34.0	14.2 36.1	14.6 37.1	14.6 37.1	14.5 36.8	14.6 37.1	14.3 36.3
	MUJERES	12.9 32.8	12.1 30.7	12.5 31.8	13.1 33.3	13.3 33.8	14.0 35.6	14.2 36.1	13.5 34.2
5	HOMBRES	13.7 34.8	13.1 33.3	13.7 34.8	14.1 35.8	14.1 35.8	14.1 35.8	14.0 35.6	14.0 35.8
	MUJERES	12.3 31.2	11.7 29.7	12.2 31.0	12.5 31.8	12.7 32.3	13.4 34.0	13.7 34.8	13.1 33.3
1	HOMBRES	13.0 33.0	12.3 31.2	13.1 33.3	13.1 33.3	13.2 33.5	13.2 33.5	13.2 33.5	12.4 31.5
	MUJERES	11.4 29.0	11.0 27.9	11.4 29.0	11.7 29.7	11.6 29.5	12.3 31.2	12.4 31.5	12.3 31.2

* Definición anchura codo-codo: ver Tabla II.
[†] Medida bajo la cual desciende el porcentaje de personas indicando en el grupo de edad dado.

Figure 62 Percentil Anchura codo- codo Martin Zeink. 2006 Martin Zeink

2A



PESO

Peso * de hombres y mujeres adultos, en libras y kilos, según edad, sexo y selección de percentiles†

		18 a 79	18 a 24	25 a 34	35 a 44	45 a 54	55 a 64	65 a 74	75 a 79
		(Total)	Años	Años	Años	Años	Años	Años	Años
		lb kg	lb kg	lb kg	lb kg	lb kg	lb kg	lb kg	lb kg
99	HOMBRES	241 109,3	231 104,8	248 112,5	244 110,7	241 109,3	230 104,3	225 102,0	212 96,2
	MUJERES	236 107,0	218 98,9	239 108,4	238 108,0	240 108,9	244 110,7	214 97,1	205 93,0
95	HOMBRES	212 96,2	214 97,1	223 101,2	219 99,3	219 99,3	213 96,6	207 93,9	198 89,8
	MUJERES	199 90,3	179 77,1	191 86,6	204 92,5	205 93,0	211 95,7	196 88,9	193 87,5
90	HOMBRES	205 93,0	193 87,5	208 94,3	207 93,9	209 94,6	203 92,1	198 89,8	191 86,6
	MUJERES	182 82,6	157 71,2	173 78,5	184 83,5	190 86,2	195 88,5	183 83,0	178 80,7
80	HOMBRES	190 86,2	180 81,6	195 88,5	193 87,5	194 88,0	190 86,2	183 83,0	170 77,1
	MUJERES	164 74,4	145 65,8	152 68,9	165 74,8	171 77,6	176 79,8	169 76,7	162 73,5
70	HOMBRES	181 82,1	171 77,6	185 83,9	184 83,5	185 83,9	180 81,6	172 78,0	161 73,0
	MUJERES	152 68,9	137 62,1	143 64,9	153 69,4	158 71,7	165 74,8	160 72,6	155 70,3
60	HOMBRES	173 78,5	164 74,4	177 80,3	177 80,3	178 80,7	172 78,0	166 75,3	150 68,0
	MUJERES	144 65,3	131 59,4	136 61,7	144 65,3	149 67,6	154 69,9	151 68,5	147 66,7
50	HOMBRES	166 75,3	157 71,2	169 76,7	171 77,6	171 77,6	165 74,8	161 73,0	146 66,2
	MUJERES	137 62,1	126 57,2	130 59,0	137 62,1	143 64,9	146 66,2	145 65,8	137 62,1
40	HOMBRES	159 72,1	151 68,5	162 73,5	164 74,4	163 73,9	158 71,7	153 69,4	141 64,0
	MUJERES	131 59,4	122 55,3	125 56,7	131 59,4	137 62,1	140 63,5	138 62,6	127 57,6
30	HOMBRES	152 68,9	145 65,8	154 69,9	158 71,7	156 70,8	151 68,5	146 66,2	137 62,1
	MUJERES	125 56,7	117 53,1	120 54,4	125 56,7	130 59,0	134 60,8	132 59,9	119 54,0
20	HOMBRES	144 65,3	140 63,5	146 66,2	151 68,5	149 67,6	143 64,9	138 62,6	132 59,9
	MUJERES	118 53,5	111 50,3	114 51,7	119 54,0	122 55,3	129 58,5	125 56,7	113 51,3
10	HOMBRES	134 60,8	131 59,4	136 61,7	141 64,0	139 63,0	131 59,4	126 57,2	120 54,4
	MUJERES	111 50,3	104 47,2	107 48,5	113 51,3	113 51,3	120 54,4	114 51,7	105 47,6
5	HOMBRES	126 57,2	124 56,2	129 58,5	134 60,8	131 59,4	123 55,8	117 53,1	107 48,5
	MUJERES	104 47,2	99 44,9	102 46,3	109 49,4	106 48,1	112 50,8	106 48,1	95 43,1
	HOMBRES	112 50,8	115 52,2	114 51,7	121 54,9	116 52,6	112 50,8	99 44,9	99 44,9
	MUJERES	93 42,2	91 41,3	92 41,7	100 45,4	95 43,1	95 43,1	92 41,7	74 33,6

* Mediciones practicadas con los examinados con el torso desnudo, calzados con zapatillas de papel y vestidos con una bata ligera de exploración, hasta las rodillas. Bolsillos de los hombres vacíos.
 † Medida bajo la cual desciende el porcentaje de personas indicado en el grupo de edad dado.

Figure 63 Percentil Peso Martin Zeink. 2006 Martin Zeink

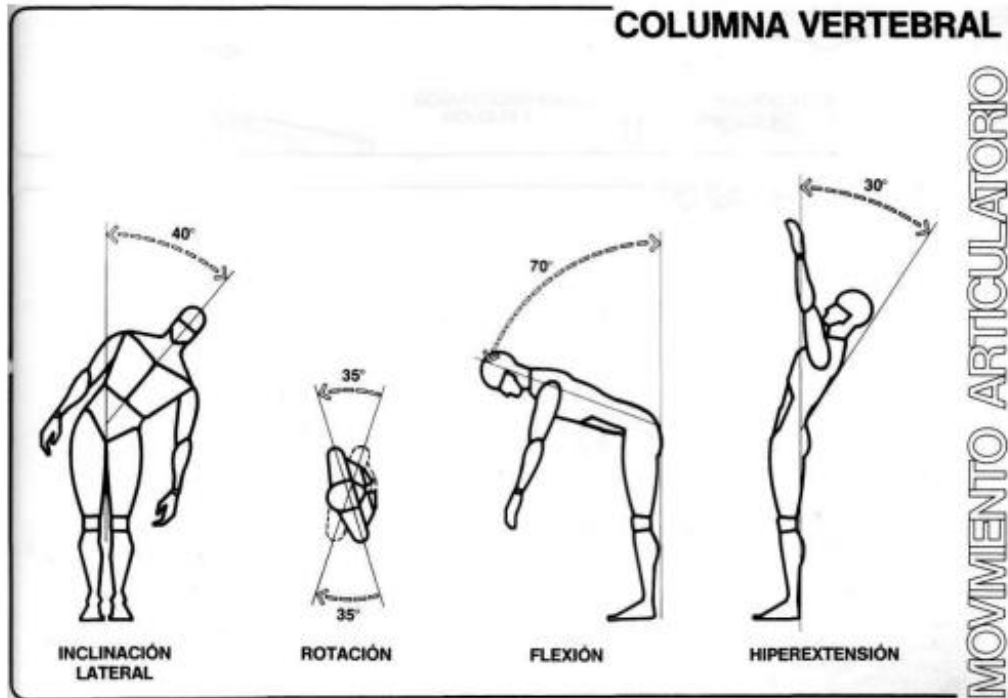


Figure 64 Percentil Movimiento Articulario Martin Zeink. 2006 Martin Zeink

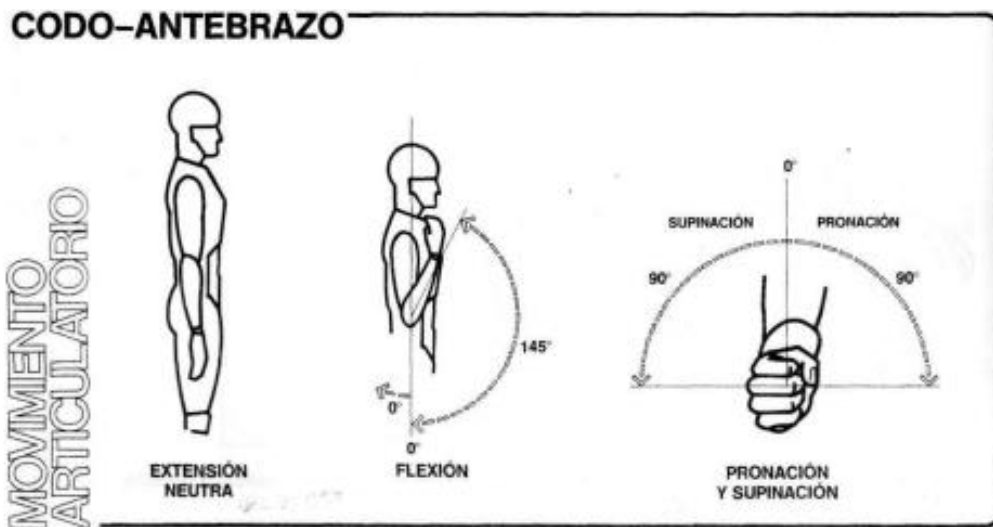


Figure 65 Percentil Movimiento articulatorios Martin Zeink. 2006 Martin Zeink

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

La dificultad para acceder a los hogares ubicados en pisos elevados en Medellín representa un problema significativo para la salud física y mental de los adultos mayores. Es necesario tomar medidas urgentes para mejorar la situación y garantizar que todas las personas puedan disfrutar de una vejez digna y activa.

La implementación de sistemas que promuevan la accesibilidad universal en las viviendas y entornos urbanos puede generar beneficios económicos a largo plazo, al reducir los costos en salud y atención social asociados a las caídas y lesiones en adultos mayores.

El proyecto no solo busca eliminar barreras físicas, sino de crear entornos que sean inclusivos, respetuosos y que permitan a los adultos mayores participar plenamente en la vida social.

El prototipo del sistema de movilidad asistida biomecánica ha sido validado con éxito. Las pruebas con el señor Jorge Marín confirmaron que el sistema cumple con los objetivos de seguridad, eficiencia y satisfacción del usuario, estableciendo una base sólida para su producción y comercialización futura. Esta innovación promete mejorar significativamente la calidad de vida de las personas con movilidad reducida, ofreciendo una solución sostenible y práctica para la navegación de escaleras sin necesidad de energía externa.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFIA

- Wladimir, Acosta, Orlando. et al. (2013). *Diseño y simulación de un ascensor con carga máxima de 250kg, para personas con capacidades especiales y adultos mayores para ser instalados en viviendas de dos pisos*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6357>
- Ada, T. P., & Garabal, J. (2016). Obtenido de "Productos, aparatos y artilugios, para la autonomía de las personas con enfermedades neuromusculares y sus familiares": https://escolasaude.sergas.gal/Contidos/Documents/553/TO_Productos_autonomia.pdf
- Alarcón, R., & Flórez, M. (2015). *Sistema domóticos para adultos mayores con movilidad reducida*. Obtenido de <https://revistas.uees.edu.ec/index.php/IRR/article/view/25>
- Área Metropolitana. (2023). Obtenido de <https://www.metropol.gov.co/area/Paginas/somos/Historia.aspx#:~:text=La%20conformaci%C3%B3n%20del%20Valle%20de,lo%20largo%20de%20su%20recorrido.>
- Bermudes, D. (Septiembre de 2005). Obtenido de <https://prezi.com/p/mrsoptethjjs/ayudas-tecnicas/>
- Canchingre, G. M., Rueda, P. V., & Cajas, M. M. (2018). *Diseño y Construcción de un Sistema Automático de 7*.
- Casa, M., & Nieto, D. (2015). *Diseño y construcción de una salva escalera para personas con discapacidad motriz con miembros inferiores para el edificio de la universidad de las fuerzas espe-exgtensión Latacunga. Campus Guillermo Rodriguez Lara*.
- Coldesa. (2023). *Ascensor de Personas Discapacitadas o con Movilidad Reducida*. Obtenido de <https://coldesa.com/productos/ascensor-discapacitados/>
- Comercial Pacific. (25 de 08 de 2020). *Beneficios de las bandas transportadoras especiales*. Obtenido de <https://www.cpacific.cl/blog/beneficios-bandas-transportadoras-especiales>
- DANE. (05 de Julio de 2019). *Medellín, Antioquia*. Obtenido de Resultados del censo Nacional de Población y Vivienda 2018: <https://www.dane.gov.co/files/censo2018/informacion-tecnica/presentaciones-territorio/190709-CNPV-presentacion-medellin.pdf>
- DANE. (2021). *Personas mayores en Colombia: Hacia la inclusión y participación social*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/notas-estadisticas/nov-2021-nota-estadistica-personas-mayores-en-colombia.pdf>
- El Colombiano. (5 de Julio de 2018). *El karma de vivir en un edificio sin ascensor*. Obtenido de <https://www.elcolombiano.com/antioquia/aun-se-construyen-edificios-sin-ascensor-AL8951345>

BIBLIOGRAFÍA

- El tiempo . (27 de 07 de 2017). *Medellín, La ciudad del país que más está envejeciendo.* Obtenido de <https://www.eltiempo.com/colombia/medellin/medellin-es-la-ciudad-del-pais-que-mas-esta-envejeciendo-394022>
- Eloy, K. (2017). Obtenido de Ayudas técnicas : <https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/be4ee8f8-9fc8-4757-bb4c-059ccbc6bb7e/content>
- Entornos Accesible. (2023). *Grúas de Techo fijas.* Obtenido de <https://www.entornoaccesible.es/productos-y-servicios/movilizacion-de-personas/grua-de-techo/>
- Fajardo, L. m. (2021). *Desarrollar un prototipo de sistema mecánico que facilite el desplazamiento cómodo y dinámico dentro del hogar de una persona con movilidad* . Obtenido de https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/20175/2023_Tesis_Laura_Pineda.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Fortuna bambach. (19 de 05 de 2024). *StairSteady A Step Towards Independence.* Obtenido de *StairSteady A Step Towards Independence:* <https://www.fortunamobility.com/stairsteady>
- Función pública . (2021). *Ley 2079 de 2021.* Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=160946>
- Garu Accesibilidad . (2023). *Plataformas salvaescaleras: ventajas y desventajas .* Obtenido de <https://garuaccesibilidad.com/plataformas-salvaescaleras-ventajas-y-desventajas/>
- Gómez, M., & Vallejo, S. (2016). Obtenido de Ayudas técnicas para la movilidad relativa de adultos mayores : https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/77840/4/gomez_ayudas_tecnicas_2014.pdf
- Gómez, M., & Vallejo, S. (2016). *Ayudas técnicas para la movilidaad relativa de adultos mayores en Colombia .* Obtenido de https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/77840/4/gomez_ayudas_tecnicas_2014.pdf
- Gustavo, W. C., & Andrés, C. T. (2022). *Escuela superior politecnico del litoral.* Obtenido de Escuela superior politecnico del litoral: [file:///D:/Nueva%20carpeta/T-113240%20%20Caicedo%20Terranova%20Eduardo%20%20-%20Woelke%20Cano%20Luis%20\(4\).pdf](file:///D:/Nueva%20carpeta/T-113240%20%20Caicedo%20Terranova%20Eduardo%20%20-%20Woelke%20Cano%20Luis%20(4).pdf)
- Iberdrola. (2022). *Qué son los exoesqueletos y cómo pueden ayudarnos a superar nuestras limitaciones humanas.* Obtenido de <https://www.iberdrola.com/innovacion/que-son-los-exoesqueletos>

BIBLIOGRAFÍA

- Incolsas. (2018). Obtenido de Gaceta Oficial : https://incolsas.co/wp-content/uploads/2020/02/d_alcamed_0471_2018-Medellin-articulo-226.pdf
- Ipisua, J. S., & Pérez Rodríguez, X. (2014). *Ejercicio físico para personas mayores*. Obtenido de <https://www.bizkaia.eus/home2/archivos/DPTO4/Temas/EJERCICIO%20F%C3%8DSICO%20PERSONAS%20MAYORES.pdf?hash=56bfd1624d24bfe1947eac1f40cc92&idioma=CA>
- Jaramillo, J., & Carabalí, S. M. (2020). *Evaluacion de ayudas técnicas*. Obtenido de Universidad Santiago de Cali
- Medellin Cómo Vamos . (2020). Obtenido de Informe de Calidad de Vida: <https://www.medellincomovamos.org/system/files/2021-09/docuprivados/Demograf%C3%ADa%20en%20Medell%C3%ADn%2C%20ICV%202020.pdf>
- Medellín.gov. (2023). Obtenido de <https://www.medellin.gov.co/es/centro-documental/proyecciones-poblacion-viviendas-y-hogares/>
- Mendez, L. (27 de mayo de 2016). *Escaleras Electricas* . Obtenido de <https://www.slideshare.net/laurittamendez/escaleras-electricas>
- Minisalud. (2022). *Envejecimiento y Vejez*. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/proteccionsocial/promocion-social/Paginas/envejecimiento-vejez.aspx>
- Mitchell, I. (7 de Diciembre de 2023). *How To Prevent A Fall When Climbing Stairs*. Obtenido de <https://storables.com/articles/how-to-prevent-a-fall-when-climbing-stairs/>
- Molina, A. (2016). *Instalaciones digitales para el adulto mayor y personas con movilidad reducida*. Obtenido de <https://repositorio.ucp.edu.co/bitstream/10785/3916/3/DDEGPD115.pdf>
- Nacho Madrid UX . (24 de 04 de 2020). *Diseño Centrado en el Usuario: Pasado, presente y futuro*. Obtenido de <https://www.nachomadrid.com/2020/04/disenio-centrado-usuario/>
- Organización Mundial de la Salud. (20 de 10 de 2023). Obtenido de Salud mental de los adultos mayores: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-of-older-adults>
- Orthexo. (2024). *Sistema de seguridad de guiado permanente para el ascenso y descenso por escaleras*. Obtenido de <https://orthexo.de/es/exoesqueletos/rehabilitacion-y-ayudas/scewo/>
- PÉREZ, D. M., & QUIÑONES, J. C. (2020). *Repocitorio U Catolica*. Obtenido de Repocitorio U Catolica: <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/e3fc0fa6-6139-45eb-913e-b34d1a11473d/content>

BIBLIOGRAFÍA

- Pumachay, A. J. (2019). *Diseño de silla de ruedas económica para el desplazamiento en escaleras-Piura, 2019*. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/51650/Ayala_PAJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ramagosa, A. (2020). Obtenido de Silla salva escalera para personas con movilidad reducida: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/338330/TGF_Memoria_Ana%20Romagosa%20Font.pdf?sequence=1
- Rivero, M. N. (2005). *Autonomía para aprender y autonomía para vivir*. Lima.
- Rojas, L., & Tandalla, A. (2016). *Diseño y construcción de un prototipado de plataforma salvaescaleras para persobnas con capacidades especiales con movilidad reducida*. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/13220>
- Saenz, R., Guzman, H., & Martines, e. a. (2021). *Estudios científicos odontológicos en el adulto mayor*. Guayaquil: Etecam. Obtenido de Estudios científicos odontológicos en el adulto mayor.
- Sanchez, J. (03 de 08 de 2010). *Escaleras mecanicas para minusvalidos*. Obtenido de <https://emprendedores.es/ideas-de-negocio/escaleras-mecanicas-para-minusvalidos/>
- Saray, P. H. (25 de 07 de 2010). ERGONOMÍA Y EL HÁBITAT PARA LA TERCERA EDAD. *Revista Académica e institucional de la UCPR*, 35-45.
- Tamborero del Pino. (2023). *Plataforma elevadora moviles de personal*. Obtenido de https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_634.pdf/451493bf-1730-4e5e-a0b8-35fb25b7813a
- Vargas, B. J. (2020). "Diseño de una silla de ruedas autónoma para el desplazamiento en escalera en edificaciones". Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/44469/Vargas_GJA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vergara, S. P. (2021). *Diseño y simulación de un prototipo de plataforma salva escalera para personas con capcidades especiales o con personas con movilidad reducida*. Obtenido de <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/6220>

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO DE DEL PROYECTO DE AULA EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL.

Medellín, 20 / 05 / 2024

Señores

Departamento de Diseño

ITM

Estimados:

Yo Cristian Marín García identificado(a) con la cédula N° 1.035.439.399 de Copacabana Antioquia, autor(a) del proyecto titulado “DISEÑO DE UN SISTEMA DE APOYO PARA DESPLAZAMIENTO EN ESCALERAS PARA ADULTOS MAYORES”, presentado y aprobado en el semestre 2024-1 como requisito para aprobar la asignatura Trabajo de Grado II perteneciente al programa de Ingeniería en Diseño Industrial.

Por medio de la presente, autorizamos al Departamento de Diseño del Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín para que, con fines académicos, divulgue y promueva la apropiación social del conocimiento, la producción intelectual de los estudiantes ITM, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en la página Web, de la Biblioteca General y en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio el ITM.
- Permita la consulta, la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en el formato vigente declarado por la institución desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Cordialmente,

C.C.1.035.439.399

De: Copacabana Antioquia