UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DISEÑO Y ARQUITECTURA

CARRERA DE DISEÑO INDUSTRIAL

Tema: Diseño de un mecanismo modular de grúa de techo para facilitar la movilidad de adultos mayores en entornos domiciliarios en la provincia de Tungurahua.

Modalidad: Proyecto Integrador

Trabajo de Titulación, Proyecto Integrador previo a la obtención del Título de Ingeniero en Diseño Industrial, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato

Autor/a: Steven Adrián Paredes Cherrez

Tutor/a: Mg. Eng. Mayra Alejandra Paucar Samaniego

Ambato – Ecuador

Diciembre 2025

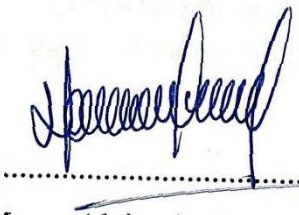
APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación sobre el tema:

Diseño de un mecanismo modular de grúa de techo para facilitar la movilidad de adultos mayores en entornos domiciliarios en la provincia de Tungurahua. del alumno **Steven Adrián Paredes Cherrez**, estudiante de la carrera de Diseño Industrial, considero que dicho Trabajo de Titulación bajo la Modalidad de Proyecto Integrador ha sido revisado en su totalidad, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato.

Por lo tanto, autorizo la presentación del mismo, ante el organismo pertinente para ser sometido a la evaluación de los profesores calificadores designado por el H. Consejo Directivo de la Facultad.

Ambato,5 diciembre 2025



Mg. Eng. Mayra Alejandra Paucar Samaniego

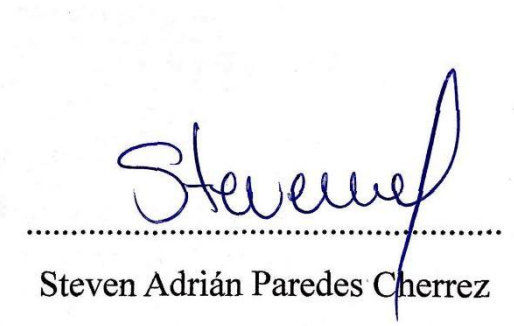
C.C.: 0604098194

TUTOR(A)

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Steven Adrián Paredes Cherrez con cédula de ciudadanía No. 1803683950, declaro que los criterios emitidos en el trabajo de titulación, modalidad Proyecto Integrador bajo el tema: **DISEÑO DE UN MECANISMO MODULAR DE GRÚA DE TECHO PARA FACILITAR LA MOVILIDAD DE ADULTOS MAYORES EN ENTORNOS DOMICILIARIOS EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA**, así como también los contenidos presentados, ideas, análisis, síntesis de datos y conclusiones, son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autor de este trabajo de Titulación.

Ambato, 5 diciembre 2025



.....

Steven Adrián Paredes Cherrez

C.C.: 1803683950

AUTOR/A

DERECHOS DE AUTOR

Yo, Steven Adrián Paredes Cherrez con C.C.: 1803683950 en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación **DISEÑO DE UN MECANISMO MODULAR DE GRÚA DE TECHO PARA FACILITAR LA MOVILIDAD DE ADULTOS MAYORES EN ENTORNOS DOMICILIARIOS EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA**, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible con fines netamente académicos para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo una licencia gratuita e intransferible, así como los derechos patrimoniales de mi Trabajo de Titulación a favor de la Universidad Técnica de Ambato con fines de difusión pública; y se realice su publicación en el repositorio institucional de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, siempre y cuando no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor/a.

Ambato, 5 diciembre 2025

.....

Steven Adrián Paredes Cherrez

C.C.: 1803683950

AUTOR/A

TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado del Trabajo de Titulación, Modalidad Proyecto Integrador sobre el **DISEÑO DE UN MECANISMO MODULAR DE GRÚA DE TECHO PARA FACILITAR LA MOVILIDAD DE ADULTOS MAYORES EN ENTORNOS DOMICILIARIOS EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA** de, Steven Adrián Paredes Cherrez, estudiante de la carrera de Diseño Industrial, de la Facultad de Diseño y Arquitectura de conformidad con el Reglamento para la Titulación de Grado para obtener el título terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato, una vez revisado y calificado.

Ambato,5 diciembre 2025

Para constancia firman:

_____

Título. Nombres y Apellidos
PRESIDENTE
C.C.:

_____	_____
Título. Nombres Apellidos	Título. Nombres Apellidos
MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO	MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO
C.C.:	**C.C.:**

DEDICATORIA

*Dedico este trabajo a mi querida **Lupita**, que desde el cielo continúa acompañándome. Su fortaleza y su manera de enfrentar cada batalla siguen siendo mi ejemplo para nunca rendirme y avanzar siempre.*

*A mi mamita **Piedad**, quien cuidó de mí en mi infancia y adolescencia, y cuya manera de amar e impulsar a los demás inspiró profundamente este proyecto. Prometo cuidarte mientras Dios me dé vida y salud.*

*A mi mami **Sheyla**, gracias por su ejemplo, sus consejos y su amor incondicional. Esta tesis es suya, porque cada logro que hoy alcanzo nace de su esfuerzo; y todo lo que venga después también le pertenecerá.*

*A mi papi **Patricio**, gracias por motivarme incluso cuando cometí errores, por cuidarme y amarme con la fuerza de un padre que siempre quiere lo mejor. Gracias por enseñarme que, ante lo bueno y lo malo, la mirada debe mantenerse firme y nunca hacia el suelo.*

*Y, por último, pero no menos importante, a mis mejores amigos, **Vivi y Sebas**. Empezamos este viaje juntos desde el primer día, y hoy tengo el orgullo de terminarlo a su lado. Agradezco que la vida haya puesto personas tan maravillosas en mi camino.*

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a mi tutora, ***Mayrita Paucar****, la persona más importante en este proceso. Su guía, su apoyo constante y su fuerza fueron el impulso que me llevó a llegar a la meta. Su corazón noble, grande y generoso ha sido una luz en cada etapa de este camino.*

Expreso también mi gratitud a ***Samuel*** *quien ha sido el mayor sostén en mi vida. Fue mi complemento y la motivación que me animó a perseguir este sueño. Hoy comparte conmigo el orgullo de verlo culminado. Gracias por acompañarme y equilibrar mi vida con tanto amor.*

Agradezco de manera especial a ***Doña Lore****, una amiga incondicional que siempre encontró la forma de sacarme una sonrisa y estuvo presente incluso en los detalles más pequeños, como imprimir mis deberes cuando más lo necesitaba.*

A mis primos ***Maca y Esteban****, gracias por estar a mi lado, cuidarme y acompañarme en cada etapa de este recorrido.*

*Llevaré a cada uno de ustedes en un lugar permanente de mi corazón****.***

ÍNDICE DE GENERAL

INTRODUCCIÓN 19

CAPÍTULO I 21

ANTECEDENTES GENERALES 21

1.1. Tema 21

1.2. Planteamiento del problema 21

1.3. Contextualización (macro, meso y micro) 22

1.4. Árbol de Problemas 23

1.5. Enunciado del problema 23

1.6. Justificación 24

Objetivos 28

1.7. Objetivo general 28

1.8. Objetivos específicos 28

1.9. Línea de investigación 28

CAPÍTULO II 29

MARCO REFERENCIAL 29

2. Categorías fundamentales 29

2. Red Conceptual 30

2.1. Antecedentes de la Investigación 32

2.2. Marco Teórico 37

2.1.1. Generalidades del Envejecimiento 38

2.3. Deterioro Progresivo de la Movilidad 40

2.4. Inmovilidad en el Adulto Mayor 41

2.5. Grados de Dependencia del Adulto Mayor 42

2.6 Dispositivos de apoyo para la movilidad 43

2.6. Grúas de Transferencia 45

CAPÍTULO III 47

ANÁLISIS CONTEXTUAL 47

3.1. **Análisis externo (PEST/PESTEL** 47

CAPÍTULO IV 50

MARCO METODOLÓGICO 50

.....62
Encuesta.....65
Entrevista.....66
4.13. Análisis y discusión de resultados.....78
4.14. Matriz de Triangulación.....88
CAPÍTULO V.....94
PROPUESTA.....94
5.1. Metodología proyectual.....94
5.2. Aplicación metodológica de la propuesta.....94
5.2. Requerimientos.....96
5.2.1. Brief de Diseño.....96
5.3. Necesidades y Requerimiento.....97
5.4. Ficha del Usuario.....98
5.4.1. **Mecanismo**.....99
5.4.2. Ideación.....100
5.4.3 Digitalización.....103
Análisis.....107
5.4.4. Cálculos......107
- **Peso máximo del usuario**.....109
- **Factores de seguridad del mecanismo**.....110
- **Selección Polipasto**.....112
- **Polea**.....113
- **Momento Flector**.....114
- **Momento Resistente**.....114
- **Riel Techo**.....115

5.4.7. Simulación de Von Miss SolidWorks de Carga.....125
5.4.8. Simulación de Von Miss SolidWorks de Carga.....126
5.4.11. Deformación Unitaria.....130
5.4.12. Pasos para Diseño de Fatiga.....131
5.4.13. Resultados estudio para fatiga.....132
5.4.15. Tabla de Validación de Diseño......134
5.4.16. RENDER.....135

6.1. Conclusiones 136
6.2. Recomendaciones 138
BIBLIOGRAFÍA 139

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Vehículo-grúa para desplazamiento de discapacitados motricesTabla 2: Diseño y construcción de un elevador tipo grúa geriátrica. 32
Tabla 3: Diseño y construcción de una grúa techo para personas de tercera edad. 34
Tabla 4: Desarrollo de un sistema grúa de techo para facilitar el traslado en el hogar de pacientes 35
Tabla 5: Diseño, construcción e implementación de una grúa móvil para el transporte de pacientes con discapacidad en actividades de rehabilitación. 36
Tabla 6: Tipos de Dispositivos para la Movilidad 44
Tabla 7: Variable dependiente: Nivel de autonomía en adultos mayores 55
Tabla 8: Variable independiente: Mecanismo modular de grúa de techo 56
Tabla 9: Preguntas Entrevista Arquitecto 68
Tabla 10: Preguntas Entrevista Médico Geriatra 70
Tabla 11: Preguntas Fisioterapista 72
Tabla 12: Preguntas Diseñador Industrial 74
Tabla 13: Preguntas Entrevista con la Enfermera 76
Tabla 14: Triangulación Encuesta / Fuente: Elaboración propia 89
Tabla 15: Triangulación, Entrevista a profesionales / **Fuente:** Elaboración propia**Tabla 16**: Triangulación Encuesta / **Fuente:** Elaboración propia 89
Tabla 17: Triangulación, Entrevista a profesionales / Fuente: Elaboración propia 90
Tabla 18: Triangulación Ficha de observación / **Fuente**: Elaboración propia**Tabla 19:** Triangulación, Entrevista a profesionales / **Fuente:** Elaboración propia 90
Tabla 20: Triangulación Ficha de observación / Fuente: Elaboración propia 91
Tabla 21: Conclusión método de triangulación / **Fuente:** Elaboración propia**Tabla 22**: Triangulación Ficha de observación / **Fuente**: Elaboración propia 91
Tabla 23: Conclusión método de triangulación / Fuente: Elaboración propia 92
Figura 52: Método de Triangulación**Tabla 24:** Conclusión método de triangulación / **Fuente:** Elaboración propia 92
Tabla 25: Tabla comparativa de mecanismos: Poleas, Motorreductor y Engranajes / **Fuente:** Elaboracion propia 99

Figura 59: Boceto mecanismo de engranaje **- Fuente:** Elaboración propia**Tabla 26:** Tabla comparativa de mecanismos: Poleas, Motorreductor y Engranajes / **Fuente:** Elaboracion propia 99
Tabla 27: Criterios de Ponderación..... 105
Tabla 28: Escala de Ponderación de mecanismos**Tabla 29:** Criterios de Ponderación 105
Tabla 30: Percentiles 108
Tabla 31: Materiales propuestos..... 112
Tabla 32: Vínculos de la Trazabilidad / Fuente: Elaboración Propia 116
Tabla 33: Comparativa entre carga normal y carga de esfuerzo / Fuente: Elaboración propia..... 128
Tabla 34: Tabla de validación de usuario. 134

ÍNDICE DE GRAFICAS

Figura 1: Árbol de problemas - Fuente: Elaboración Propia (2025)..... 23
Figura 2: Categorización de Variables dependiente e independiente 29
Figura 3: Red variable dependiente - Fuente: Elaboración propia (2025)..... 30
Figura 4: Figura 4: Red variable independiente - Fuente: Elaboración propia (2025) 31
Figura 5: Vehículo-grúa para desplazamiento de discapacitados motrices 32
Figura 6: Grúa Geriátrica 33
Figura 7: Carro guía y estructura..... 34
Figura 8: Sistema grúa de techo 35
Figura 9: Grúa de transferencia terminada 36
Figura 10: Envejecimiento de la población Nacional / Fuente: (INEC, 2025)..... 37
Figura 11: Deterioro progresivo de la Movilidad – Fuente: Elaboración propia 40
Figura 12: Deterioro Progresivo de la Movilidad - Fuente: Elaboración propia..... 41
Figura 13: Índice de Barthel – Fuente: (Caudeli Pacheco,2024) 42
Figura 14: Grados de dependencia del adulto mayor – Fuente: (Caudeli Pacheco,2024)..... 43
Figura 15: Silla de ruedas - Fuente: Extraído de: https://shorturl.at/Wy3Uh 44
Figura 16: Silla de ruedas eléctrica – Fuente: Extraído de: https://shorturl.at/tSqFy 44
Figura 17: Silla de ruedas manual – Fuente: Extraído de: https://shorturl.at/UBNs1 44
Figura 18: Scooter de movilidad - Fuente: Extraído de https://shorturl.at/sHOTN ... 45
Figura 19: Andador y bastón - Fuente: Extraído de https://shorturl.at/rN9Ps 45
Figura 20: Tipos de grúas - Fuente: (Caudeli Pacheco,2024) 46
Figura 21: Análisis PESTEL - Fuente: Elaboración Propia (2025) 47
Figura 22: Análisis FODA - Fuente: Elaboración propia (2025)..... 48
Figura 23: Método experimental – simulativo 52
Figura 24: Trazabilidad de operación de variables 54
Figura 25: Hogar de ancianos Sagrado Corazón de Jesús – Fuente: (Google maps, 2025) 58
Figura 26: Perfil de Profesionales - Fuente: Elaboración propia (2025) 59
Figura 27: Técnicas de Estudio - Fuente: Elaboración propia (2025) 62
Figura 28: Encuesta Digital - Fuente: elaboración propia en Google forms 66

Figura 29: Insights Arquitecto - Fuente: Elaboración propia (2025) 69
Figura 30: Insights Médico Geriatra - Fuente: Elaboración propia (2025) 71
Figura 31: Insights Fisioterapista – Fuente: Elaboración Propia (2025) 73
Figura 32: Insights Diseñador Industrial - Fuente: Elaboración Propia 75
Figura 33: Insights Enfermera - Fuente: Elaboración propia 77
Figura 34: Pegunta 1 - Sección 2 / Fuente: Google forms 79
Figura 35: Pegunta 2 - Sección 2 / Fuente: Google forms 79
Figura 36: Pegunta 3 - Sección 2 / Fuente: Google forms 80
Figura 37: Pegunta 4 - Sección 2 / Fuente: Google forms 80
Figura 38: Pegunta 3 - Sección 2 / Fuente: Google forms 81
Figura 39: Pegunta 2 - Sección 3 / Fuente: Google forms 81
Figura 40: Pegunta 3 - Sección 3 / Fuente: Google forms 82
Figura 41: Pegunta 4 - Sección 3 / Fuente: Google forms 82
Figura 42: Pegunta 1- Sección 4 / Fuente: Google forms 83
Figura 43: Pegunta 2 - Sección 4 / Fuente: Google forms 83
Figura 44: Pegunta 3 - Sección 4 / Fuente: Google forms 84
Figura 45: Pegunta 1- Sección 4 / Fuente: Google forms 84
Figura 46: Pegunta 1- Sección 5 / Fuente: Google forms 85
Figura 47: Pegunta 2 - Sección 5 / Fuente: Google forms 85
Figura 48: Pegunta 3 - Sección 5 / Fuente: Google forms 86
Figura 49: Pegunta 4- Sección 5 / Fuente: Google forms 86
Figura 50: Pegunta 5 - Sección 5 / Fuente: Google forms 87
Figura 51: Método de Triangulación / Fuente: Elaboración propia 88
Figura 52: Método de Triangulación**Tabla 24:** Conclusión método de triangulación / **Fuente:** Elaboración propia 92
Figura 53: Insigths a considerar para diseño de propuesta 93
Figura 54: Metodología Lean UX / Fuente: Elaboración propia 94
Figura 55: Moodboard de Diseño / Fuente: Elaboración propia 95
Figura 56: Brief de Diseño / Fuente: Elaboración Propia 96
Figura 57: Necesidades y Requerimientos 97
Figura 58: Ficha de Usuario - Fuente: Elaboración Propia 98

Figura 59: Boceto mecanismo de engranaje **- Fuente:** Elaboración propia**Tabla 26:** Tabla comparativa de mecanismos: Poleas, Motorreductor y Engranajes / **Fuente:** Elaboracion propia 99
Figura 60: Boceto mecanismo de engranaje / Fuente: Elaboración propia 100
Figura 61: Boceto mecanismo de motor 100
Figura 62: Boceto mecanismo de polea 101
Figura 63: Boceto mecanismo de motor 102
Figura 64: Idea #2 Mecanismo de poleas 102
Figura 65: Idea #1 Mecanismo engranaje 103
Figura 66: Idea #2 Mecanismo de poleas 104
Figura 67: Población de Adultos mayores 107
Figura 68: Media y Desviación estándar de medidas antropométricas 108
Figura 69: Percentiles / Elaboración Propia 108
Figura 70: Valores de peso de pacientes con movilidad reducida 109
Figura 71: Trazabilidad / Elaboración Propia 115
Figura 72: Trazabilidad / Elaboración Propia 116
Figura 73: Polipasto o Aparejo 120
Figura 74: Polipasto simple 121
Figura 75: Stress SIMSOLID 121
Figura 76: Von Mises SIMSOLID 122
Figura 77: Esfuerzo de Von Mises / Fuente: Elaboración Propia 123
Figura 78: Esfuerzo de Von Mises / Fuente: Elaboración Propia 124
Figura 79: Esfuerzo de Von Mises / Fuente: Elaboración propia 124
Figura 80: Pasos para Realizar de la simulación 125
Figura 81: Pasos para realizar la Simulación / Fuente: SolidWorks 2024 126
Figura 82: Simulación Solid Works 127
Figura 83: Simulación de Fatiga / SolidWorks 129
Figura 84: Simulación de Fatiga / SolidWorks 129
Figura 85: Deformación Unitaria / Solid Works 130
Figura 86: Pasos para Diseño de fatiga 1 / Solid Works 131
Figura 87: Pasos para Diseño de fatiga 2 / Solid Works 131
Figura 88: Resultado del daño en el estudio de fatiga / Solid Works 132

Figura 89: Resultado de vida en el estudio de fatiga / Solid Works 132
Figura 90: QR videos de simulación de movimiento 133
Figura 91: Render en fondo blanco 135
Figura 92: Render en espacio 135

RESUMEN

La investigación desarrolla el diseño y validación de un mecanismo modular de grúa de techo orientado a mejorar la movilidad asistida de adultos mayores en entornos domiciliarios de la provincia de Tungurahua. El incremento sostenido de la población gerontológica, sumado a limitaciones arquitectónicas y a la alta carga física que experimentan los cuidadores durante los traslados manuales, evidencia la necesidad de soluciones accesibles, seguras y adaptables al contexto local.

El estudio adopta un enfoque mixto sustentado en entrevistas a profesionales, encuestas y observación directa en un hogar geriátrico, complementado con análisis técnicos y simulaciones digitales. Los resultados muestran que los adultos mayores presentan dificultades significativas de movilidad y que los cuidadores realizan maniobras de alto esfuerzo, con riesgo de lesiones y baja eficiencia operativa. La triangulación confirma la pertinencia de un sistema asistido que reduzca la carga física, aumente la seguridad postural y mejore la autonomía del usuario.

Mediante una comparación técnica entre mecanismos de engranajes, motorreductores y poleas, se seleccionó el sistema de polipasto por su simplicidad, alto rendimiento mecánico, bajo costo y facilidad de instalación en viviendas construidas principalmente en hormigón. El diseño final fue modelado en software CAD y sometido a simulaciones estructurales con cargas equivalentes a 686,7 N, verificando factores de seguridad adecuados y una distribución estable de esfuerzos.

El estudio concluye con un modelo funcional, adaptable a diferentes espacios domésticos y técnicamente viable para futuras implementaciones físicas, aportando una solución concreta para fomentar la independencia, seguridad y bienestar de los adultos mayores en el entorno domiciliario.

PALABRAS CLAVE: MOVILIDAD ASISTIDA, GRÚA DE TECHO, DISEÑO MODULAR, ADULTO MAYOR, POLIPASTO

ABSTRACT

This research develops and validates a modular ceiling-mounted hoist designed to improve assisted mobility for older adults in home environments within the province of Tungurahua. The continuous growth of the geriatric population, combined with architectural limitations and the high physical strain experienced by caregivers during manual transfers, highlights the urgent need for accessible, safe, and adaptable solutions suited to the local context.

The study adopts a mixed-methods approach, integrating interviews with professionals, surveys, and direct observation in a geriatric care facility, complemented by technical analyses and digital simulations. Findings indicate that older adults face significant mobility challenges and that caregivers frequently perform high-effort maneuvers, increasing the risk of injuries and reducing transfer efficiency. Triangulated data confirms the relevance of an assisted mechanism that minimizes physical load, enhances postural safety, and strengthens user autonomy.

A technical comparison of gear systems, motor-reducers, and pulley configurations led to the selection of a block-and-tackle mechanism due to its simplicity, mechanical efficiency, low cost, and compatibility with residential structures—particularly concrete ceilings, which are common in the region. The final design was modeled using CAD software and subjected to structural simulations with a 686.7 N load, verifying appropriate safety factors and stable stress distribution.

The study concludes with a functional digital model adaptable to different domestic settings and technically viable for future physical prototyping. The proposal contributes a concrete solution to promote independence, safety, and well-being among older adults in home-based care environments.

KEYWORDS: ASSISTED MOBILITY, CEILING HOIST, MODULAR DESIGN, OLDER ADULTS, BLOCK-AND-TACKLE MECHANISM

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se enfoca en el diseño de un mecanismo de grúa de techo modular destinado a mejorar la movilidad asistida de adultos mayores en sus entornos domiciliarios. El envejecimiento de la población y la creciente demanda de soluciones que promuevan la autonomía y seguridad de este grupo etario constituye el contexto principal de este estudio. Muchas viviendas no poseen sistemas de asistencia adecuados, lo que genera riesgos tanto para los adultos mayores como para sus cuidadores durante los traslados y la realización de actividades diarias. En este sentido, la investigación busca abordar una problemática tangible y relevante, ubicado en el diseño industrial como una herramienta clave para el desarrollo de soluciones funcionales, seguras ya adaptable a diferentes espacios domésticos.

Según el Ministerio de Inclusión Económica y Social, las personas mayores representaban el 6,5 % de la población ecuatoriana, lo que equivale a aproximadamente 1.049.824 personas mayores de 65 años (MIES, 2021). De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Censos, en el último censo realizado en 2022, esta cifra aumentó al 9,0 %, representando alrededor de 1.520.590 adultos mayores (INEC, 2022). Se proyecta que para el año 2054 la población gerontológica podría alcanzar el 18% del total de habitantes del país. Estas cifras evidencian un aumento sostenido del grupo de adultos mayores, subrayando la creciente necesidad de desarrollar soluciones de asistencia domiciliaria que garanticen su seguridad, movilidad y autonomía dentro del hogar.

Desde una perspectiva académica, aporta al saber en el campo de Diseño Industrial y los mecanismos modulares aplicados a la asistencia domiciliaria, incorporando fundamentos de modelado digital, ergonomía y diseño. El estudio en términos sociales responde a la exigencia de elevar el nivel de vida de las personas mayores. Propone opciones que promueven su autonomía y disminuyen los peligros de daño tanto para ellos como para sus cuidadores. Asimismo, la propuesta está en línea con la iniciativa de accesibilidad e inclusión en el hogar que implica reconocer cuan importante es crear soluciones que tengan en cuenta las restricciones físicas y las necesidades de seguridad del usuario final.

Para llevar a cabo la investigación se utilizará una metodología mixta que combine métodos cualitativos y cuantitativos. Estas estrategias nos permitirán detectar las necesidades en primer lugar, a través de observaciones y entrevistas en contextos domiciliarios. El objetivo es entender las dificultades particulares con las que los adultos mayores lidian al moverse diariamente. Después se llevará a cabo un análisis de los mecanismos que existen en el mercado, examinando sus beneficios y restricciones. Se establecerán criterios ergonómicos técnicos y modulares basados en esta información que orientarán el diseño conceptual del mecanismo de grúa de techos. Por último, se desarrollará un modelo funcional utilizando software de Diseño asistido por computadora en concreto Fusión 360, y se complementará con simulaciones digitales que permitan analizar su rendimientos, seguridad y facilidad de uso.

Se prevé que los hallazgos de las investigaciones brinden un modelo modular de grúa de techo que satisfaga los estándares de seguridad, funcionalidad, y versatilidad para distintos tipos de viviendas. Este diseño permitirá evidenciar que la propuesta es factible a nivel técnico y que tiene el potencial de favorecer la movilidad asistida de los adultos mayores, lo cual ayudara a que el usuario final tenga autonomía y bienestar. Además, se pretende brindar una contribución importante al área del Diseño Industrial aplicando a soluciones de asistencia en casa, presentando un modelo que pueda ser reproducido y que sirva como referencia para futuros avances tecnológicos en este sector. La investigación, en la última instancia, busca crear un vínculo entre teorías y practicas mediante la provisión de un mecanismo tangible que ha sido validado digitalmente y que favorezca al usuario y también al ambiente doméstico.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Tema

Diseño de un mecanismo modular de grúa de techo para facilitar la movilidad de adultos mayores en entornos domiciliarios en la provincia de Tungurahua.

1.2. Planteamiento del problema

El envejecimiento poblacional es un fenómeno mundial que supone retos importantes en términos de salud, bienestar y calidad de vida. De acuerdo con información del INEC y del Ministerio de Inclusión Económica y Social, en Ecuador la población de adultos mayores ha ido en aumento constante, aumentando desde el 6,5% en años previos hasta el 9% en el censo de 2022. Este crecimiento poblacional muestra que e surgente poner en marcha soluciones que aseguran la autonomía, la movilidad y la seguridad de los adultos mayores en su vida diaria.

Los adultos de más edad en las casas a menudo se enfrentan a limitaciones físicas y peligros de accidentes al desplazarse, sobre todo cuando necesitan ser trasladados desde la cama, el baño o la silla. Los métodos tradicionales, como la asistencia manual de cuidadores o los dispositivos fijos que no se adaptan bien, tienen inconvenientes en cuanto a ergonomía, seguridad y eficacia. Asimismo, numerosas estructuras existentes tienen una falta de modularidad, lo que restringe su colocación en casas con diferentes dimensiones y configuraciones, disminuyendo así su funcionalidad y accesibilidad.

Por ende, es necesario crear un mecanismo de grúa de modular de techo que combine criterios ergonómicos, técnicos y de adaptabilidad para facilitar el transporte seguro y eficaz de las personas mayores en ambientes domésticos. El hecho de que no existan soluciones adecuadas para las condiciones físicas del usuario y la variedad arquitectónica de la casa es un problema técnico y social que necesita un enfoque integral a través de investigación, diseño y validación digital del mecanismo.

1.3. Contextualización (macro, meso y micro)

El envejecimiento de la población ha pasado a ser uno d ellos retos sociales más importantes a escala global en las últimas décadas. El incremento acelerado del número de individuas mayores de 60 años hace que sea urgente modificar los entornos y los sistemas de apoyo para asegurar la autonomía, el bienestar y la seguridad de este colectivo vulnerable. Numerosos ancianos, sobre todo los que viven solos, tienen problemas para moverse dentro de sus casas, lo que eleva el peligro de accidentes como lesiones o caídas durante el desplazamiento. En vista de esta situación, el diseño y la creación de tecnologías de asistencia por ejemplo sillas motorizadas o dispositivos de movilidad adaptados, se han convertido en una prioridad mundial para optimizar la calidad de vida de las personas mayores.

En Ecuador, este fenómeno también se evidencia con claridad. Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos, (INEC, 2022) al mismo año el 8,98 % de la población del país corresponde a personas mayores de 65 años, con un predominio del 54 % de mujeres frente al 46 % de hombres. Este grupo etario ha mostrado un crecimiento sostenido: en el año 2.000 se registraban 876.000 adultos mayores de 60 años, cifra que se proyecta alcanzará 2.235.000 en 2025 y 4.643.000 para 2050. Este aumento demográfico plantea retos importantes en infraestructura, salud y asistencia domiciliaria, especialmente para aquellos adultos mayores que viven solos o en condiciones socioeconómicas vulnerables. La necesidad de soluciones accesibles y funcionales que promuevan la independencia y seguridad de este sector de la población se vuelve cada vez más urgente.

En la provincia de Tungurahua, la situación se vuelve más crítica debido a factores locales específicos. Según datos del Ministerio de Inclusión Económica y Social (MIES, 2021) y reportes del diario LA HORA, más del 50 % de los adultos mayores en la provincia viven en condición de pobreza o pobreza extrema, lo que obliga a muchos a dedicarse a actividades informales para subsistir. Actualmente se registran 19.417 adultos mayores en Tungurahua, de los cuales 1.901 viven en pobreza extrema y 8.291 en situación de pobreza. Además, muchos dependen del cuidado de familiares

que carecen de herramientas ergonómicas adecuadas y enfrentan limitaciones arquitectónicas en sus viviendas. Esta realidad evidencia la necesidad de desarrollar mecanismos de asistencia técnica, como grúas de techo modulares, que se adapten a las características físicas y socioeconómicas de los hogares, contribuyendo a reducir riesgos de accidentes y promoviendo la autonomía de los adultos mayores y permitirles envejecer de una manera segura.

1.4. Árbol de Problemas

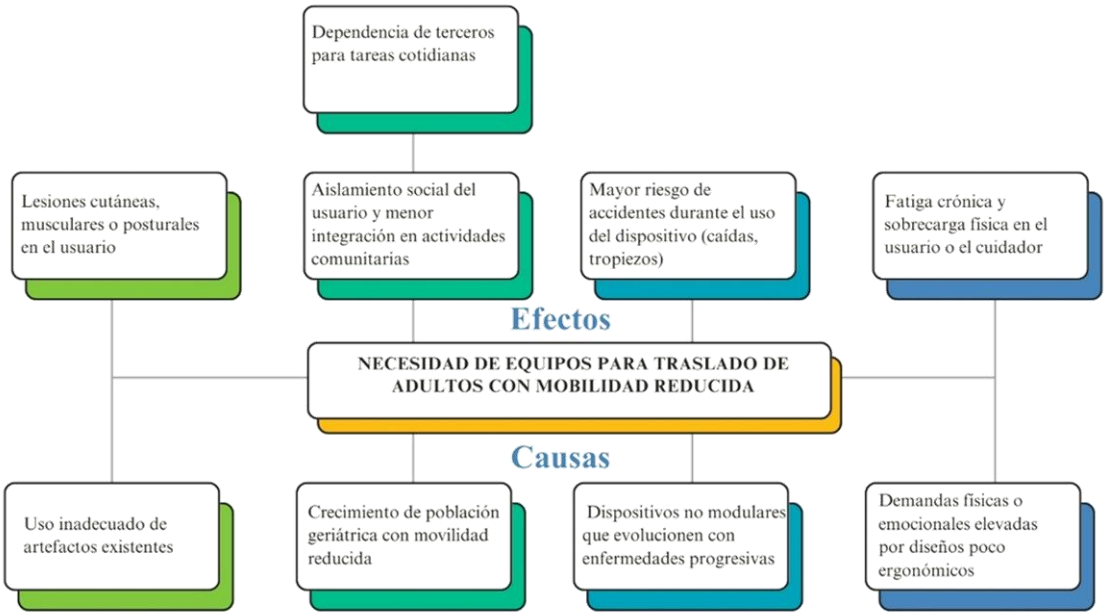


Figura 1: Árbol de problemas - Fuente: Elaboración Propia (2025)

1.5. Enunciado del problema

La carencia de equipos apropiados para transportar a los adultos mayores constituye un problema crucial en los asilos, donde algunos adultos mayores tienen movilidad limitada, que impacta tanto la autonomía como la seguridad de estos. El incremento de la población de personas mayores, la dependencia de otros para las actividades diarias y la utilización de dispositivos que no son modulares, que tienen mala ergonomía o que no son apropiados para enfermedades progresivas, aumentan el peligro de accidentes, heridas musculoesqueléticas y aislamiento social de los usuarios.

Además, estas limitaciones generan cansancio y exceso de esfuerzo físico en los cuidadores, lo que complica la incorporación del anciano a actividades cotidianas y comunitarias. Por ende, se hace evidente la necesidad de crear sistemas se asistencia modular que sean seguros y flexibles, con el objetivo de disminuir los peligros de accidentes y ayudar a quienes los cuidan.

1.6. Justificación

El acelerado envejecimiento poblacional constituye uno de los principales desafíos sociales y de salud pública en la actualidad. En el contexto ecuatoriano, una proporción significativa de la población adulta mayor presente algún grado de dependencia funcional, alrededor de 30% manifiesta dificultades funcionales y cerca del 20% presenta limitaciones asociadas a la movilidad, lo que incrementa el riesgo de inmovilidad y postramiento. Estudios específicos en adultos mayores señalan que aproximadamente un 13% podría encontrarse en condiciones de inmovilidad severa, situación que compromete de manera directa su autonomía y calidad de vida. Frente a esta realidad el Ministerio de Inclusión Económica y Social (MIES), reporta la existencia de aproximadamente 85 unidades de atención para personas adultas mayores en la provincia de Tungurahua, entre servicios residenciales, diurnos y atención domiciliaria, lo que evidencia la creciente demanda de cuidados especializados y la presión sobre los sistemas de atención social. Este escenario justifica la necesidad de replantear los entornos, infraestructuras y modelos de atención gerontológica, con enfoques integrales, accesibles y sostenibles que respondan de manera afectiva a las condiciones de dependencia física de este grupo etario (MIES, 2025).

Desde una perspectiva global, la Organización Mundial de la salud (OMS, 2021) proyecta que para el año 2050 la población mayor de 60 años se duplicara, lo que obliga a reconsiderar las condiciones de vida y los entornos habitacionales con el fin de garantizar la autonomía, la seguridad y la dignidad de este grupo etario. Desde el punto de vista social, uno de los desafíos más grandes que enfrentamos hoy en día es el envejecimiento de la población. Según la OMS (2021) a escala global, para el año 2050 se prevé que la cifra de personas mayores de 60 años se duplique. Este pronóstico

pone de manifiesto la urgencia de adecuar las estructuras sociales, económicas y tecnológicas para asegurar que el envejecimiento activo y saludable sea concebido como un derecho y no como un privilegio. En Ecuador, el instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC, 2022) señala que el 8.89% de la población está conformada por personas mayores de 65 años cifra que se incrementara de manera sostenida en las próximas décadas.

Esta problemática se intensifica en la provincia de Tungurahua, donde más de 50% de los adultos mayores viven en condiciones de pobreza o pobreza extrema, según datos del Ministerio de Inclusión Económica y Social (MIES, 2021). Estas condiciones limitan significativamente el acesso a servicios de apoyo, tegnologias asistivas y soluciones de movilidad segura dentro del hogar, Incrementando los niveles de dependencia y vulnerabilidad. Frente a este escenario, el diseno y desarrollo de dispositivos de asistencia orientados e promover la independencia funcional, la seguridad y la dignidad de las personas mayores se convierte en un prioridad social y sanitaria.

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2022) identifica el cuidado y la atención a largo plazo de las personas adultas mayores como uno de los retos estructurales más complejos para la región, debido a la ausencia de políticas públicas integrales y a la limitada infraestructura tecnológica accesible. Desde esta perspectiva, el envejecimiento debe ser abordado como un fenómeno estructural que requiere acciones desde la innovación y la inclusión, Favoreciendo el acceso equitativo a herramientas tecnológicas que disminuyen la dependencia. En concordancia, la Política Pública para las Personas Adultas Mayores 2021-2030 del MIES (2021) establece entre sus ejes estratégicos la creación de entornos que fomenten la autonomía funcional. La participación comunitaria y una atención digna, destacando la necesidad de soluciones técnicas adaptadas al contexto doméstico y económico del país.

En este marco, las grúas de techo han demostrado ser una de las alternativas mas seguras para los procesos de traslado asistido, ya que permiten una distribución adecuada del peso corporal y reduce la manipulación manual, Disminuyendo el riesgo de caídas y lesiones tanto en la persona usuaria como en el cuidador (Sanders &

McCormick, 2021). Sin embargo, su implementación en países de ingresos medios se ve limitada por su elevado costo, su complejidad técnica y su escasa adaptabilidad a viviendas con estructuras convencionales, lo que evidencia un vacío en el diseño de soluciones accesibles, flexibles y contextualizadas.

Desde el enfoque del diseño industrial, resulta fundamental considerar las dimensiones antropométricas reales de los usuario, así como las características espaciales de las viviendas, altura entre piso y techo, anchos de circulación y configuración de los ambientes para garantizar la seguridad postural, la eficiencia mecánica y la ergonomía durante los procesos de transferencia (Pheasant & Haslegrave, 2018). Asimismo, el diseño centrado en el usuario exige una articulación adecuada entre las capacidades físicas del individuo, las acciones del cuidador y los requerimientos técnicos del sistema, priorizando la comodidad, la facilidad de uso y la reducción del esfuerzo físico (Sanders & McCormick, 2021).

Desde el punto de vista normativo, el presente proyecto se sustenta en la norma ISO 10535:2021, que establece los requisitos de seguridad, estabilidad y métodos de prueba para grúas de transferencia destinada a persona con movilidad reducida, garantizando la resistencia estructural y el funcionamiento seguro del sistema. (ISO, 2021). Además, la ISO 9999:2019 clasifica los productos de apoyo para personas con discapacidades y movilidad reducida, facilitando su estandarización, registro y futura homologación a nivel nacional (ISO, 2022).

La justificación del presente trabajo se fundamenta en los principios de diseño modular y sostenible, los cuales permiten que un sistema se adapte a distintas configuraciones domésticas y necesidades específicas del usuario. La modularidad facilita el ensamblaje, manteniendo, reparación y transporte del dispositivo, reduciendo costos de producción y prolongando su vida útil, lo que resulta clave para su implementación en contextos con recurso económicos limitados. Asimismo, se promueve una integración armónica del sistema con el entorno domestico evitando la estigmatización del usuario y favoreciendo una experiencia de uso digna y natural.

Ulrich et al. (2020) destacan la importancia de estructurar el desarrollo de productos mediante procesos de conceptualización, diseño, evaluación y mejora iterativa. En este proyecto, dichos principios se aplican a través de la modelación y simulación digital en software CAD, permitiendo validar la capacidad de carga, estabilidad y comportamiento estructural del sistema antes de su fabricación, optimizando tiempos y recursos. (Ulrich et al., 2020).

En síntesis, la integración de factores sociales, tecnológicos, normativos y de diseño en el desarrollo de un mecanismo modular de grúa de techo constituye una contribución relevante al campo del diseño industrial aplicando a la salud y la inclusión. El proyecto responde a los objetivos del Decenio del Envejecimiento Saludable 2021-2030, impulsado por la OMS (2021), y se alinea con las políticas nacionales ecuatorianas de atención integral a las personas adultas mayores (MIES, 2021), asumiendo un compromiso ético con la dignidad humana mediante una solución técnica accesible, segura y contextualizada para mejorar la calidad de vida de los adultos mayores en la provincia de Tungurahua (OMS, 2021).

Objetivos

1.7. Objetivo general

Diseñar un mecanismo de grúa de techo modular que mejore la movilidad asistida de adultos mayores en el hogar.

1.8. Objetivos específicos

- Identificar las necesidades de movilidad asistida en adultos mayores dentro de espacios domésticos.
- Analizar mecanismos existentes de asistencia para traslado en contextos domiciliarios.
- Establecer criterios de diseño ergonómico, técnico y modular para un mecanismo de grúa de techo.
- Diseñar un modelo funcional de grúa de techo para la asistencia de movilidad.
- Evaluar la funcionalidad del mecanismo a través de pruebas de uso mediante la utilización de software digitales, Fusión 360

1.9. Línea de investigación

La línea de investigación en la que se enmarca este proyecto corresponde a *Diseño, Materiales y Construcción*, Orientada al desarrollo de soluciones innovadoras que integren principios de diseño para garantizar la funcionalidad, seguridad y sostenibilidad del producto propuesto.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2. Categorías fundamentales

En esta sección se establecen las categorías fundamentales de las variables dependiente e independiente los cuales serán analizados en el desarrollo del presente trabajo de titulación.

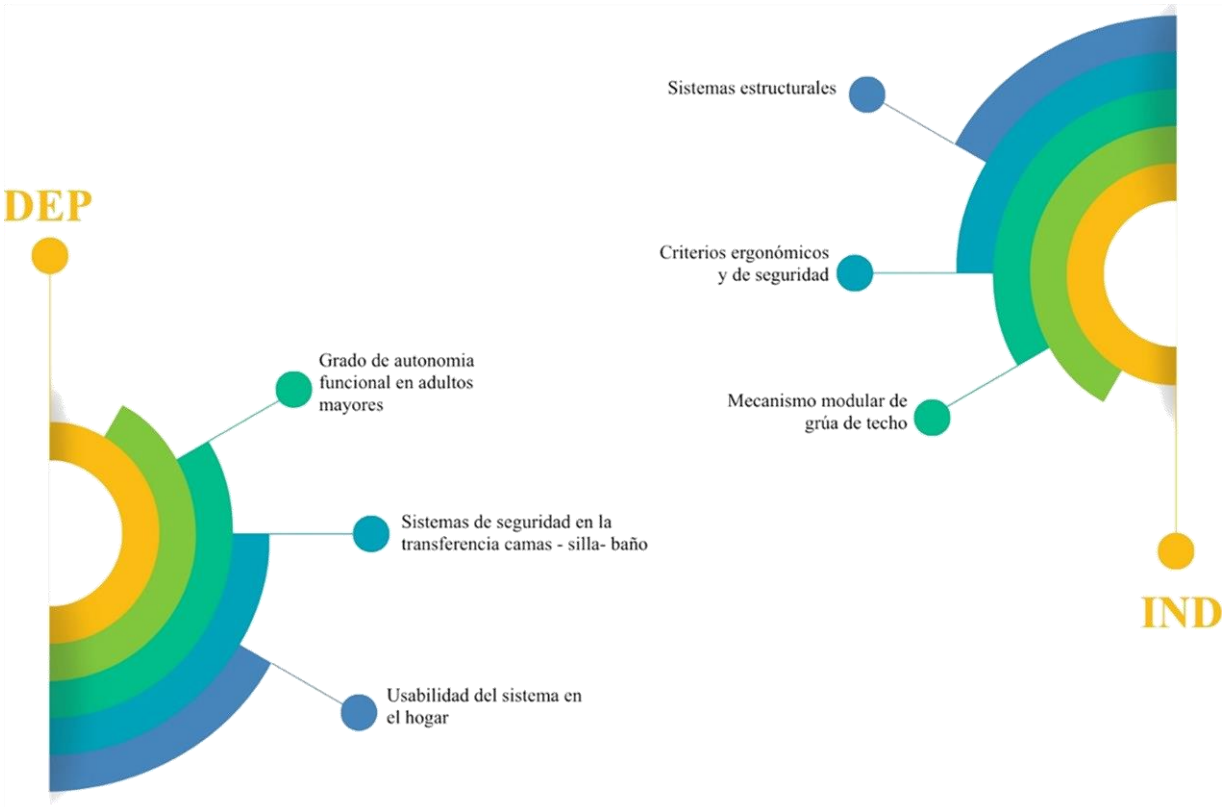


Figura 2: Categorización de Variables dependiente e independiente

Fuente: Elaboración propia (2025)

2. Red Conceptual

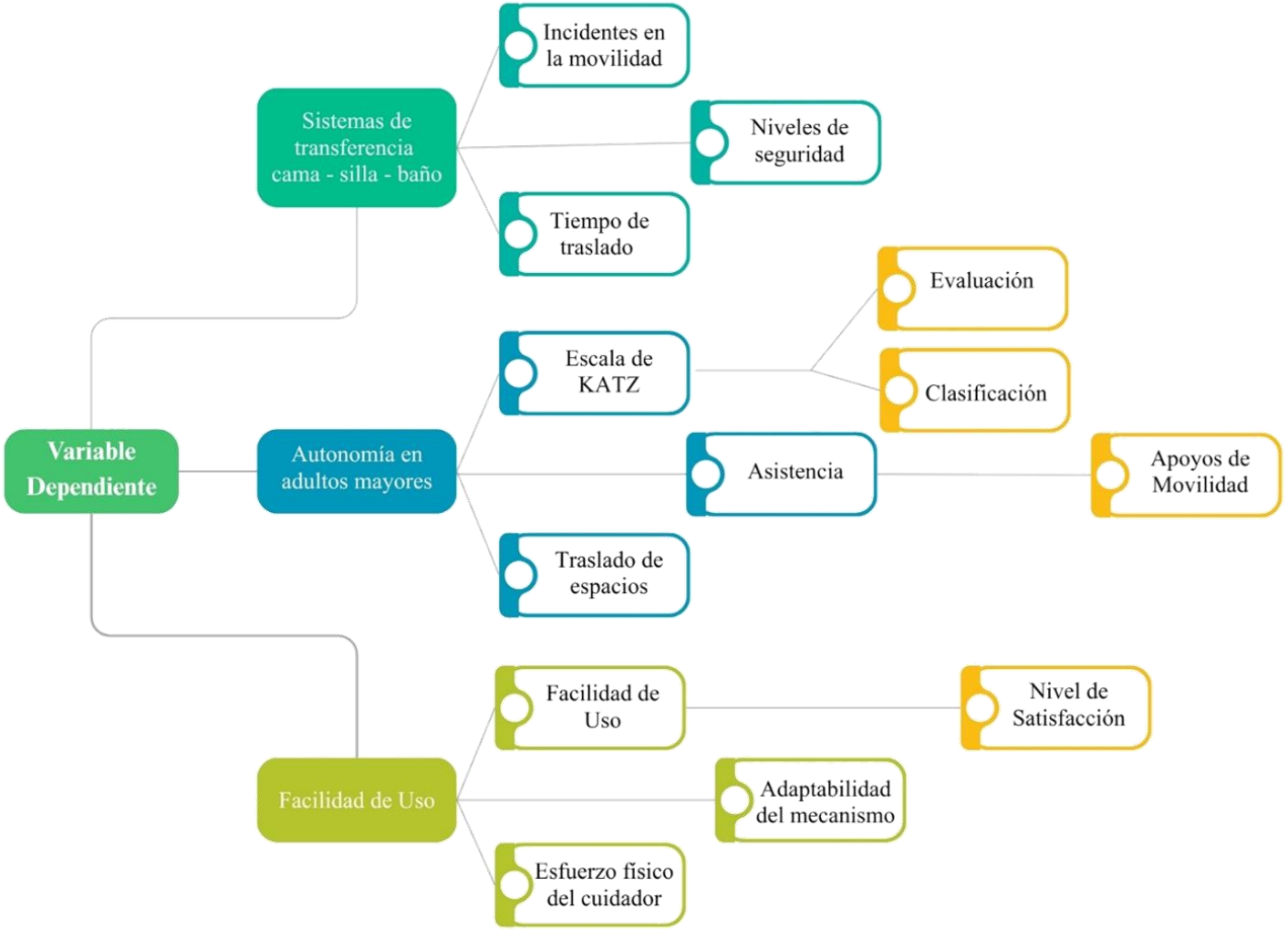


Figura 3: Red variable dependiente - Fuente: Elaboración propia (2025)

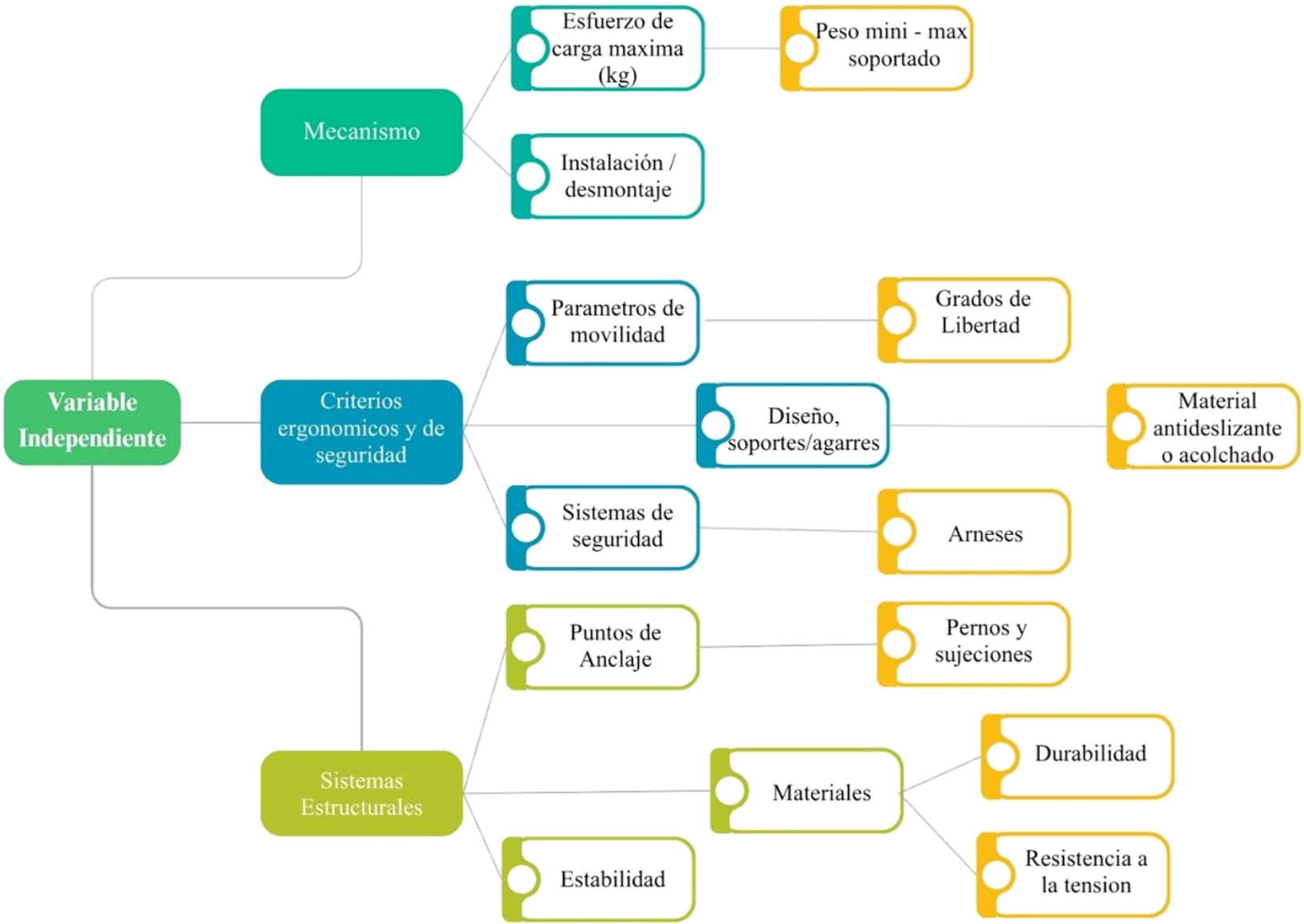


Figura 4: Figura 4: Red variable independiente - Fuente: Elaboración propia (2025)

2.1.Antecedentes de la Investigación

Tabla 1: *Vehículo-grúa para desplazamiento de discapacitados motrices*

IMAGEN DE REFERENCIA	 *Figura 5: Vehículo-grúa para desplazamiento de discapacitados motrices*
RESUMEN	Este proyecto tecnológico con enfoque social surge a partir de la fractura de cadera de un adulto mayor, lo que evidenció la necesidad de una grúa que facilite el levantamiento y traslado del paciente, reduciendo riesgos tanto para él como para sus cuidadores. El diseño contempla materiales disponibles en el mercado mexicano, lo que abarata costos y asegura accesibilidad, sin comprometer seguridad, resistencia ni comodidad. De esta manera, se propone un equipo de buena calidad y bajo costo, pensado para familias que enfrentan la carga física y económica del cuidado de personas con movilidad reducida, situación que también repercute en la productividad y economía del país.
AÑO	2022
AUTOR	Martínez, Zacarías, Velasco, Dena y Hernández
TIPOLOGÍA	Grúa de Techo
FUENTE: Datos adaptados de (Enrique Javier Martínez Delgado et al., 2022)	

Tabla 2: Diseño y construcción de un elevador tipo grúa geriátrica.

IMAGEN DE REFERENCIA	 *Figura 6: Grúa Geriátrica*
RESUMEN	En este proyecto se diseñó y construyó una grúa geriátrica destinada a facilitar el traslado seguro de personas con dependencia funcional, desde la cama hacia una silla de ruedas u otro punto de descanso. Inicialmente se recopiló información para definir las condiciones de trabajo; con ello se desarrolló el diseño estructural a flexión de las vigas y se evaluó su deformación máxima aplicando la teoría de Von Mises, obteniendo resultados dentro de los límites aceptables y sin interferencias en los componentes del equipo.
AÑO	2021
AUTOR	Marlon Fernando Cox Lozada
TIPOLOGÍA	Grúa de Techo
FUENTE: Datos adaptados de (Marlon Fernando Cox Lozada, 2021)	

Tabla 3: Diseño y construcción de una grúa techo para personas de tercera edad.

	IMAGEN DE REFERENCIA	 *Figura 7: Carro guía y estructura*
	RESUMEN	El proyecto buscó dar respuesta a las dificultades que implica trasladar manualmente a los adultos mayores en el Hogar de vida “Luis Maldonado Tamayo”, tarea que demanda gran esfuerzo físico y afecta tanto a cuidadores como a residentes, de los cuales cerca del 60 % presenta movilidad reducida. Para ello se diseñó y construyó una grúa de techo adaptada al centro, empleando análisis de elementos finitos para garantizar una adecuada distribución de fuerzas y una correcta selección de materiales. El sistema fue dimensionado para soportar hasta 70 kg y sometido a pruebas de funcionamiento, comprobando su eficacia en movilidad y desplazamiento. Finalmente, se eligió la alternativa más conveniente considerando costo, resistencia y facilidad de instalación.
	AÑO	2024
	AUTOR	Ushiña, Changoluisa
	TIPOLOGÍA	Grúa de Techo
	FUENTE: Datos adaptados de (Ushiña Llamba & Changoluisa Chacha, 2024)	

Tabla 4: Desarrollo de un sistema grúa de techo para facilitar el traslado en el hogar de pacientes

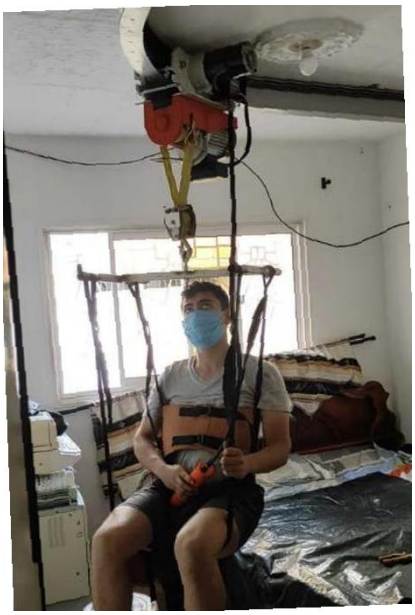
IMAGEN DE REFERENCIA	 *Figura 8: Sistema grúa de techo*
RESUMEN	El proyecto tuvo como objetivo diseñar y construir una grúa de techo para facilitar el traslado de pacientes con distrofia muscular de Duchenne, con un rango de peso entre 20 y 150 kg. El sistema busca mejorar la calidad de vida al permitir que quienes conservan movilidad en sus extremidades superiores puedan realizar transferencias de forma autónoma, reduciendo la dependencia de terceros y aportando beneficios psicológicos. La grúa asegura un traslado seguro y cómodo entre cama, silla de ruedas, inodoro y ducha, superando en eficiencia y fluidez a los métodos manuales. Su diseño compacto y resistente garantiza seguridad en el transporte, adaptabilidad a diferentes alturas y mínima alteración del entorno familiar.
AÑO	2020
AUTOR	Edison David Navas Argüello
TIPOLOGÍA	Grúa de Techo
FUENTE: Datos adaptados de (Edison David Navas Argüello, 2020)	

Tabla 5: Diseño, construcción e implementación de una grúa móvil para el transporte de pacientes con discapacidad en actividades de rehabilitación.

	IMAGEN DE REFERENCIA	 *Figura 9: Grúa de transferencia terminada*
	RESUMEN	El presente proyecto técnico, se realiza el diseño de una grúa de transferencia para pacientes con discapacidad motriz, los primeros pasos incluyen el estudio de la literatura existente, el levantamiento de las condiciones y restricciones necesarias para el diseño, y la validación del mecanismo mediante software de ingeniería; posteriormente su construcción mediante métodos de mecanizado locales y la implementación del dispositivo en un centro de acogida para discapacitados.
	AÑO	2019
	AUTOR	Mateo Ismael Astudillo Flores
	TIPOLOGÍA	Grúa de Techo
	FUENTE: Datos adaptados de (Astudillo Flores Mateo Ismael, 2019)	

2.2.Marco Teórico

El envejecimiento poblacional constituye uno de los fenómenos Sociales y Demográficos más relevantes del siglo XXI, no solo porque incrementa la proporción de adultos mayores en la población total, sino porque plantea desafíos profundos en torno a la autonomía, la seguridad y el bienestar de quienes alcanzan edades avanzadas. En el caso ecuatoriano, las cifras del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2022) muestran un aumento sostenido de la población mayor de 60 años, lo que exige transformar las políticas de salud y las prácticas de cuidado en el hogar. (figura 10)

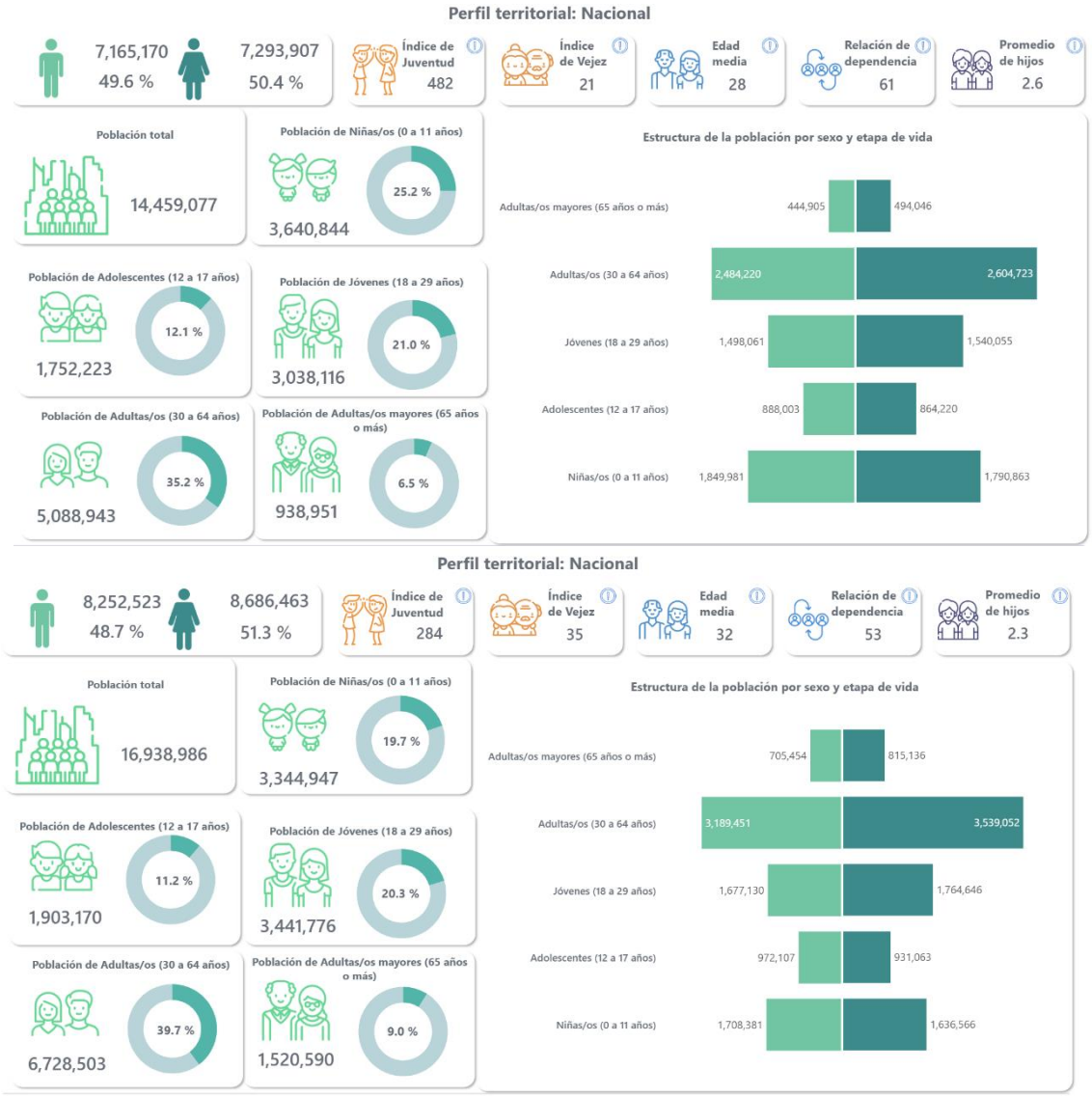


Figura 10: Envejecimiento de la población Nacional / Fuente: (INEC, 2025)

Desde una perspectiva normativa, el Ministerio de Inclusión Económica y Social (MIES, 2021) reconoce que el envejecimiento digno se relaciona directamente con la posibilidad de mantener un nivel funcional que permita realizar actividades básicas de la vida diaria sin depender completamente de terceros. Este énfasis en la autonomía funcional responde a la comprensión de que la pérdida progresiva de independencia no solo es un asunto clínico, sino que afecta la esfera social y emocional del adulto mayor, condicionando su autopercepción y su integración en el entorno familiar y comunitario.

La investigación académica también coincide en que la movilidad y la capacidad de autocuidado son indicadores centrales para evaluar el grado de autonomía en este grupo etario (Gómez Cruz, 2021), por ejemplo, sostiene que el deterioro de la movilidad física tiene un impacto directo en el autocuidado, limitando actividades esenciales como el vestido, la higiene personal o la alimentación, y que estas limitaciones repercuten en el nivel de dependencia y en la calidad de vida.

A nivel internacional, Koon et al. (2020) expone que los adultos mayores enfrentan una combinación de preocupaciones y estrategias adaptativas frente a la pérdida de independencia, señalando que la autonomía no solo depende de la capacidad física, sino también de las oportunidades de apoyo y de la disponibilidad de dispositivos que faciliten las actividades cotidianas (Koon et al., 2020).

2.1.1. Generalidades del Envejecimiento

El envejecimiento está impulsado por características que cumplen las tres premisas siguientes:

- Su manifestación asociada a la edad,
- La aceleración del envejecimiento al acentuarlas experimentalmente,
- La oportunidad de desacelerar, detener o revertir el envejecimiento mediante intervenciones terapéuticas sobre ellas.

El autor propone doce características distintivas del envejecimiento: inestabilidad genómica, desgaste de los telómeros, alteraciones epigenéticas, pérdida de proteostasis,

macroautofagia inutilizada, desregulación de la detección de nutrientes, disfunción mitocondrial, senescencia celular, agotamiento de las células madre, alteración de la comunicación intercelular, inflamación crónica y disbiosis. Estas características están interconectadas entre sí, así como con las características de la salud recientemente propuestas, que incluyen características organizativas de compartimentación espacial, mantenimiento de la homeostasis y respuestas adecuadas al estrés (López-Otín et al., 2023).

El envejecimiento se define por una serie de procesos o "sellos distintivos" (hallmarks) que cumplen tres premisas fundamentales: se manifiestan con la edad, su acentuación experimental acelera el envejecimiento y su intervención terapéutica puede retrasarlo, detenerlo o revertirlo. Este estudio actualiza la versión de 2013, integrando los avances de la última década en la investigación de la longevidad (López-Otín et al., 2023).

- **Los 12 Sellos Distintivos del Envejecimiento**

Los autores proponen doce sellos interconectados, organizados en tres categorías jerárquicas:

- **Primarios (Causas de daño):** incluyen la inestabilidad genómica, el desgaste de los telómeros, las alteraciones epigenéticas, la pérdida de proteostasis y la macroautofagia deficiente. Estos procesos reflejan daños moleculares que se acumulan progresivamente con el tiempo.
- **Antagónicos (Respuestas al daño):** comprenden la desregulación del sensor de nutrientes, la disfunción mitocondrial y la senescencia celular. Estas respuestas pueden ser beneficiosas en dosis bajas (mitohormesis) o durante la juventud, pero se vuelven perjudiciales en etapas avanzadas de la vida.
- **Integradores (Consecuencias clínicas):** son el resultado de los daños acumulados y las respuestas fallidas, manifestándose como agotamiento de las células madre, alteración de la comunicación intercelular, inflamación crónica y disbiosis.
-

Tipos de Envejecimiento

Distintos autores señalan que no existe un único envejecimiento, sino varios tipos o trayectorias. Desde la neuropsicología y la psicología de la salud se distinguen al menos tres grandes formas: Envejecimiento primarios, secundario y terciario (Alex Figueroba, 2025).

Estas trayectorias no solo delinean como avanza la edad, sino que también establecen el progreso de habilidades sociales, físicas y cognitivas. Cuando las modificaciones vinculadas al envejecimiento inciden directamente en la coordinación, el equilibrio y la fuerza, se produce un progresivo deterioro de la movilidad que afecta a la independencia del anciano.

2.3.Deterioro Progresivo de la Movilidad

Junto a esta clasificación, otros enfoques hablan de envejecimiento normal, envejecimiento patológico y envejecimiento exitoso o saludable. El envejecimiento saludable se entiende como llegar a la vejez sin dependencia, libre de discapacidades, manteniendo la mayor capacidad funcional posible y una buena participación social. En cambio, el envejecimiento patológico aparece cuando las enfermedades crónicas, la fragilidad o las secuelas de eventos como accidentes cerebrovasculares o fracturas dominan el día a día de la persona mayor. La línea que separa un tipo de envejecimiento de otro está muy influida por los hábitos de actividad física, la estimulación cognitiva, la alimentación, el acceso a servicios de salud y las redes de apoyo familiar y comunitario según la figura 12.

Cuando el deterioro de la movilidad progresa sin intervención, puede desembocar en un cuadro más severo conocido como síndrome de inmovilidad. Este síndrome se define como una forma frecuente de presentación de la enfermedad en geriatría, originada por cambios en múltiples sistemas condicionados por el envejecimiento y el desuso, y que se manifiestan como un deterioro funcional con limitación importante para movilizarse (Mónica Ferrer Gracia et al., 2021).

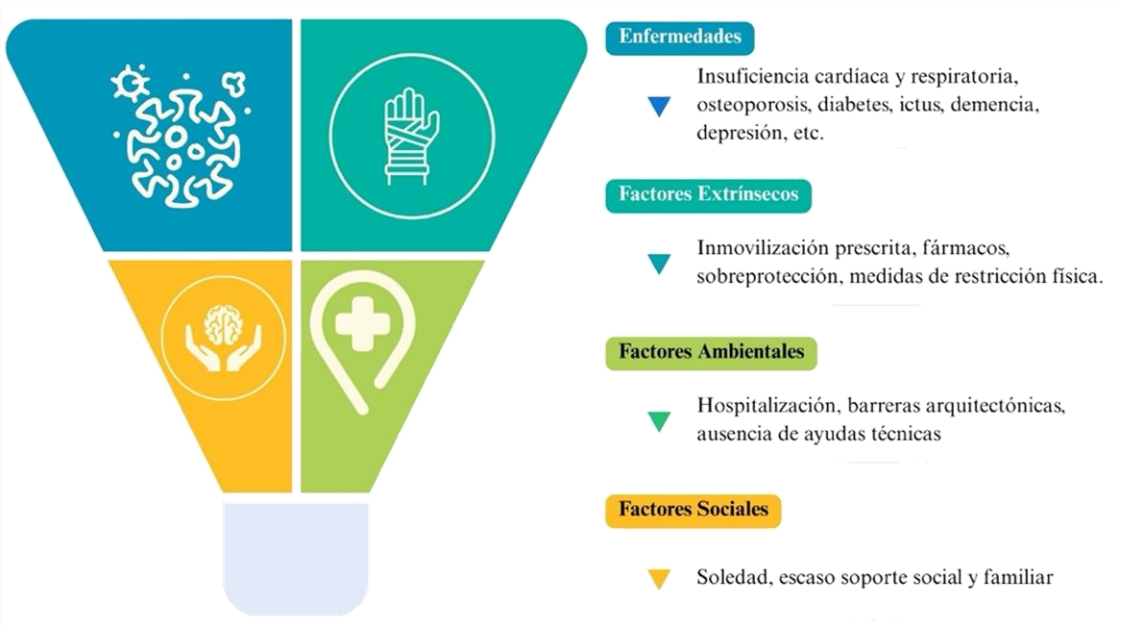


Figura 12: Deterioro Progresivo de la Movilidad - Fuente: Elaboración propia

Si esta degradación no es tratada, sus consecuencias se vuelven más graves y pueden llegar a ser más severas. Así, aparece la inmovilidad, una situación crítica que reduce la capacidad funcional aún más y aumenta el nivel de dependencia.

2.4.Inmovilidad en el Adulto Mayor

La inmovilidad es una consecuencia directa del deterioro funcional, pero también un punto de inflexión en la progresión hacia la dependencia. Como señala Mónica Ferrer Gracia (2021), el síndrome de inmovilidad se produce debido a modificaciones en diversos sistemas que son causadas por la edad avanzada y el desuso, lo que restringe considerablemente la habilidad para moverse. Esta condición tiene un impacto en la salud física, emocional y cognitiva; surgen ulceras por presión, contracciones musculares, reducción de la capacidad respiratoria, temo fuerte a caerse y pérdida de memoria (Mónica Ferrer Gracia et al., 2021).

A esto se añaden problemas sociales, por que la persona se aísla y necesita más apoyo del cuidado, lo que provoca una enorme carga física y emocional en el entorno familiar. Por lo tanto, la falta de movimiento no es simplemente un efecto del envejecimiento, sino que es un ciclo de deterioro en el que se va a retroalimentar si no hay intervenciones apropiadas

2.5.Grados de Dependencia del Adulto Mayor

La pérdida de movilidad y la presencia de inmovilidad tienen una relación cercana con la dependencia funcional. Según Caudeli Pacheco (2024), la dependencia se presenta cuando el individuo no puede valerse por sí mismo y requiere asistencia para llevar a cabo actividades elementales de autocuidado. Este estado no aparece de forma aislada sino es la consecuencia de una cadena en la que se deteriora lo físico, hay inmovilidad y se pierden capacidades; esto requiere valorar oficialmente el nivel de apoyo necesario (Caudeli Pacheco, 2024).

De acuerdo con la figura 13, la habilidad real para trasladarse, asearse, alimentarse o usar el baño, el índice de Barthel posibilita categorizar esta condición en niveles de independencia, dependencia leve, moderada o grave. Esta categorización es fundamental para establecer qué tipo de asistencia necesita cada anciano y que dispositivos son aptos para asegurar un manejo seguro durante las trasferencias.

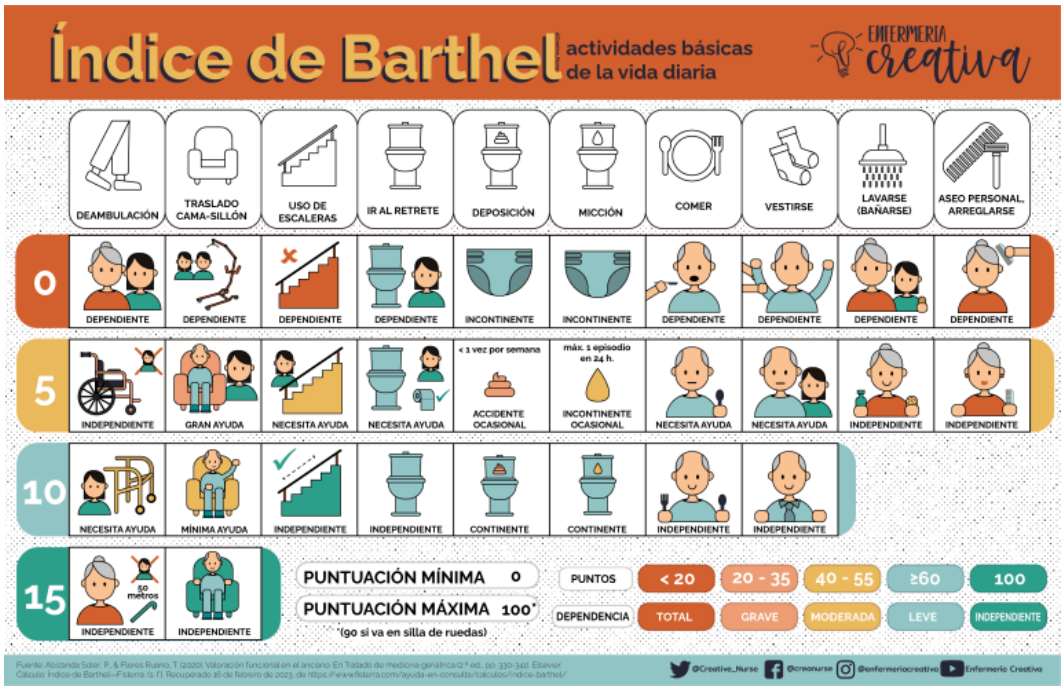


Figura 13: Índice de Barthel – Fuente: (Caudeli Pacheco,2024)

El índice de Barthel, mencionado en el mismo documento, establece grados de dependencia que van desde la independencia total, basándose en las habilidades reales para asearse, mover, utilizar el baño o comer. Esta categorización contribuye a comprender que adultos mayores requieren ayuda parcial y cuales necesitan aparatos mecánicos para asegurar su seguridad durante la movilidad.

Caudeli Pacheco reporta que un porcentaje significativo de adultos evaluados presenta dependencia moderada o grave, indicando que gran parte requiere apoyo directo en actividades básicas (Caudeli Pacheco, 2024). La incapacidad funcional se agrava cuando estas tareas se llevan a cabo sin asistencia técnica, puesto que la reducción de movilidad provoca que el individuo este más tiempo inmóvil, lo cual acelera la perdida de equilibrio y fuerza.

La ley de dependencia define tres niveles en los que una persona no tiene suficiente autonomía y necesita asistencia externa y cuidado. Estos tres grados son:



Figura 14: Grados de dependencia del adulto mayor – Fuente: (Caudeli Pacheco,2024)

2.6 Dispositivos de apoyo para la movilidad

A medida que la dependencia funcional avanza, el individuo necesita asistencia externa para suplir las restricciones de movilidad. Los dispositivos de asistencia preservan un

nivel de autonomía, disminuyen el peso que debe cargar el cuidador y evitan los peligros relacionada con la manipulación manual. No obstante, su eficacia depende de la clase de deterioro, del ambiente físico y del grado de ayuda que brinden durante las tareas diarias

Existen diferentes tipos de Dispositivos para la movilidad del adulto mayor.

Tabla 6: Tipos de Dispositivos para la Movilidad

Dispositivo	**Concepto**	**Imagen de Referencia**
Sillas de ruedas	Las sillas de ruedas permiten la movilidad cuando la persona no puede caminar y existen en múltiples versiones según el nivel de autonomía requerido. Son el dispositivo de movilidad más utilizado por su versatilidad y adaptabilidad en distintos entornos.	 *Figura 15: Silla de ruedas - Fuente: Extraído de: https://shorturl.at/Wy3Uh*
Sillas de ruedas eléctricas	Las eléctricas funcionan con motor y se controlan mediante joystick, siendo útiles para personas con poca fuerza en la parte superior del cuerpo. Ofrecen mayor autonomía e incluyen funciones avanzadas como inclinación o elevación del asiento.	 *Figura 16: Silla de ruedas eléctrica – Fuente: Extraído de: https://shorturl.at/tSq*
Sillas de ruedas manuales	Las sillas manuales son impulsadas con las manos, ideales para usuarios con fuerza suficiente en brazos que buscan independencia. Son livianas, fáciles de transportar y adecuadas para uso cotidiano.	 *Figura 17: Silla de ruedas manual – Fuente: Extraído de: https://shorturl.at/UBNs1*

Scooter de movilidad	Los Scooter permiten recorrer distancias largas y son una alternativa práctica a las sillas eléctricas. Se fabrican en modelos compactos para interior y versiones robustas para exteriores.	 *Figura 18: Scooter de movilidad - Fuente: Extraído de https://shorturl.at/sHO*
Andadores y caminadores	Los andadores brindan estabilidad a quienes pueden soportar parte de su peso, pero requieren apoyo para caminar. Existen versiones con o sin ruedas, adaptándose a distintos niveles de movilidad.	 *Figura 19: Andador y bastón - Fuente: Extraído de https://shorturl.at/rN9Ps*

Fuente: Datos Adaptados de (Tania López Casanova et al., 2024)

A pesar de que las sillas de ruedas, los andadores y los bastones facilitan el caminar, tienen limitaciones significativas cuando la persona no puede levantarse, ponerse de pie o ser movida sin peligro. En estas situaciones, son necesarios quipos de elevación que han sido creados específicamente para una transferencia segura, como las grúas de transferencia.

2.6.Grúas de Transferencia

Una grúa de transferencia es un aparato asistido que se emplea para “levantar, mover y transportar a personas con movilidad limitada, previniendo esfuerzos y asegurando la seguridad durante el procedimiento” (Tania López Casanova et al., 2024). Este tipo de equipo posibilita la ejecución de transferencias controladas, disminuyendo el peligro de lesiones y caídas en el transcurso del movimiento. Asimismo, reduce la carga física del

cuidador debido a que el sistema de elevación se encarga de la mayor parte del esfuerzo necesario. Según la figura 20, la grúa de transferencia constituye un recurso esencial tanto en entornos clínicos como domiciliarios, donde se busca garantizar la seguridad, la ergonomía y la dignidad del usuario durante los procesos de movilización y cambio de posición.

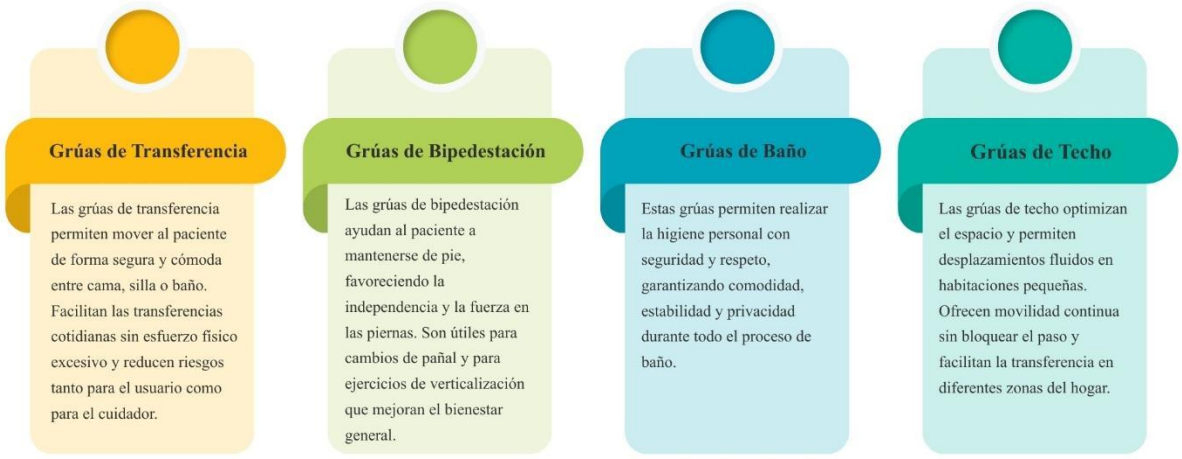


Figura 20: Tipos de grúas - Fuente: (Caudeli Pacheco,2024)

El análisis de los dispositivos convencional muestra que el transporte manual o mediante ayudas básicas no asegura la seguridad si la dependencia es moderada o severa. Por esta razón, las grúas de transferencia, y en particular las de techo, son la opción más efectiva en entornos domiciliarios, ya que posibilitan movimientos regulados sin necesidad de que el cuidador aplique fuerza. Si estos sistemas se conciben con base en los principios de adaptabilidad arquitectónica y modularidad, brindan soluciones más accesibles y versátiles ara una variedad de hogares, lo que justifica la exigencia del mecanismo modular de grúa de techo propuesto en esta investigación.

CAPÍTULO III

ANÁLISIS CONTEXTUAL

3.1. **Análisis externo (PEST/PESTEL**)

El análisis PESTEL refleja un escenario favorable para el diseño de la grúa de techo modular en Tungurahua, con un puntaje neto de +7. Los factores más positivos se concentran en el marco legal y social, donde las leyes de protección a adultos mayores, las políticas de accesibilidad y el crecimiento de la población envejecida respaldan la pertinencia del proyecto. En el ámbito tecnológico, la incorporación de sistemas de seguridad y el uso de herramientas de diseño aportan solidez e innovación.

	FACTORES	MUY NEGATIVO (-2)	NEGATIVO (-1)	NEUTRO (0)	POSITIVO (1)	MUY POSITIVO (2)
P	• Ley Orgánica de Personas Adultas Mayores garantiza accesibilidad y atención especializada. • Políticas nacionales (Decreto 705, NEC) promueven accesibilidad universal sin normas específicas para grúas domiciliarias. • No existen programas o subsidios públicos para financiar dispositivos de asistencia en viviendas.					
E	• Bajo poder adquisitivo de familias de adultos mayores limita la compra de dispositivos. • Pensiones y bonos sociales complementan ingresos, pero no cubren ayudas técnicas. • Dependencia de componentes importados encarece el producto por impuestos y logística.					
S	• Envejecimiento poblacional aumenta la demanda de soluciones de movilidad asistida • Cuidado familiar predominante refuerza la necesidad de dispositivos domiciliarios. • Escaso conocimiento sobre tecnologías asistivas exige sensibilización y capacitación.					
T	• Software CAD/CAE permite desarrollar prototipos modulares. • Sistemas de anclaje, arneses y frenos mejoran seguridad y reducen riesgos. • Falta de normas nacionales obliga a adaptar estándares internacionales (ISO 10535).					
E	• Aumenta el uso de materiales sostenibles y reciclables en dispositivos asistivos. • Normativas ambientales promueven eficiencia energética sin enfoque en ayudas técnicas. • Cuidado en casa reduce transporte sanitario y el impacto ambiental.					
L	• Normas INEN de accesibilidad (2853, 2293) sirven como marco complementario. • Legislación nacional respalda el desarrollo de dispositivos para adultos mayores y personas con discapacidad. • Falta regulación sobre certificación de seguridad en grúas domiciliarias, requiriendo adaptación o normas internacionales.					
TOTAL		-2	-5	0	4	10

Figura 21: Análisis PESTEL - Fuente: Elaboración Propia (2025)

Sin embargo, destacan retos económicos como el bajo poder adquisitivo de las familias y la dependencia de insumos importados, así como un vacío regulatorio en certificaciones específicas para este tipo de dispositivos. En el plano ecológico, los beneficios son

moderados pero relevantes, especialmente en la reducción de traslados médicos y el uso de materiales sostenibles.

3.2. Análisis interno (FODA)

El análisis FODA del diseño de una grúa de techo modular para adultos mayores en Tungurahua evidencia un escenario favorable, aunque con retos importantes. Las fortalezas destacan en la adaptabilidad del diseño, la seguridad mediante sistemas de anclaje y arneses, y el uso de herramientas tecnológicas que optimizan la ergonomía. Estas cualidades lo diferencian frente a soluciones convencionales y refuerzan su viabilidad técnica.

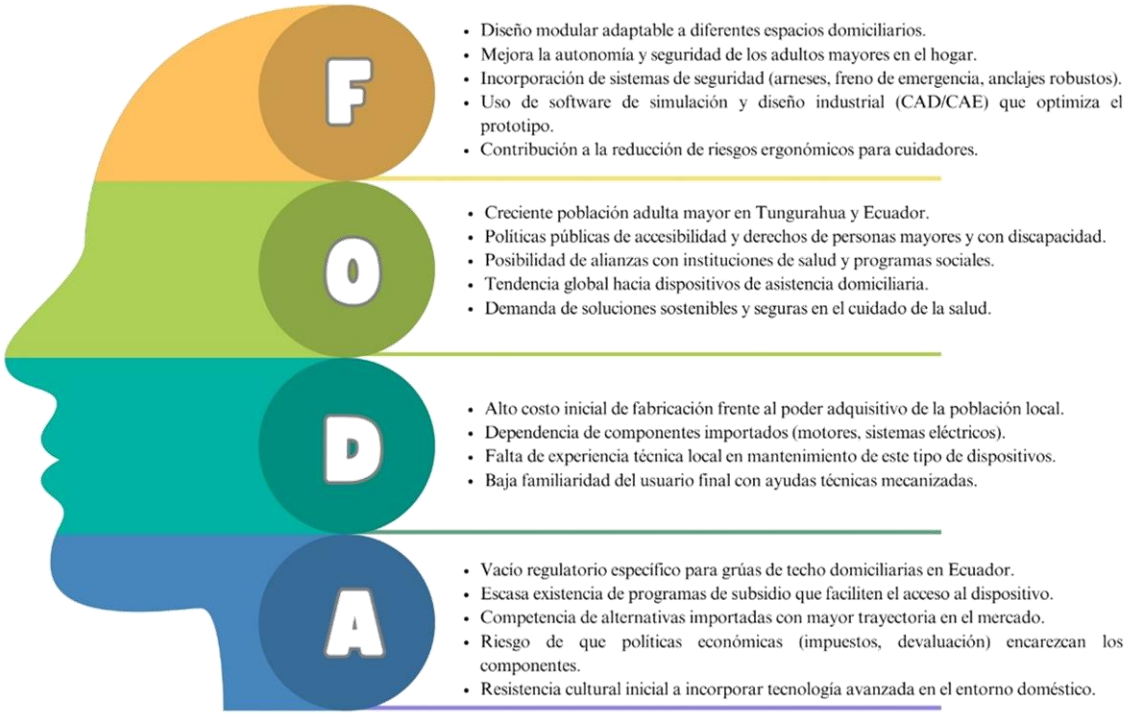


Figura 22: Análisis FODA - Fuente: Elaboración propia (2025)

Las debilidades se concentran en el alto costo inicial, la dependencia de componentes importados y la baja familiaridad de los usuarios con tecnologías asistidas, factores que

limitan la accesibilidad inmediata del producto. Sin embargo, estas limitaciones pueden mitigarse con materiales locales, capacitación y alianzas estratégicas.

El crecimiento de la población mayor y las políticas de accesibilidad favorecen el proyecto, aunque la falta de normativas, la competencia externa y la inestabilidad económica representan riesgos para su implementación.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1.Método:

El método aplicado en este estudio es de carácter experimental - simulativo, ya que se orienta al diseño y validación digital de un prototipo funcional de grúa de techo modular para adultos mayores en entornos domiciliarios de Tungurahua. La experimentación se desarrolla en un entorno virtual, utilizando herramientas de modelado y análisis estructural, lo que permite comprobar su desempeño antes de una posible fabricación. Este enfoque garantiza los resultados y la pertinencia del diseño sin requerir la construcción física del dispositivo

4.2.Enfoque de la investigación

El estudio adopta un enfoque mixto con un diseño metodológico de tipo concurrente, en el cual los métodos cualitativos y cuantitativos se aplican de manera paralela y complementaria. Bajo este esquema, las entrevistas, encuestas, fichas de observación y simulaciones digitales se desarrollan simultáneamente para obtener una visión integral del problema y validar las decisiones de diseño.

Los hallazgos cualitativos (percepciones de profesionales, cuidadores y usuarios) y los hallazgos cuantitativos (porcentajes, tendencias y mediciones) se integran mediante un proceso de triangulación, que permite contrastar coincidencias, divergencias y aportes específicos de cada técnica. Esta integración posibilita transformar los datos en requisitos verificables, tales como necesidad de reducir el esfuerzo físico, mejorar la estabilidad del usuario, optimizar la instalación del mecanismo y asegurar su funcionamiento seguro en espacios reducidos.

El criterio para decidir el diseño final se basa en tres factores principales:

- Consistencia de los datos recogidos en campo y la repetición de patrones en entrevistas, encuestas y observación.
- Cumplimiento de criterios técnicos y normativos establecidos en ergonomía, seguridad y diseño de productos asistidos.
- Desempeño estructural y funcional validado mediante simulaciones digitales, que permiten seleccionar el mecanismo que cumple con la capacidad de carga, estabilidad y factores de seguridad requeridos.

Este proceso asegura que el diseño final del mecanismo modular de grúa de techo no solo responde a la evidencia empírica, sino que integra rigurosamente los resultados cualitativos, cuantitativos y técnicos, garantizando una solución pertinente, segura y validada para el contexto domiciliario de adultos mayores.

4.3.Modalidad

La modalidad seleccionada corresponde a la investigación de desarrollo tecnológico, pues se orienta a generar un prototipo digital validado en software CAD, con criterios de seguridad, ergonomía y adaptabilidad al entorno domiciliario. Este tipo de modalidad permite convertir el conocimiento en una solución factible de fabricar en el futuro, aunque el alcance del presente estudio se limita a su diseño y validación. Así, se construye un aporte concreto que puede ser replicado o implementado en proyectos posteriores

4.4.Nivel de investigación

El proyecto contempla varios niveles metodológicos. En primer lugar, el nivel exploratorio permitió revisar antecedentes de grúas de techo en contextos clínicos y domiciliarios, identificando parámetros técnicos y ergonómicos relevantes, En segundo lugar, el nivel descriptivo se centró en caracterizar el asilo de ancianos Sagrado Corazón de Jesús de la ciudad de Ambato, y el perfil funcional de los adultos mayores usuarios potenciales. Finalmente, el nivel experimental se ejecutó de manera digital, mediante simulaciones digitales que evaluaron la resistencia estructural, distribución de esfuerzos y funcionamiento del mecanismo.

4.5.Diseño de la investigación

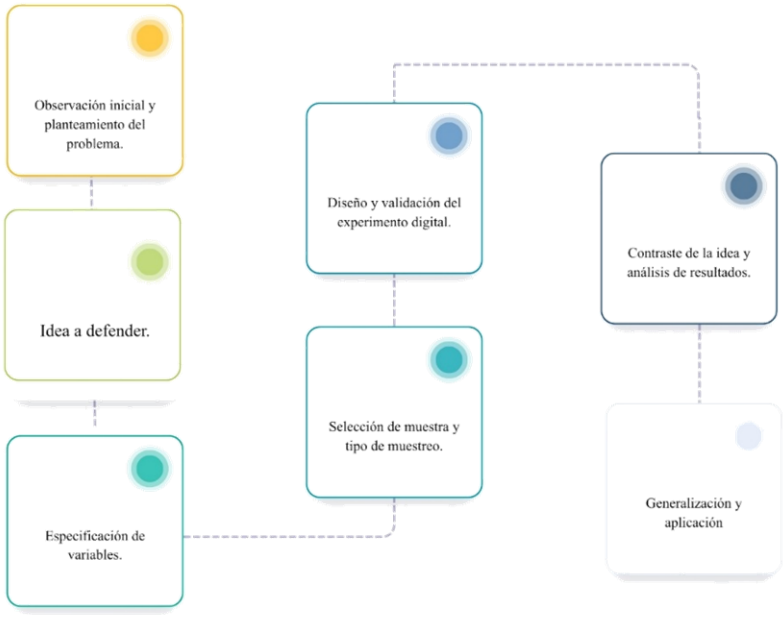


Figura 23: Método experimental – simulativo

Fuente: Elaboración Propia (2025)

4.6.Operacionalización de las variables

La operacionalización de variables fue realizada para asegurar que cada variable no solo cuente con su definición conceptual y dimensiones respectivas, sino que termine en indicadores medibles, verificables y directamente vinculados con los resultados obtenidos y con los requisitos de diseño del mecanismo de grúa de techo.

En el caso de la variable dependiente, nivel de autonomía del adulto mayor, se establecieron indicadores cuantitativos y cualitativos tales como:

- Grado de dependencia reportado mediante el Índice de Barthel
- Frecuencia de incidentes durante los traslados
- Nivel de estabilidad postural observado
- Grado de asistencia requerida por el cuidador.

Estos indicadores permiten medir de forma precisa la condición funcional del usuario y traducir los hallazgos en requisitos ergonómicos y de seguridad aplicables al diseño.

Para la variable independiente, mecanismo modular de grúa de techo, se definieron indicadores técnicos como:

- Capacidad de carga requerida
- Esfuerzo físico ejercido por el cuidador
- Compatibilidad con alturas y estructuras de techo
- Tiempo estimado de transferencia
- Nivel de maniobrabilidad del sistema y factor de seguridad estructural.

Estos indicadores se emplean posteriormente para justificar la selección del mecanismo (polipasto), dimensionar los componentes y validar el diseño mediante simulaciones. Cada indicador se relaciona posteriormente con datos obtenidos en encuesta, entrevista, observación y simulación, asegurando la trazabilidad completa entre:



Figura 24: Trazabilidad de operación de variables

Esta estructura garantiza que las conclusiones del estudio y las decisiones del diseño final se basen en parámetros medibles y verificables, fortaleciendo la coherencia interna y la validez metodológica del proyecto.

Tabla 7: Variable dependiente: Nivel de autonomía en adultos mayores

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Capacidad que tiene el adulto mayor para realizar actividades de la vida diaria de manera independiente, sin ayuda constante de terceros.	Actividades básicas de la vida diaria	Puntaje en Índice de Katz (0–6)	¿Qué actividades de la vida diaria realiza sin ayuda?	Observación Directa	Ficha de observación
	Transferencias posturales	Tiempo promedio de transferencia	• ¿Cuánto tiempo tarda en realizar una transferencia (cama - silla)? • ¿Con qué frecuencia necesita asistencia para trasladarse al baño o la ducha?	Observación Directa	• Cronómetro • Ficha de observación
	Autonomía percibida	Escala de autoeficacia percibida.	¿Qué nivel de confianza percibe al movilizarse con o sin apoyo?	Encuesta Semiestructurada	Escala de Likert

Tabla 8: Variable independiente: Mecanismo modular de grúa de techo

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Sistema de asistencia instalado en el techo que, mediante rieles y arnés, facilita el traslado de adultos mayores en entornos domiciliarios, reduciendo esfuerzo físico y riesgos.	Capacidad técnica	Carga máxima soportada (kg)	¿Qué actividades de la vida diaria realiza sin ayuda?	• Revisión documental • Cálculo de diseño	Normas técnicas
	Seguridad	Presencia de freno de emergencia y sistema de anclaje seguro	¿Cuenta el sistema con freno de emergencia y arnés seguro?	• Observación directa • Juicio de expertos	Entrevista a expertos.
	Usabilidad	Tiempo de transferencia con el mecanismo	¿Cuánto tiempo tarda en realizar una transferencia utilizando la grúa?	• Observación directa • Entrevista a usuarios/cuidadores	Ficha de observación Guía de entrevista
	Validación CAD	Simulación estructural en sistema CAD	¿Cuál es la carga máxima soportada según la simulación en el software?	Validación digital en CAD	Software digital CAD

4.7.Población y Muestra

La población de referencia corresponde a los adultos mayores de la provincia de Tungurahua, que según el censo 2022 realizado por el instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC, 2022) representa el 10,7% de la población total, es decir, un grupo significativo que evidencia la necesidad de soluciones de apoyo para la movilidad domiciliaria. No obstante, debido a las limitaciones de acceso directo a toda la población, el levantamiento de información se realizará a través de informantes clave vinculados al cuidado y atención de adultos mayores, en el asilo de ancianos Sagrado Corazón de Jesús en la ciudad de Ambato.

En el Hogar Sagrado Corazón de Jesús se identificó una población total de 89 adultos mayores, de los cuales 17 presentan movilidad reducida, lo que representa aproximadamente el 20 % del total. Esta proporción evidencia una demanda significativa de apoyo para las actividades de movilización y transferencia, poniendo de manifiesto la necesidad de implementar un mecanismo de grúa de techo que facilite el traslado seguro de los usuarios, reduzca el riesgo de caídas y optimice las condiciones ergonómicas tanto para los adultos mayores como para el personal cuidador.

4.8.Muestra

Para garantizar la validez externa del estudio, la muestra y su proceso de selección se definieron de manera intencional y cuidadosamente delimitada. La investigación incluyó dos grupos principales de participantes:

- Profesionales y cuidadores del Hogar de Ancianos Sagrado Corazón de Jesús.
- Adultos mayores usuarios del entorno donde se analizaron las necesidades de movilidad.

En total, se incluyeron 15 participantes, distribuidos de la siguiente manera:

- 4 cuidadores

- 1 enfermera
- 1 fisioterapeuta
- 1 médico Geriatra
- 1 arquitecto
- 1 diseñador industrial
- 7 adultos mayores observados en actividades de traslado.

Cada uno de estos perfiles aporta información esencial para comprender los factores técnicos, ergonómicos y espaciales asociados al diseño del mecanismo de grúa de techo. Su selección responde a su conocimiento práctico y técnico, lo que asegura información válida para el diseño del mecanismo de grúa de techo. La investigación se desarrolla en el Hogar de Ancianos Sagrado Corazón de Jesús, ubicado en el canto Ambato.

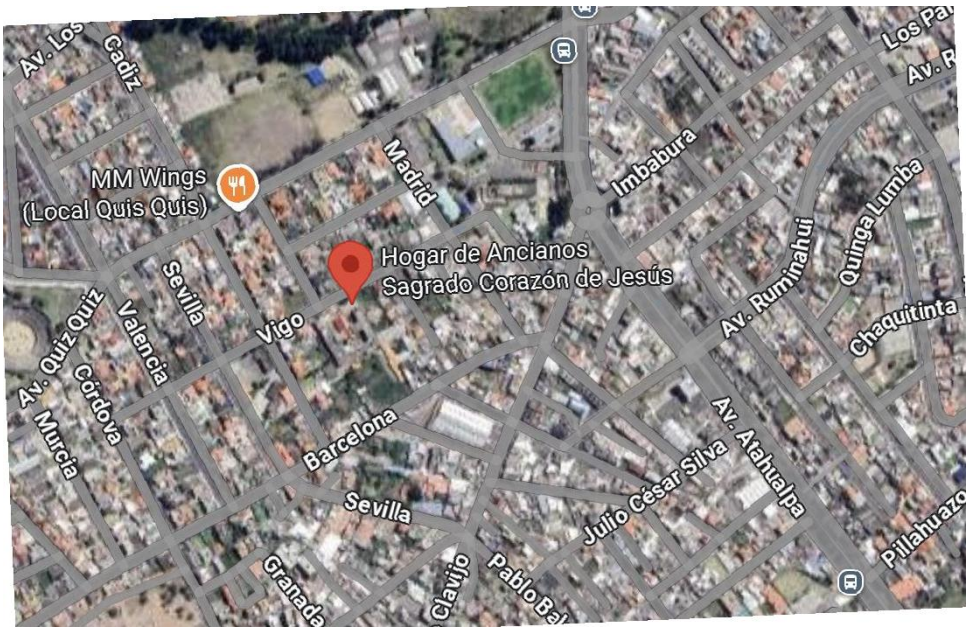


Figura 25: Hogar de ancianos Sagrado Corazón de Jesús – Fuente: (Google maps, 2025)

4.9.Tipo de Muestra

El tipo de muestra es estratificada probabilística, ya que se organizó a los participantes en subgrupos según su rol dentro del cuidado del adulto mayor: cuidadores, fisioterapistas, enfermeros y médicos geriatras. Esta clasificación permite obtener información desde distintos niveles de responsabilidad y especialización, lo cual enriquece el análisis sobre las necesidades reales de movilidad asistida, La estratificación asegura que cada grupo profesional aporte datos específicos sobre las transferencias, reduciendo sesgos y garantizando una representación equilibrada dentro del estudio.

4.10. Tamaño de la muestra

La selección se realizó mediante muestreo no probabilístico e intencional, debido a que los participantes debían cumplir con características específicas relacionadas directamente con el objeto de estudio. Se establecieron los siguientes criterios de inclusión:

- Tener al menos seis meses de experiencia en el cuidado, atención o rehabilitación de adultos mayores (en el caso de profesionales y cuidadores).
- Conocimiento directo del proceso de movilización y transferencia de adultos mayores en el contexto.
- Participantes voluntarios que aceptaron colaborar proporcionando información técnica, ergonómica o experiencial.
- Para los adultos mayores, presentar algún grado de movilidad reducida o estar involucrados en rutinas de transferencia asistida dentro del centro geriátrico.

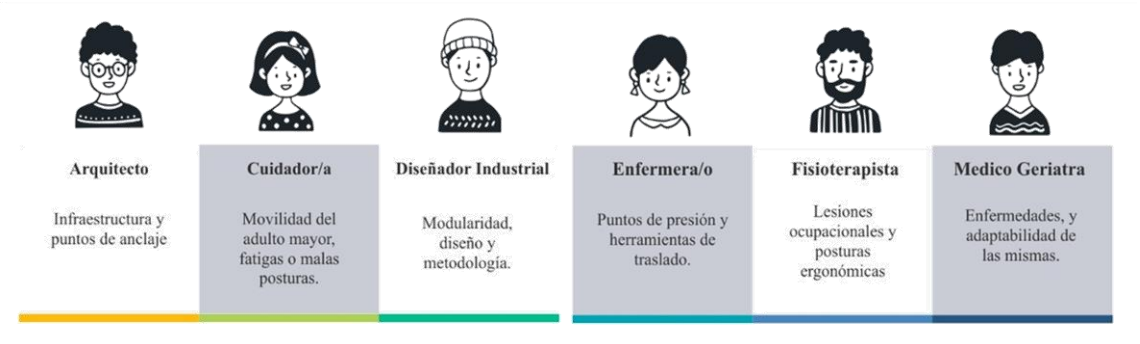


Figura 26: Perfil de Profesionales - Fuente: Elaboración propia (2025)

Los criterios de exclusión fueron:

- Profesionales sin relación directa con actividades de movilización o que no tuvieran experiencia reciente en el cuidado de adultos mayores.
- Cuidadores temporales o con menos de seis meses de experiencia.
- Adultos mayores con condiciones médicas que pudieran comprometer su bienestar durante la observación (dolor agudo, episodios de descompensación, estado clínico inestable).

Esta selección estructurada permite que la información recopilada mediante encuestas digitales, entrevistas semiestructuradas y observación directa refleje con fidelidad las necesidades reales del entorno. Asimismo, asegura que los resultados puedan traducirse en requisitos de diseño confiables, alineados con el uso final del mecanismo y con la realidad operativa de los cuidadores y usuarios.

La selección fue de tipo intencional, escogiendo participantes que contara con al menos seis meses de experiencia en el cuidado o atención de adultos mayores en Tungurahua. Además, se incorporó también un arquitecto, cuya participación aporta una visión especializada sobre infraestructura domiciliaria y a un diseñador industrial, encargado de aportar criterio de diseño y usabilidad relacionados con el mecanismo de grúa de techo.

Aspectos Éticos

Dado que la investigación involucra la participación de adultos mayores y profesionales/cuidadores dentro de un entorno institucional, se incorporaron de manera explícita los aspectos éticos fundamentales para garantizar la protección de los participantes y la legitimidad del proceso investigativo. En este sentido, se aplicaron los siguientes principios:

- **Consentimiento informado**

Antes de realizar el levantamiento de información se emitió desde el Decanato de la Facultad de Diseño y Arquitectura la solicitud de levantamiento de información al Hogar d Ancianos Sagrado Corazón de Jesús (Anexo 1). Dicha institución Autorizo la realización de entrevistas, encuestas y observación. Se explicó a cada participante el propósito del estudio, el tipo de información que sería recopilada y el uso exclusivo académico de los datos.

Para los adultos mayores observados, al no ser entrevistados directamente se gestionó la autorización institucional (Anexo 1) del centro geriátrico.

- **Confidencialidad y anonimato**

Toda la información proporcionada por cuidadores, profesionales y responsables institucionales fue tratada con carácter confidencial. Los nombres, datos personales, imágenes y cualquier información que permitiera identificar a los participantes fueron omitidos. Los registros se utilizaron únicamente con fines de análisis y elaboración del diseño del mecanismo.

- **Minimización de riesgos**

La investigación se desarrolló mediante observación no participativa, sin intervenir en las rutinas de cuidado ni modificar procedimientos que pudieran comprometer la seguridad de los adultos mayores o del personal. Las entrevistas y encuestas se aplicaron en espacios seguros, respetando los tiempos y condiciones de cada participante.

- **Respaldo documental**

El formato de consentimiento informado y la autorización institucional fueron integrados en el Anexo 1, conforme a las prácticas éticas de estudios realizados en contextos geriátricos. Esto permite verificar la transparencia del proceso y el cumplimiento de los protocolos éticos correspondientes.

4.11. Técnicas de Estudio

Para el levantamiento de información se empleará técnicas de enfoque cualitativo, adecuados para comprender en profundidad las necesidades y dificultades asociadas a la movilidad asistida en el hogar:



Figura 27: Técnicas de Estudio - Fuente: Elaboración propia (2025)

4.12. Modelo de Instrumentos

Para garantizar una recolección de datos completa y acorde a los objetivos del estudio, se seleccionaron instrumentos que permiten obtener información desde diferentes perspectivas. Este conjunto de herramientas facilita analizar de forma integral las condiciones de transferencia del adulto mayor, así como los factores ergonómicos, espaciales y operativos que influye en el diseño del mecanismo de grúa de techo.

Los instrumentos utilizados en la investigación son los siguientes:

Ficha de Observación

Proyecto: Diseño de un mecanismo modular de grúa de techo para facilitar la movilidad de adultos mayores en entornos domiciliarios.

Lugar de observación: Hogar de Ancianos Sagrado Corazón de Jesús

Observador: Steven Adrián Paredes Cherrez

Fecha: Hora:

Sección 1. Datos del contexto

Área observada	☐ Dormitorio ☐ Baño ☐ Pasillo ☐ Sala común
Número de cuidadores presentes	
Número de adultos mayores trasladados	
Tipo de traslado observado	☐ Cama–silla ☐ Silla–baño
Instrumento de Movilidad	☐ Bastón ☐ Silla de ruedas ☐ Andadera

Sección 2. Condiciones generales del entorno

Ítem	Observación	Escala (1–5)	Comentario breve
Espacio suficiente para maniobrar	☐ Sí ☐ No		
Piso antideslizante y en buen estado	☐ Sí ☐ No		
Presencia de obstáculos o desniveles	☐ Sí ☐ No		

Sección 3. Observación del proceso de traslado y seguridad del adulto mayor

Aspecto observado	**Sí**	**No**	**Comentarios**
Se realiza comunicación previa con el adulto mayor	☐	☐	
Se emplean técnicas seguras de levantamiento	☐	☐	
Se requieren más de dos personas para el traslado	☐	☐	
Existen pausas o interrupciones durante el movimiento	☐	☐	
Se observa esfuerzo físico excesivo del cuidador	☐	☐	
El adulto mayor mantiene postura estable y segura	☐	☐	
Se evidencia incomodidad o dolor en alguno de los participantes	☐	☐	

Sección 4. Observaciones complementarias

Tiempo total del traslado	
Dificultades observadas	
Aspectos positivos del procedimiento	
Sugerencias del observador	

5. Anexos o Fotografías.

Resultados de observación no participativa

Los registros anexados en el presente documento muestran evidencias de esfuerzo físico excesivo en elevación manual, interrupciones por espacios reducidos y obstáculos, y

posturas forzadas del cuidador en cambios de posición; se documenta tiempo total de traslado, condiciones del piso y maniobrabilidad según el área observada. Estas evidencias respaldan la necesidad de un sistema que redistribuya cargas, estabilice al usuario y minimice riesgos.

Encuesta

Objetivo: Recoger información sobre las prácticas, percepciones y necesidades relacionadas con la movilización de adultos mayores dentro del hogar geriátrico, como insumo para el diseño de un sistema modular de grúa de techo.

Escala de valoración:
1 = Totalmente en desacuerdo
2 = En desacuerdo
3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4 = De acuerdo
5 = Totalmente de acuerdo

SECCIÓN 1: Datos generales del participante

Cargo: ☐ Cuidador/a ☐ Enfermero/a ☐Medico ☐Fisioterapista ☐otro_____

Años de experiencia en el área geriátrica: _____

Turno de trabajo: ☐ Matutino ☐ Vespertino ☐ Nocturno

SECCIÓN 2: Condiciones actuales del entorno

- ¿Los espacios del hogar facilitan el movimiento y traslado de los adultos mayores?
- ¿Los traslados actuales se realizan de manera segura y sin incidentes?
- ¿El tiempo requerido para movilizar a un adulto mayor es adecuado?
- ¿Las áreas de baño y dormitorio cuentan con condiciones adecuadas para las transferencias?

SECCIÓN 3: Esfuerzo físico y ergonomía del cuidador y del adulto

- ¿Los traslados requieren un esfuerzo físico considerable por parte del cuidador?
- ¿Las posturas adoptadas durante los traslados son incómodas o forzadas?
- ¿Considera que los traslados frecuentes generan fatiga o dolor muscular?
- ¿Existen pausas suficientes entre los traslados para evitar sobrecarga física?

SECCIÓN 4: Seguridad y confort del adulto mayor

- ¿Durante el traslado, los adultos mayores se sienten seguros y tranquilos?
- ¿Las técnicas de movilización empleadas minimizan el riesgo de caídas o lesiones?
- ¿El entorno (pisos, puertas, pasillos) ofrece condiciones adecuadas para la estabilidad?
- ¿La comunicación entre cuidador y adulto mayor es clara durante el proceso de traslado?

SECCIÓN 5: Necesidad de mejora e innovación

- ¿Considera que sería útil contar con un sistema que facilite los traslados sin esfuerzo físico?
- ¿Conoce que existen mecanismos de grúas de techo para el traslado de los adultos mayores?
- ¿Un mecanismo de grúa de techo podría mejorar la seguridad del cuidador y del adulto mayor?
- ¿La implementación de tecnología asistida mejoraría la eficiencia del trabajo diario?
- ¿Un sistema de grúa de techo contribuiría a disminuir el riesgo de lesiones en cuidadores y residentes?



Figura 28: Encuesta Digital - Fuente: elaboración propia en Google forms

Entrevista

Proyecto: *Diseño de un mecanismo modular de grúa de techo para facilitar la movilidad de adultos mayores en entornos domiciliarios en la provincia de Tungurahua.*

Lugar: Hogar de Ancianos Sagrado Corazón de Jesús

Entrevistador: Steven Adrián Paredes Cherrez

Duración estimada: 25–35 minutos

Perfil del participante:

☐ Arquitecto/a ☐ Médico/a Geriátrico/a ☐ Fisioterapeuta ☐ Diseñador/a Industrial

Objetivo: Recoger información técnica, normativa, ergonómica y de diseño para fundamentar la propuesta de un sistema modular de grúa de techo orientado a mejorar la movilidad asistida de adultos mayores.

SECCIÓN 1. Preguntas generales

¿Conoce o ha escuchado sobre los mecanismos de grúa de techo utilizados para la movilización de adultos mayores?	☐ Sí	☐ No
¿Ha tenido contacto o experiencia con equipos de asistencia mecánica o eléctrica para movilizar pacientes?	☐ Sí	☐ No
¿Cree que los mecanismos asistidos podrían mejorar la ergonomía y reducir lesiones laborales?	☐ Sí	☐ No

SECCIÓN 2. Condiciones del Entorno físico

Tabla 9: *Preguntas Entrevista Arquitecto*

	**Arquitecto:** Andrés Lara
	• ¿Qué requisitos espaciales y estructurales (dimensiones, alturas, capacidad del techo) considera necesarios para instalar una grúa de techo de manera segura? • Según su criterio, la distribución dormitorio–baño en viviendas o centros geriátricos cumple con la norma vigente, ¿o requeriría ajustes? ¿Cuál sería la distancia ideal entre ambos espacios? • ¿Qué cambios arquitectónicos mínimos se deberían implementar en una vivienda típica para cumplir con la normativa aplicable y permitir la integración del sistema? • ¿Cómo puede incorporarse la grúa de techo en el diseño del ambiente sin afectar negativamente la estética o funcionalidad del espacio? • ¿Qué sistemas constructivos (losa, estructura metálica, madera) son más adecuados para soportar mecanismos suspendidos como la grúa? ¿Por qué? • ¿Conoce algún proyecto local (Tungurahua u otra zona) que haya aplicado criterios normativos para movilidad asistida dentro del espacio arquitectónico?

La entrevista indica que instalar una grúa de techo es viable en la mayoría de las viviendas de Tungurahua, porque suelen estar construidas en hormigón, un material resistente que permite fijar los rieles con pernos expansivos sin afectar la estructura. Mientras la carga total del sistema no supere aproximadamente una tonelada por metro cuadra, la vivienda puede soportarla de forma segura. El reto principal está en el espacio con las alturas de 2,30 – 2,50 m son limitadas para un mecanismo suspendido y podrían afectar el confort.



Figura 29: Insights Arquitecto - Fuente: Elaboración propia (2025)

SECCIÓN 3. Seguridad y Cuidados Médicos

Tabla 10: *Preguntas Entrevista Médico Geriatra*

	**Médico Geriatra:** David Barona
	• ¿Cuáles son los principales cuidados y precauciones al movilizar a un adulto mayor con movilidad limitada? • ¿Qué tipos de lesiones o accidentes son más frecuentes durante los traslados manuales? • ¿Qué factores fisiológicos o clínicos deben considerarse para el diseño de un sistema de movilización asistida? • ¿Cree que un mecanismo de grúa de techo podría disminuir riesgos médicos o posturales? ¿Por qué? • ¿Considera que un sistema de grúa de techo puede utilizarse con la mayoría de los adultos mayores, o existen enfermedades o condiciones específicas que limitarían su uso?

Aquí se confirma que un sistema de grúa de techo puede reducir significativamente los riesgos clínicos asociados a los traslados manuales en adultos mayores, especialmente caídas, fracturas y lesiones cutáneas. El medico destaca que la movilización tradicional genera golpes, dolor, desgarros de piel y fracturas frecuentes, mientras que un mecanismo asistido ofrece un traslado más seguro, estable y controlado.

Además, señala que factores como el peso, el rango de movilidad y las comorbilidades deben considerarse en el diseño, en general la grúa puede usarse con la mayoría adultos mayores, salvo en casos con osteoporosis severa o fragilidad ósea extrema.

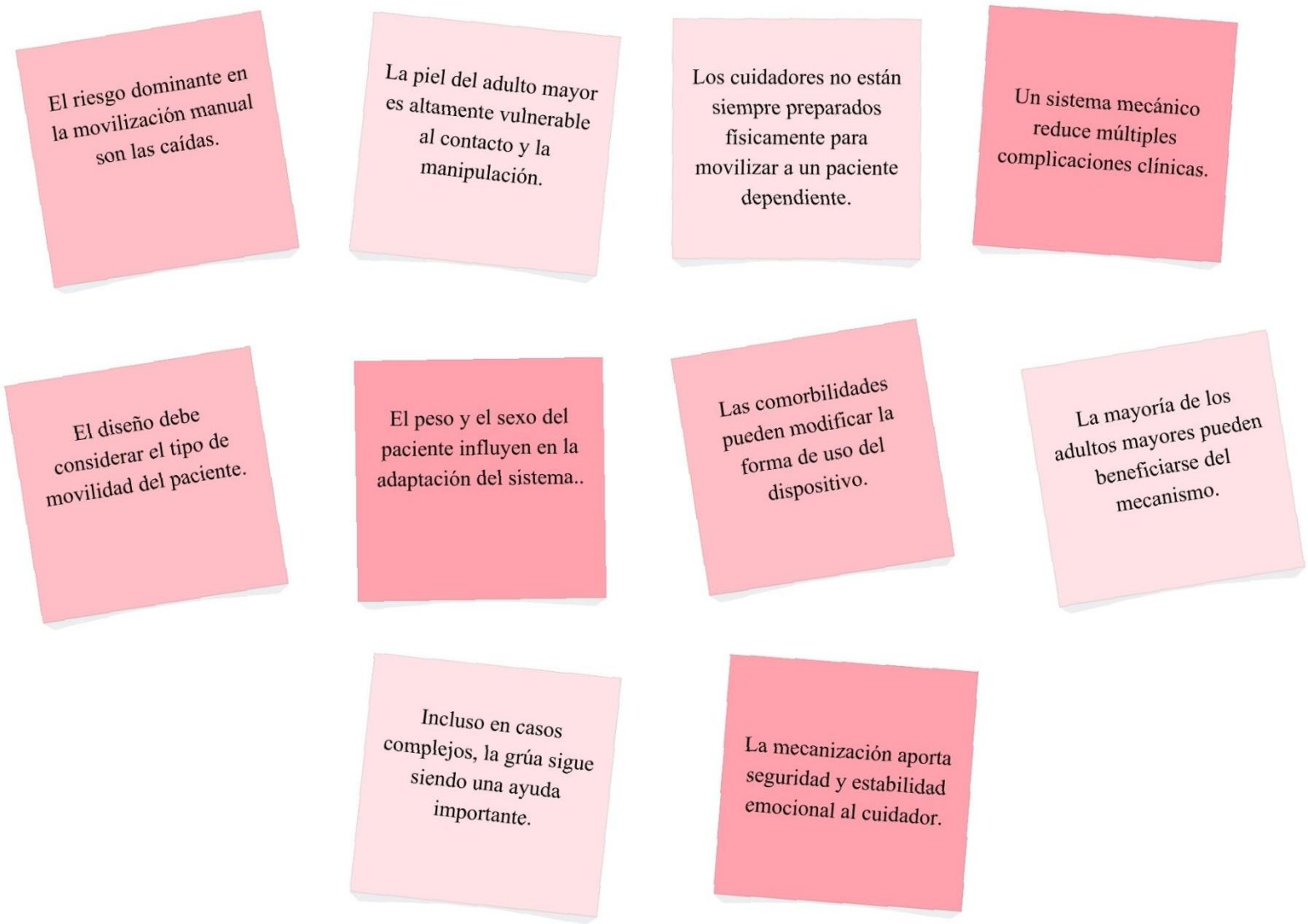


Figura 30: Insights Médico Geriatra - Fuente: Elaboración propia (2025)

SECCIÓN 4. Posturas y Ergonomía

Tabla 11: *Preguntas Fisioterapista*

	**Fisioterapista:** Juan Carlos Ávila
	• ¿Qué posturas recomienda para minimizar el esfuerzo físico en los cuidadores durante el traslado de adultos mayores? • ¿Qué zonas corporales sufren mayor tensión o fatiga en estas maniobras repetitivas? • ¿Qué beneficios posturales tendría este tipo de mecanismo para los cuidadores y los adultos mayores?

En esta parte de la entrevista evidencia que los traslados manuales de adultos mayores generan una alta carga física y riesgo de lesiones para los cuidadores, debido a maniobras repetitivas, posturas inadecuadas y esfuerzos constantes al mover pacientes encamados. El fisioterapista confirma que los sistemas asistidos, como las grúas suspendidas, mejoran significativamente la ergonomía reduce enfermedades ocupacionales y facilita una movilización más segura tanto para el cuidador como para el paciente.

Además, la experiencia en salsa de rehabilitación demuestra que los rieles y soportes superiores son efectivos y funcionales, respaldando la viabilidad de aplicar un mecanismo similar en el entorno domiciliario.

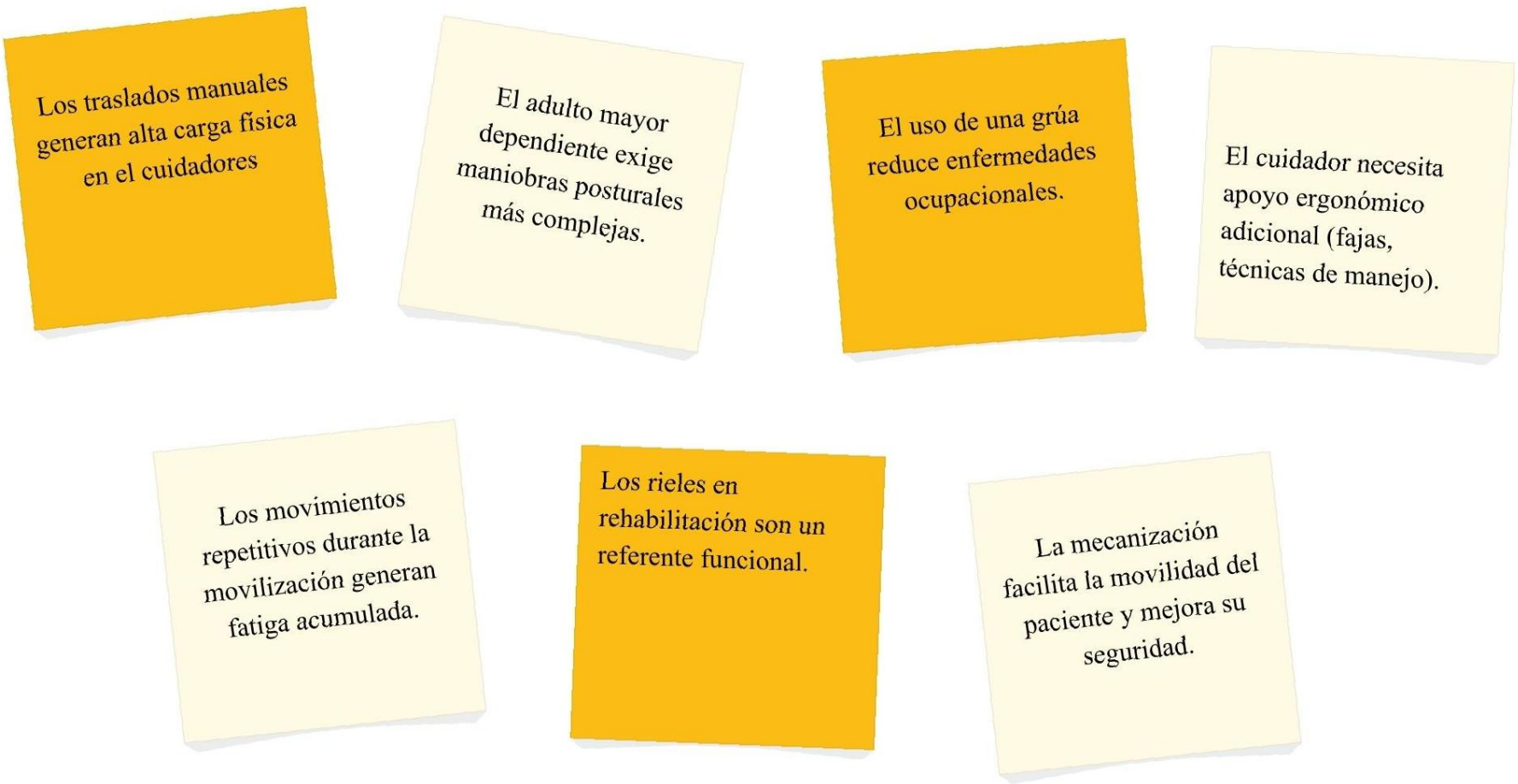


Figura 31: Insights Fisioterapista – Fuente: Elaboración Propia (2025)

SECCIÓN 5. Diseño, usabilidad e innovación

Tabla 12: *Preguntas Diseñador Industrial*

	**Diseñador Industrial:** Andrés López
	• ¿Qué aspectos considera fundamentales al diseñar un mecanismo de asistencia para adultos mayores (seguridad, accesibilidad, modularidad, mantenimiento)? • ¿Qué materiales o soluciones estructurales serían más apropiados para garantizar resistencia y ligereza en un sistema de grúa de techo modular? • ¿Cómo debería plantearse la interacción usuario-producto para facilitar el uso del dispositivo por personal no técnico? • ¿Qué estrategias de diseño considera efectivas para lograr que el sistema sea adaptable, económico y de fácil instalación?

La entrevista muestra que le diseño de una grúa de techo para uso domiciliario debe enfocarse en adaptabilidad, ligereza y discreción, integrando soluciones mecánicas y materiales adecuados al entorno del hogar. El diseñador destaca la importancia de escoger mecanismos eficientes, reducir cargas para el usuario y emplear materiales como duraluminio, que combinan resistencia con bajo peso.

Aunque existen alternativas de alto rendimiento como la fibra de carbono, su costo limita su aplicación. En conjunto refuerza la necesidad de un sistema ergonómico accesible y visualmente integrado al espacio doméstico.



Figura 32: Insights Diseñador Industrial - Fuente: Elaboración Propia

SECCIÓN 6. Prácticas de cuidado y apoyo en la movilización del adulto mayor

Tabla 13: *Preguntas Entrevista con la Enfermera*

	**Enfermera:** Marcia Poaquiza
	• ¿Qué métodos o técnicas utiliza actualmente para movilizar al adulto mayor dentro del dormitorio o hacia el baño, y qué dificultades encuentra en esas maniobras? • ¿Ha tenido alguna experiencia con dispositivos de asistencia al movimiento (por ejemplo, grúas, arneses, barras de apoyo)? ¿Qué ventajas o problemas ha observado en su uso? • ¿Qué aspectos considera más importantes para garantizar la seguridad del adulto mayor y del cuidador durante una transferencia o levantamiento? • ¿Cómo cree que un sistema de grúa de techo podría mejorar las condiciones de trabajo y reducir el esfuerzo físico del personal de cuidado? • ¿Desde su experiencia, qué características debería tener un mecanismo de este tipo para ser fácil de usar y adaptable a diferentes espacios del hogar o del centro geriátrico?

La enfermera muestra que la movilización manual genera alto esfuerzo físico, riesgo de lesiones y dificultades operativas debido a espacios reducidos y maniobras repetitivas. La cuidadora experimenta dolor ciático y dificultades constantes al cargar y trasladar adultos mayores. Los dispositivos actuales son grandes e incomodos, y el entorno limita la seguridad. Un sistema de grúa de techo permitiría eliminar la carga directa del peso, agilizar las rutinas diarias y mejorar la seguridad tanto del cuidador como del paciente, especialmente en habitaciones pequeñas

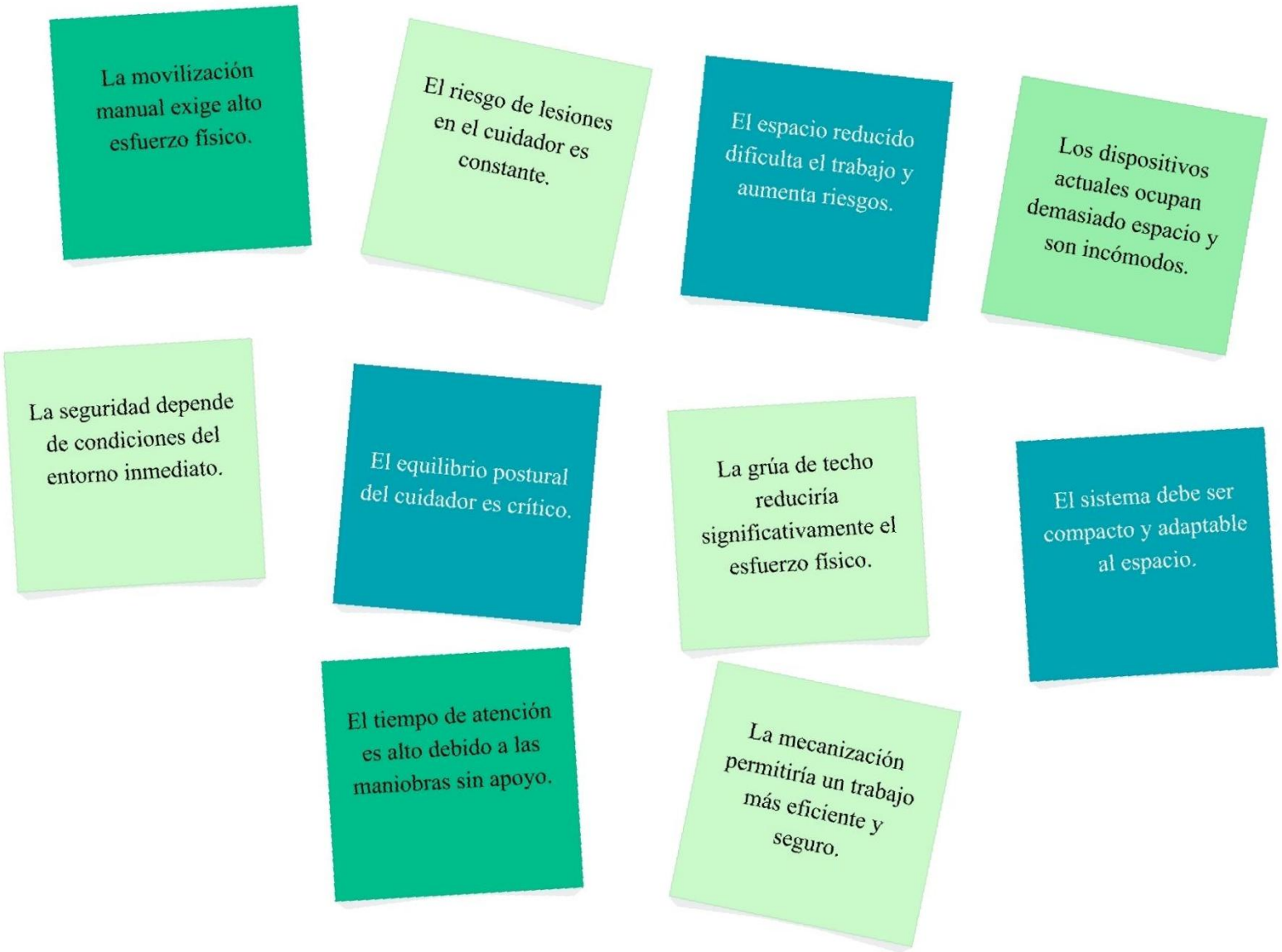


Figura 33: Insights Enfermera - Fuente: Elaboración propia

Resultados de entrevista

Se codificaron y agruparon las entrevistas en cinco ejes:

- ***Arquitectura y espacio (Arquitecto):*** viabilidad de instalación en techos de hormigón con anclajes expansivos, atención a alturas interiores 2,30–2,50 m y configuración dormitorio–baño; se propone solución compacta y modular para no afectar estética ni funcionalidad.
- ***Riesgo clínico (Médico geriatra):*** traslados manuales asocian caídas, fracturas y lesiones cutáneas; el sistema suspendido reduce riesgos y debe contemplar comorbilidades y fragilidad ósea.
- ***Ergonomía del trabajo (Fisioterapeuta):*** evidencia de carga repetitiva, posturas inadecuadas y lesiones ocupacionales; la grúa de techo mejora la ergonomía y facilita movilización segura.
- ***Diseño y materiales (Diseñador industrial):*** foco en adaptabilidad, ligereza y discreción; preferencia por aluminio/duraluminio (resistencia–peso), con mecanismos eficientes y fácil mantenimiento.
- ***Práctica de cuidado (Enfermería):*** alto esfuerzo físico, espacios reducidos y maniobras repetitivas; el sistema suspendido elimina carga directa, agiliza rutinas y mejora seguridad en habitaciones pequeñas.

4.13. Análisis y discusión de resultados

A continuación, se presenta los resultados obtenidos de la encuesta realizada a los trabajadores (20) del Hogar de Ancianos Sagrado Corazón de Jesús según la información reportada por la directora del centro gerontológico, en las que se obtuvieron los siguientes resultados.

- ***Condiciones del entorno y seguridad.***

La mayoría de participantes considera que los espacios del hogar geriátrico facilitan la movilidad: 60 % de acuerdo y 30 % totalmente de acuerdo; sin embargo, un 10 % reporta

limitaciones específicas, lo que sugiere variabilidad entre áreas (p. ej., pasillos estrechos u obstáculos)

Pregunta 1



Figura 34: Pegunta 1 - Sección 2 / Fuente: Google forms

Respecto a la seguridad en los traslados, el 70 % está de acuerdo y el 25 % totalmente de acuerdo; solo un 5 % expresa desacuerdo, reflejando incidentes aislados o aplicación irregular de técnicas seguras.

Pregunta 2

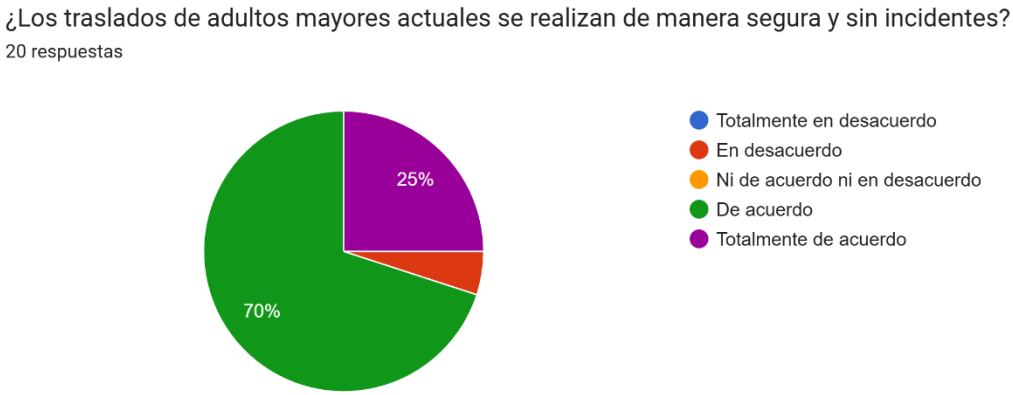


Figura 35: Pegunta 2 - Sección 2 / Fuente: Google forms

El tiempo de traslado es percibido como adecuado por el 55 % (de acuerdo) y 30 % (totalmente de acuerdo); un 10 % se mantiene neutral y 5 % lo considera excesivo, evidenciando puntos de mejora operativa.

Pregunta 3

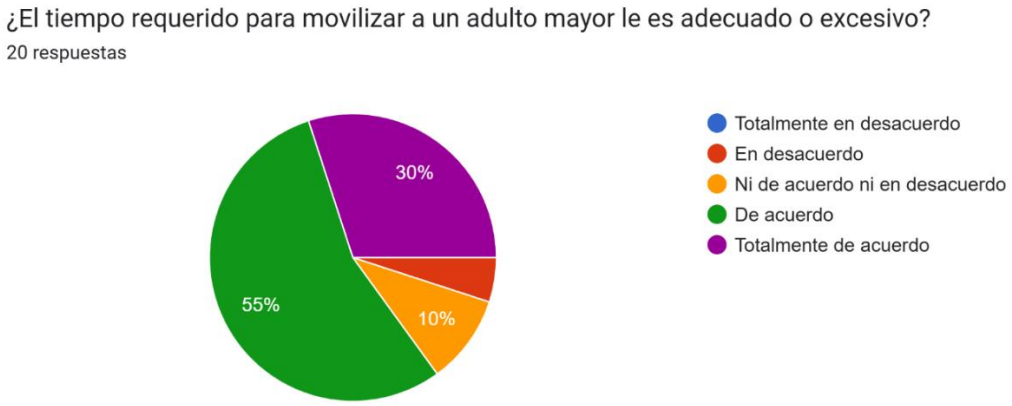


Figura 36: Pegunta 3 - Sección 2 / Fuente: Google forms

El 50% está de acuerdo y el 40% totalmente de acuerdo, mostrando una valoración mayormente favorable. Sin embargo, un 10% aún identifica problemas en estas áreas, posiblemente relacionados con espacio, accesibilidad o distribución

Pregunta 4

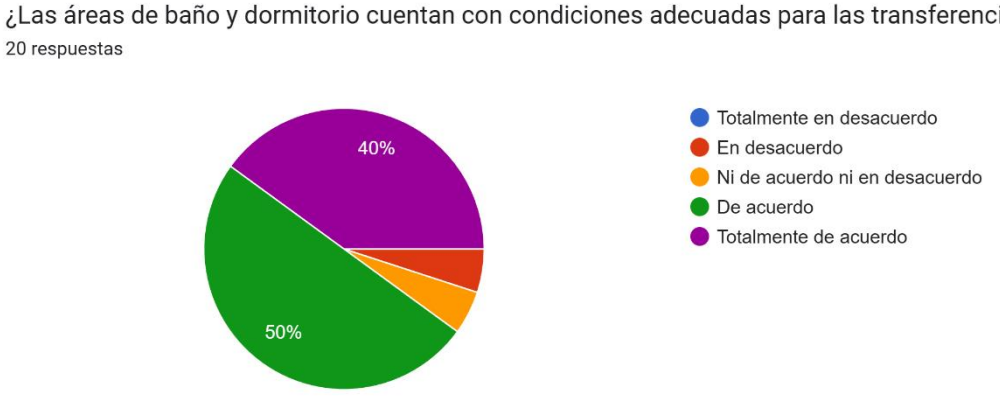


Figura 37: Pegunta 4 - Sección 2 / Fuente: Google forms

- ***Esfuerzo físico y ergonomía del cuidador.***

Un 55 % está de acuerdo y 40 % totalmente de acuerdo en que los traslados requieren esfuerzo físico elevado; el 65 % afirma que las posturas durante la movilización son incómodas o forzadas; el 55 % reporta fatiga/dolor muscular frecuente.

Pregunta 1

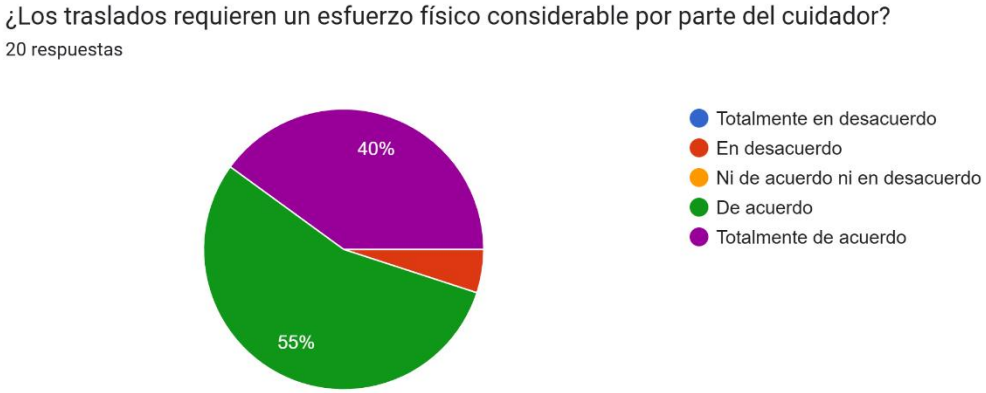


Figura 38: Pegunta 3 - Sección 2 / Fuente: Google forms

Sobre pausas y dosificación del esfuerzo, el 65 % está de acuerdo en que existen descansos, pero un 30 % (neutral + totalmente de acuerdo) indica heterogeneidad entre turnos o rutinas.

Pregunta 2

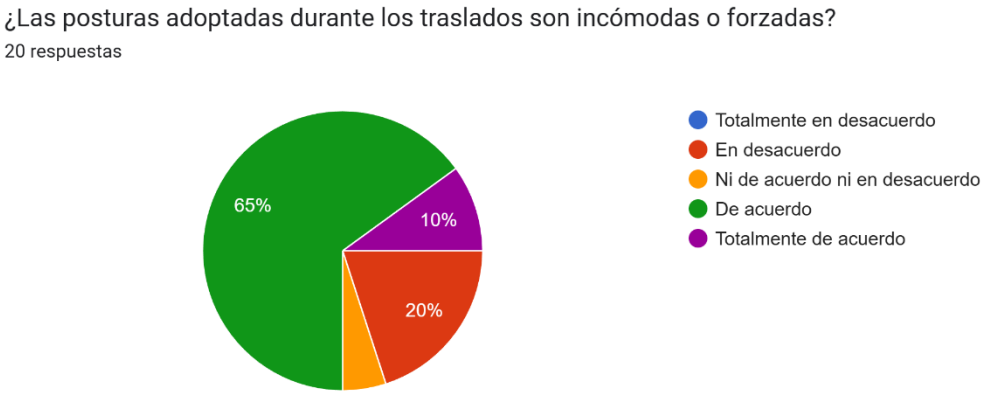


Figura 39: Pegunta 2 - Sección 3 / Fuente: Google forms

El 55% de acuerdo y el 30% totalmente de acuerdo reflejan que la fatiga y el dolor muscular son efectos comunes del trabajo de traslado. Solo un 10% mantiene una postura neutral, lo que refuerza la frecuencia de molestias físicas.

Pregunta 3

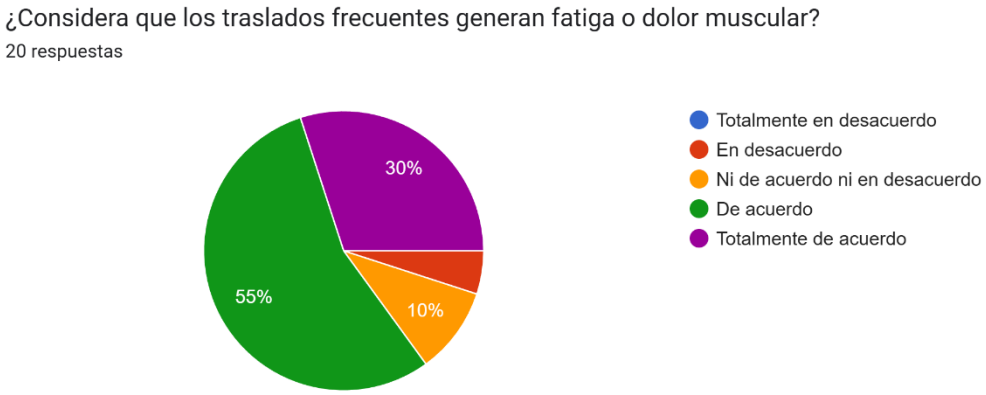


Figura 40: Pegunta 3 - Sección 3 / Fuente: Google forms

El 65% está de acuerdo, pero un 15% está neutral y otro 15% totalmente de acuerdo. Aunque muchos consideran que sí existen pausas, todavía hay un grupo que percibe insuficiencia, lo que sugiere variabilidad según turno o carga laboral.

Pregunta 4



Figura 41: Pegunta 4 - Sección 3 / Fuente: Google forms

- ***Seguridad y confort del adulto mayor.***

El 50 % está de acuerdo y 35 % totalmente de acuerdo en que el adulto mayor se siente seguro/tranquilo durante el traslado; el 15 % neutral sugiere variaciones por contexto o nivel de dependencia.

Pregunta 1

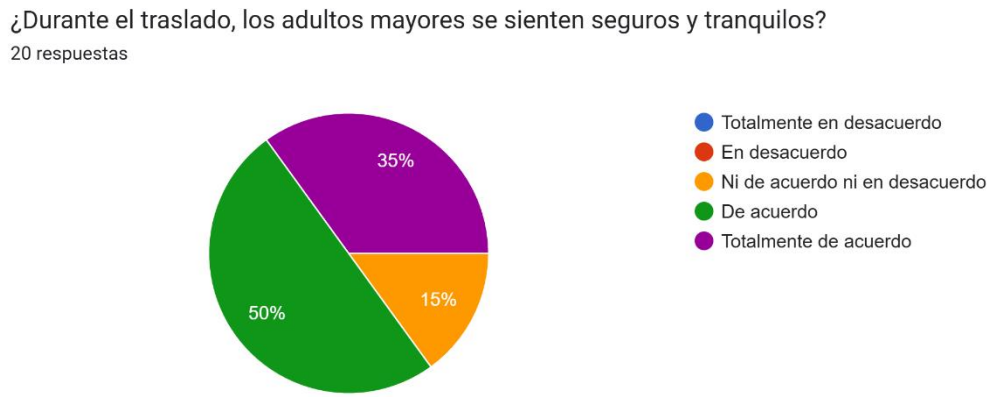


Figura 42: Pegunta 1- Sección 4 / Fuente: Google forms

Las técnicas de movilización se perciben como reductoras de riesgo en el 75 % (de acuerdo) y 20 % (totalmente de acuerdo); el entorno ofrece estabilidad para el 70 % (de acuerdo) y 25 % (totalmente de acuerdo).

Pregunta 2



Figura 43: Pegunta 2 - Sección 4 / Fuente: Google forms

La comunicación cuidador–usuario es efectiva en el 50 % (de acuerdo) y 40 % (totalmente de acuerdo); el 10 % neutral apunta oportunidades para estandarizar protocolos de comunicación.

Pregunta 3

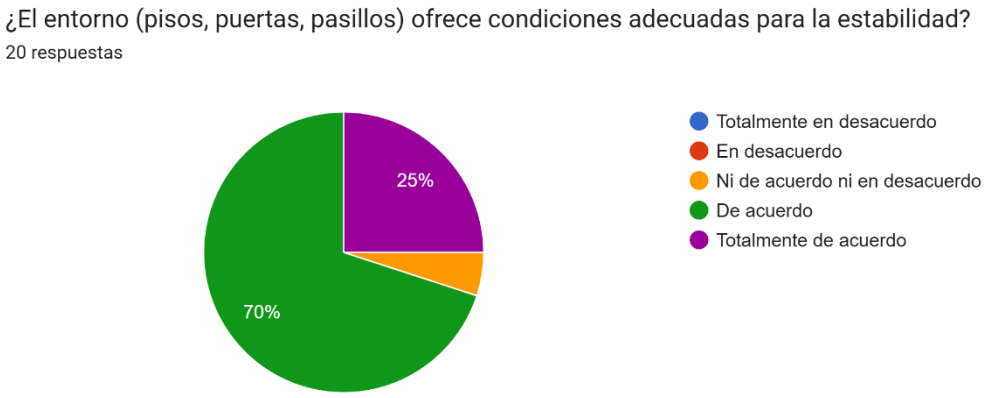


Figura 44: Pegunta 3 - Sección 4 / Fuente: Google forms

El 50% está de acuerdo y el 40% totalmente de acuerdo, mostrando que en la gran mayoría de los casos existe comunicación efectiva. Un 10% se mantiene neutral, lo cual sugiere que hay contextos donde la comunicación puede ser limitada o no constante.

Pregunta 4

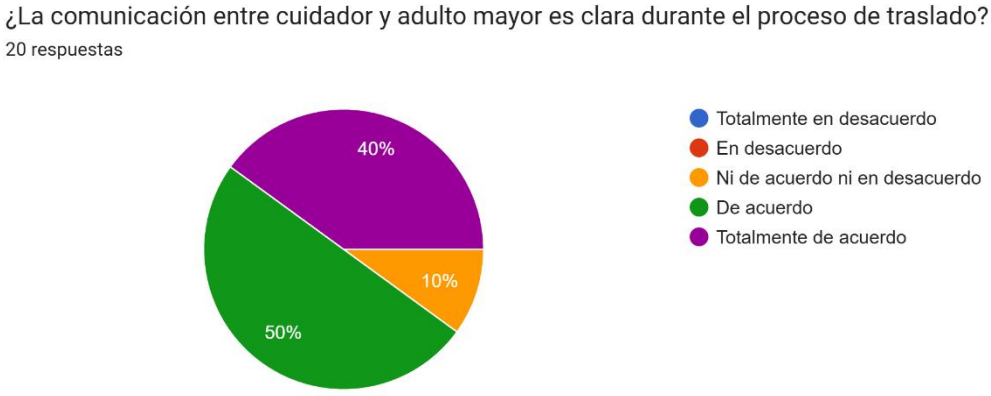


Figura 45: Pegunta 1- Sección 4 / Fuente: Google forms

- ***Necesidad de mejora e innovación.***

El 90 % (55 % de acuerdo + 35 % totalmente de acuerdo) solicita un sistema que reduzca el esfuerzo físico

Pregunta 1



Figura 46: Pegunta 1- Sección 5 / Fuente: Google forms

El 80 % (65 % + 15 %) conoce o ha oído sobre grúas de techo

Pregunta 2



Figura 47: Pegunta 2 - Sección 5 / Fuente: Google forms

El 90 % (45 % + 45 %) cree que mejora la seguridad

Pregunta 3



Figura 48: Pegunta 3 - Sección 5 / Fuente: Google forms

El 100 % (55 % + 45 %) percibe eficiencia operacional superior

Pregunta 4

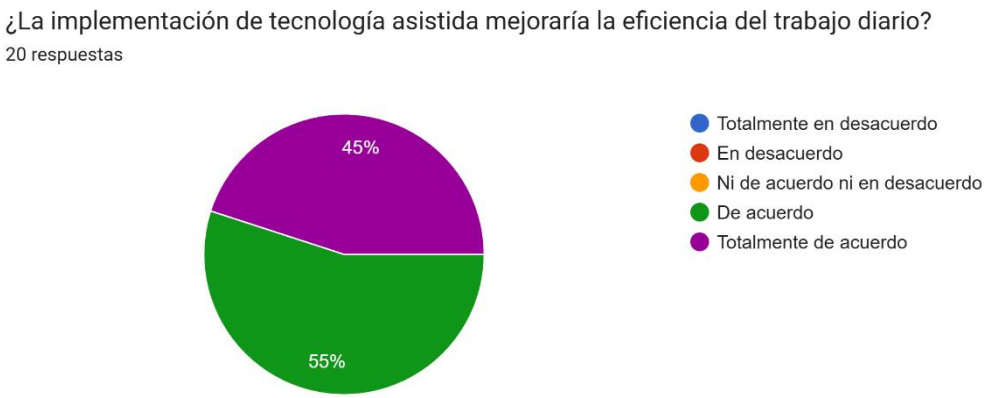


Figura 49: Pegunta 4- Sección 5 / Fuente: Google forms

El 100 % (55 % + 45 %) anticipa disminución de lesiones en cuidadores y residentes.

Pregunta 5

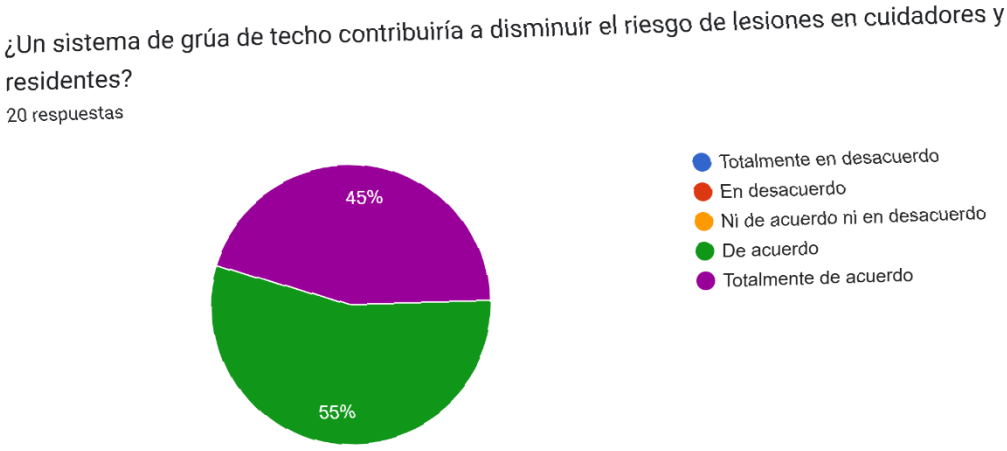


Figura 50: Pegunta 5 - Sección 5 / Fuente: Google forms

4.14. Matriz de Triangulación

La matriz de triangulación es un instrumento que se emplea en la investigación cualitativa con el objetivo de reforzar la validez del estudio, comparando y contrastando datos obtenidos a partir de diversas fuente o métodos. De acuerdo con (Mayumi Benavides & Carlos Gómez, 2005), “La triangulación se refiere al uso de varios métodos en el estudio de un fenómeno” (p.119) Loque posibilita que se reconozca los patrones de convergencia y se enriquezca la interpretación general de los datos. Esta clase de matriz organiza la información en un formato estructurado que ayuda a identificar similitudes, contraste y complementaciones entre encuestas, entrevistas y fichas de observación como se ve en la figura 51.

La convergencia entre encuesta (demanda casi unánime de reducción de esfuerzo y mejora de seguridad), entrevistas (riesgo clínico y ergonomía laboral) y observación (evidencia de esfuerzo y limitaciones espaciales) confirma la pertinencia de un mecanismo suspendido con solución modular y compacta, orientado a disminuir carga biomecánica y riesgos durante transferencias en entornos domiciliarios y habitaciones reducidas.

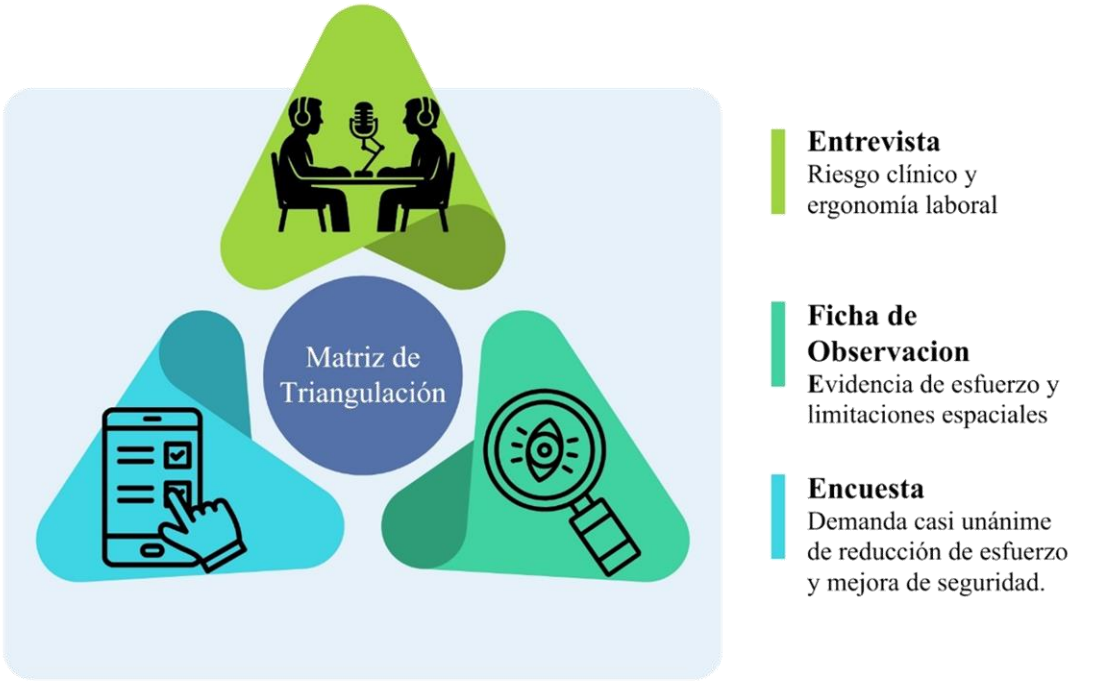


Figura 51: Método de Triangulación / Fuente: Elaboración propia

Tabla 14: Triangulación Encuesta / Fuente: Elaboración propia

SECCIÓN	CONCLUSIÓN
Condiciones del entorno físico	Los resultados muestran que los hogares presentan condiciones parciales pero insuficientes para realizar traslados seguros. Aunque algunos espacios facilitan el movimiento, existe variabilidad importante y áreas como baño y dormitorio no siempre cuentan con la amplitud o estabilidad necesaria, lo que incrementa el tiempo, el esfuerzo y los riesgos durante la movilización.
Seguridad y Cuidados Médicos	La percepción de seguridad durante los traslados es positiva, pero no absoluta. Los cuidadores indican que los adultos mayores suelen sentirse tranquilos, aunque el entorno no siempre ofrece estabilidad óptima. La comunicación durante el traslado ayuda a reducir el riesgo, pero aún existen factores que generan inseguridad y posibles incidentes.
Posturas y Ergonomía	Los cuidadores experimentan una alta carga física: los traslados implican esfuerzo considerable, adopción de posturas incómodas y aparición frecuente de fatiga o dolor muscular. Aunque algunos cuentan con pausas durante el día, la sobrecarga es evidente y revela la necesidad de apoyo mecánico para reducir riesgos musculoesqueléticos.
Diseño, Usabilidad e Innovación	Existe una aceptación clara hacia la incorporación de tecnología asistiva. Los cuidadores consideran muy útil un sistema que reduzca el esfuerzo físico, visualizan beneficios directos en seguridad y eficiencia, y reconocen que una grúa de techo podría disminuir lesiones. El desconocimiento previo sobre estas tecnologías evidencia una oportunidad de innovación aplicable y necesaria.
Prácticas de cuidado y apoyo en la movilización del adulto mayor	Las prácticas actuales dependen en gran medida del esfuerzo humano y de la experiencia del cuidador. Aunque se intenta mantener seguridad y comunicación, las maniobras no siempre cuentan con herramientas de apoyo adecuadas, lo que genera variabilidad, cansancio y riesgo. Esto evidencia la importancia de sistemas que estandaricen, faciliten y aseguren las transferencias.

Tabla 17: Triangulación, Entrevista a profesionales / Fuente: Elaboración propia

SECCIÓN	CONCLUSIÓN
Condiciones del entorno físico	La estructura típica de las viviendas en Tungurahua, construidas principalmente en hormigón, permite instalar una grúa de techo mediante pernos expansivos siempre que la carga total no supere una tonelada por metro cuadrado. Sin embargo, las alturas interiores reducidas y los pasillos estrechos requieren ajustes en puertas, circulaciones y radios de giro para que la movilidad asistida sea segura y funcional.
Seguridad y Cuidados Médicos	La grúa de techo reduce de forma significativa los riesgos clínicos asociados al traslado manual, como caídas, fracturas y lesiones cutáneas. El médico destaca que el sistema aporta un transporte más estable y seguro, especialmente en pacientes con movilidad muy limitada, siendo viable para la mayoría de adultos mayores salvo casos de fragilidad ósea severa.
Posturas y Ergonomía	Los traslados manuales generan gran carga física y riesgo de lesiones para cuidadores y pacientes, debido a maniobras repetitivas y posturas exigentes. El fisioterapista confirma que un sistema suspendido disminuye la fatiga, mejora la ergonomía y facilita una movilización más controlada y segura dentro del entorno domiciliario.
Diseño, Usabilidad e Innovación	El sistema debe ser adaptable, ligero y discreto para integrarse en el hogar sin generar sensación hospitalaria. La correcta selección de mecanismos y materiales —como aluminio por su ligereza y resistencia— mejora la usabilidad, la seguridad y la experiencia del usuario, permitiendo un producto funcional y accesible.
Prácticas de cuidado y apoyo en la movilización del adulto mayor	El trabajo cotidiano implica cargar peso, maniobrar en espacios reducidos y enfrentar molestias físicas como dolor ciático. La grúa de techo reduciría el esfuerzo, evitaría lesiones, agilizaría las rutinas de aseo y traslado, y mejoraría la seguridad tanto del cuidador como del adulto mayor, especialmente en habitaciones compartidas y con alto volumen de trabajo.

Tabla 20: Triangulación Ficha de observación / Fuente: Elaboración propia

SECCIÓN	CONCLUSIÓN
Condiciones del entorno físico	Las observaciones muestran que los espacios utilizados para el traslado cuentan, en general, con suficiente área para maniobrar y con pisos en buen estado y antideslizantes, lo cual favorece la movilidad. Sin embargo, se identificaron algunos desniveles menores y rampas improvisadas en ciertos dormitorios, lo que puede interrumpir el desplazamiento continuo y exigir ajustes durante la maniobra. Aunque el entorno no es crítico, tampoco está completamente adaptado para transferencias seguras y fluidas.
Seguridad y Cuidados Médicos	Durante los traslados se establece comunicación previa con el adulto mayor, lo que aporta calma y orientación. A pesar de esto, no se aplican técnicas seguras de levantamiento en varias de las observaciones, lo cual incrementa el riesgo de lesiones. Se evidencian momentos de inestabilidad y pausas necesarias porque el adulto se cansa o requiere ajustes. En algunos casos, se observa incomodidad o dolor tanto en el cuidador como en el adulto mayor, lo que confirma la necesidad de mejorar la seguridad y el soporte durante el proceso.
Posturas y Ergonomía	Los cuidadores realizan los traslados adoptando posturas forzadas y evidenciando esfuerzo físico excesivo. En algunos casos se necesitan dos personas para completar la transferencia, mientras que en otros se registran malos hábitos posturales y fatiga evidente. El tiempo total del traslado (entre 10 y 20 minutos) refleja un proceso lento y físicamente demandante. Esto confirma que la tarea genera sobrecarga muscular, riesgos ergonómicos y falta de eficiencia.
Diseño, Usabilidad e Innovación	Las observaciones reflejan que el procedimiento actual depende completamente del esfuerzo humano, sin contar con asistencia mecánica o tecnológica. La necesidad de más de un cuidador, las pausas frecuentes y la falta de técnicas seguras evidencian que un sistema de apoyo, como una grúa de techo modular, podría mejorar notablemente la eficiencia, reducir el tiempo del traslado y disminuir la carga física. El entorno y el comportamiento de los participantes revelan una oportunidad clara de innovación para facilitar el proceso.
Prácticas de cuidado y apoyo en la movilización del adulto mayor	Las prácticas actuales se basan en la experiencia del cuidador, pero muestran limitaciones: hay colaboración variable por parte del paciente, descansos durante el traslado, riesgo de inestabilidad y momentos de incomodidad. El cuidador realiza esfuerzo físico constante y carece de herramientas que faciliten el movimiento seguro. Esto refleja que las prácticas de apoyo no están estandarizadas y requieren asistencia técnica para garantizar seguridad, comodidad y continuidad en la movilización.

Tabla 23: Conclusión método de triangulación / Fuente: Elaboración propia

SECCIÓN	CONCLUSIÓN
Condiciones del entorno físico	El entorno domiciliario presenta condiciones básicas que permiten realizar traslados, pero no es completamente adecuado ni seguro. Aunque suele existir espacio para maniobrar y pisos en buen estado, se identifican desniveles, pasillos estrechos y habitaciones reducidas que dificultan la movilidad asistida. Tanto encuestas como observación coinciden en que estas limitaciones incrementan el tiempo, el esfuerzo y la complejidad del traslado, evidenciando la necesidad de adaptar circulaciones y mejorar la infraestructura para permitir una movilidad más fluida.
Seguridad y Cuidados Médicos	La seguridad percibida durante los traslados es moderada: los cuidadores mantienen comunicación con el adulto mayor, pero no siempre emplean técnicas correctas y eso genera inestabilidad, pausas y riesgos. Las encuestas muestran confianza parcial en los métodos actuales, pero las observaciones revelan incomodidad, movimientos inseguros y riesgo de lesiones para ambas partes. Existe una necesidad clara de implementar sistemas que aumenten la estabilidad, prevengan caídas y reduzcan la exposición a maniobras inseguras.
Posturas y Ergonomía	Los cuidadores experimentan una carga física elevada debido a posturas incómodas, levantamientos manuales y esfuerzos prolongados. Las tres fuentes coinciden en la presencia de fatiga muscular, riesgo ergonómico y posturas forzadas durante los traslados. Los tiempos prolongados (10 a 20 minutos) y la necesidad de dos personas en algunos casos refuerzan que el método actual no es eficiente ni saludable. Esto confirma la urgencia de incorporar un sistema asistido que reduzca la carga física y mejore la ergonomía del proceso.
Diseño, Usabilidad e Innovación	Existe una aceptación amplia hacia soluciones tecnológicas que reduzcan esfuerzo y aumenten seguridad. Tanto cuidadores como especialistas consideran viable y útil la implementación de un sistema de apoyo, como una grúa de techo modular. La observación evidencia una dependencia total del esfuerzo humano, lo que confirma la oportunidad de innovación. Un diseño ligero, seguro, adaptable y discreto mejoraría la usabilidad y la eficiencia, integrándose de forma funcional en el entorno domiciliario.
Prácticas de cuidado y apoyo en la movilización del adulto mayor	Las prácticas actuales son variables y dependen del nivel de experiencia del cuidador. Aunque se intenta mantener comunicación y apoyo adecuado, los traslados muestran momentos de inestabilidad, cansancio, dolores y falta de herramientas asistivas. Las encuestas revelan que el proceso no siempre es seguro ni eficiente, y las observaciones confirman la presencia de pausas, colaboración limitada y esfuerzo excesivo. Esto demuestra que las prácticas deben ser reforzadas con sistemas que faciliten, estandaricen y aseguren la transferencia.

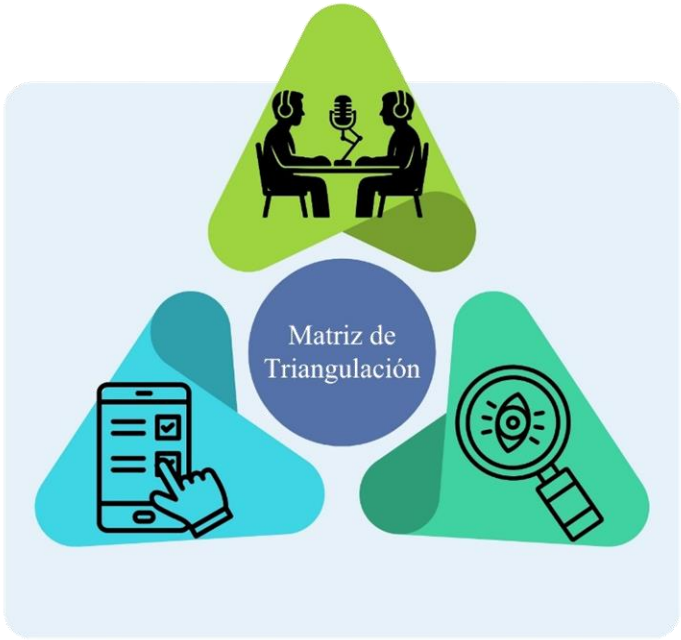




Figura 53: Insigths a considerar para diseño de propuesta

CAPÍTULO V

PROPUESTA

5.1. Metodología proyectual

La metodología de proyecto utilizada se basa en la metodología Lean UX, que combina los principios de Lean Startup y el Diseño centrado en el usuario (UX Design). La metodología tiene como objetivo desarrollar soluciones de diseño funcionales que sean relevantes para contextos del mundo real a través de un proceso iterativo, colaborativo y basado en evidencia. Su objetivo es reducir el tiempo de desarrollo y el desperdicio de recursos centrándose en la creación de valor y la experiencia del usuario.

En el contexto del diseño de mecanismos modulares de elevación de techo para persona mayores, el enfoque de Lean UX permite la creación temprana de prototipos y espacios individuales con usuarios mayores, cuidadores y profesionales de la salud, al tiempo que se adapta el diseño en función del conocimiento adquirido durante cada ciclo. Este proceso contribuye a crear una oferta eficaz y segura que satisfaga las necesidades reales del entorno doméstico.

5.2. Aplicación metodológica de la propuesta



Figura 54: Metodología Lean UX / Fuente: Elaboración propia

5.1. Descripción de la propuesta

La propuesta consiste en la creación de un sistema modular de grúa de techo para ayudar a que los adultos mayores se muevan con ayuda en el hogar. Un sistema que incluye varios módulos permite la movilidad vertical y horizontal a través de un riel estructural adaptado a la arquitectura de la vivienda.

El diseño modular permite su colocación en distintos cuartos, principalmente en de baño y el dormitorio. Esto facilita que el usuario se mueva sin tener que realizar grandes esfuerzos físicos por parte del cuidador. Se eligen los componentes y materiales con base en su ligereza, resistencia y sustentabilidad, incluyendo elementos desmontables que se puedan acoplar a estructuras de techos residenciales. Asimismo, el diseño tiene en cuenta parámetros normativos antropométricos y ergonómicos para asegurar la comodidad, la estabilidad y la seguridad tanto del usuario como del cuidador.



Figura 55: Moodboard de Diseño / Fuente: Elaboración propia

5.2.Requerimientos

5.2.1. Brief de Diseño

¿QUÉ SE VA A DISEÑAR?

Se va a diseñar un sistema modular de grúa de techo para uso domiciliario, compuesto por un riel, un mecanismo de elevación y un arnés ergonómico que permita realizar transferencias seguras entre cama, silla, baño y ducha. El producto estará adaptado a las dimensiones y estructuras típicas de las viviendas de Tungurahua.

¿PARA QUIÉN?

Adultos mayores con movilidad limitada, dependencia parcial o total y riesgo de caídas.
Cuidadores formales e informales que realizan levantamientos y traslados diarios dentro del hogar y que hoy enfrentan altos niveles de esfuerzo físico, fatiga y posturas riesgosas.

¿POR QUÉ?

Porque los traslados manuales generan esfuerzo excesivo, posturas inseguras y riesgo de lesiones en cuidadores y adultos mayores. Un sistema de grúa de techo reduce estos riesgos y mejora la seguridad y eficiencia dentro del hogar.

REQUERIMIENTOS ERGONÓMICOS

- Arnés o hamaca confortable, de fácil colocación y adecuada para diferentes contextos (baño, cama, silla).
- Movimientos suaves y controlados, sin sobresaltos.
- Altura, velocidad y distancia de desplazamiento ajustables.

REQUERIMIENTOS NORMATIVOS

- Referencia a ISO 10535 (grúas para transferencias de personas).
- Cumplimiento de principios de accesibilidad universal.
- Consideración de normativas nacionales sobre cuidado de personas adultas mayores.

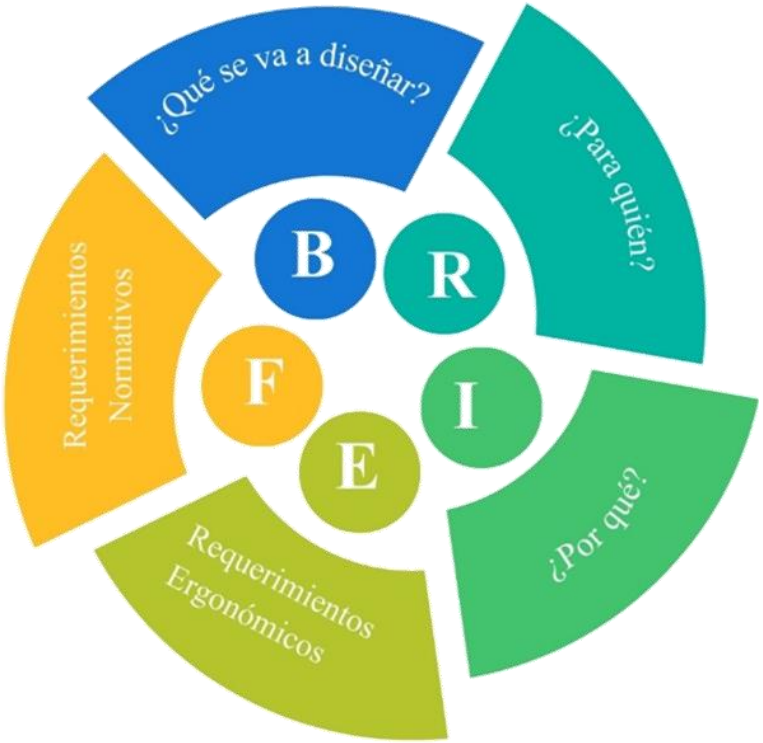


Figura 56: Brief de Diseño / Fuente: Elaboración Propia

5.3.Necesidades y Requerimiento



Figura 57: Necesidades y Requerimientos

5.4.Ficha del Usuario

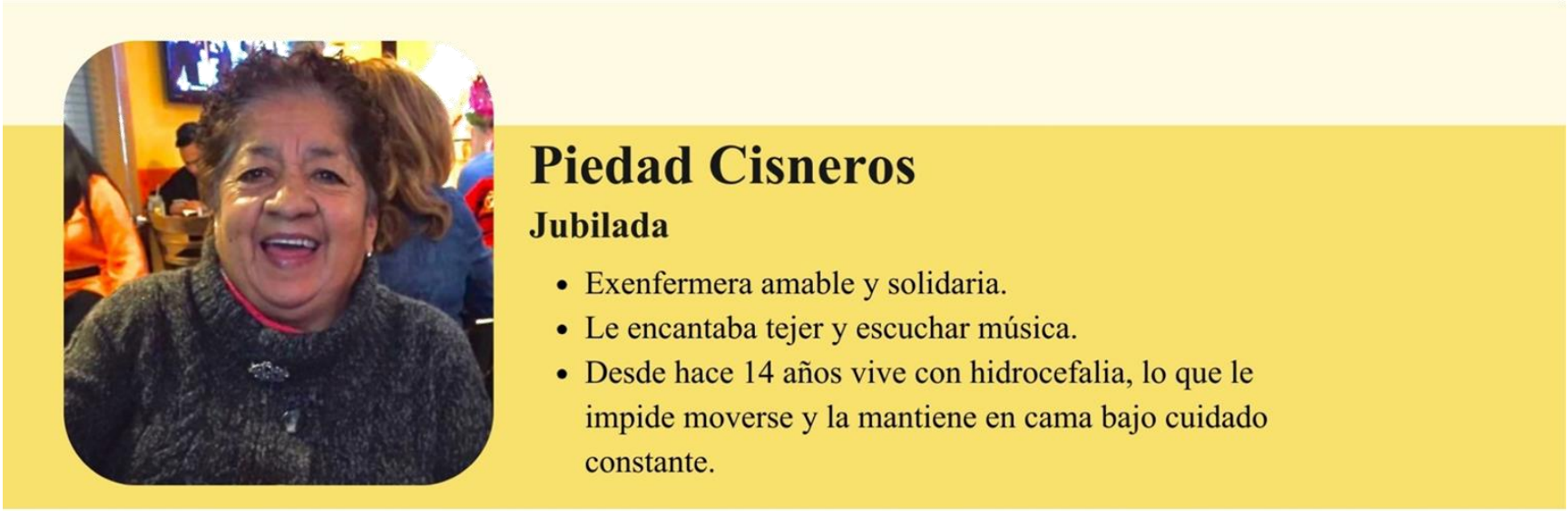


Figura 58: Ficha de Usuario - Fuente: Elaboración Propia

5.4.1. **Mecanismo**

Tabla 25: *Tabla comparativa de mecanismos: Poleas, Motorreductor y Engranajes /* ***Fuente:*** *Elaboracion propia*

MECANISMO	BENEFICIOS	DESVENTAJAS	PARA QUÉ SIRVE	DURABILIDAD	CAPACIDAD DE CARGA	RESISTENCIA
Poleas / Polipasto	Reduce esfuerzo; mecánica simple; eleva grandes cargas	Fricción; requiere mantenimiento del cable/cadena	Elevación controlada de cargas	Alta con mantenimiento adecuado	Muy alta	Excelente resistencia vertical
Motorreductor	Aumenta torque; controla velocidad; movimiento suave	Requiere energía constante; puede calentarse	Accionamiento principal o desplazamiento	Alta con lubricación y ventilación	Muy alta	Buena resistencia continua
Engranajes	Precisión; transmisión eficiente; control de velocidad	Desgaste por fricción; necesita lubricación	Reducir velocidad y aumentar torque	Muy alta en acero	Media–alta según tipo	Alta resistencia mecánica

5.4.2. Ideación

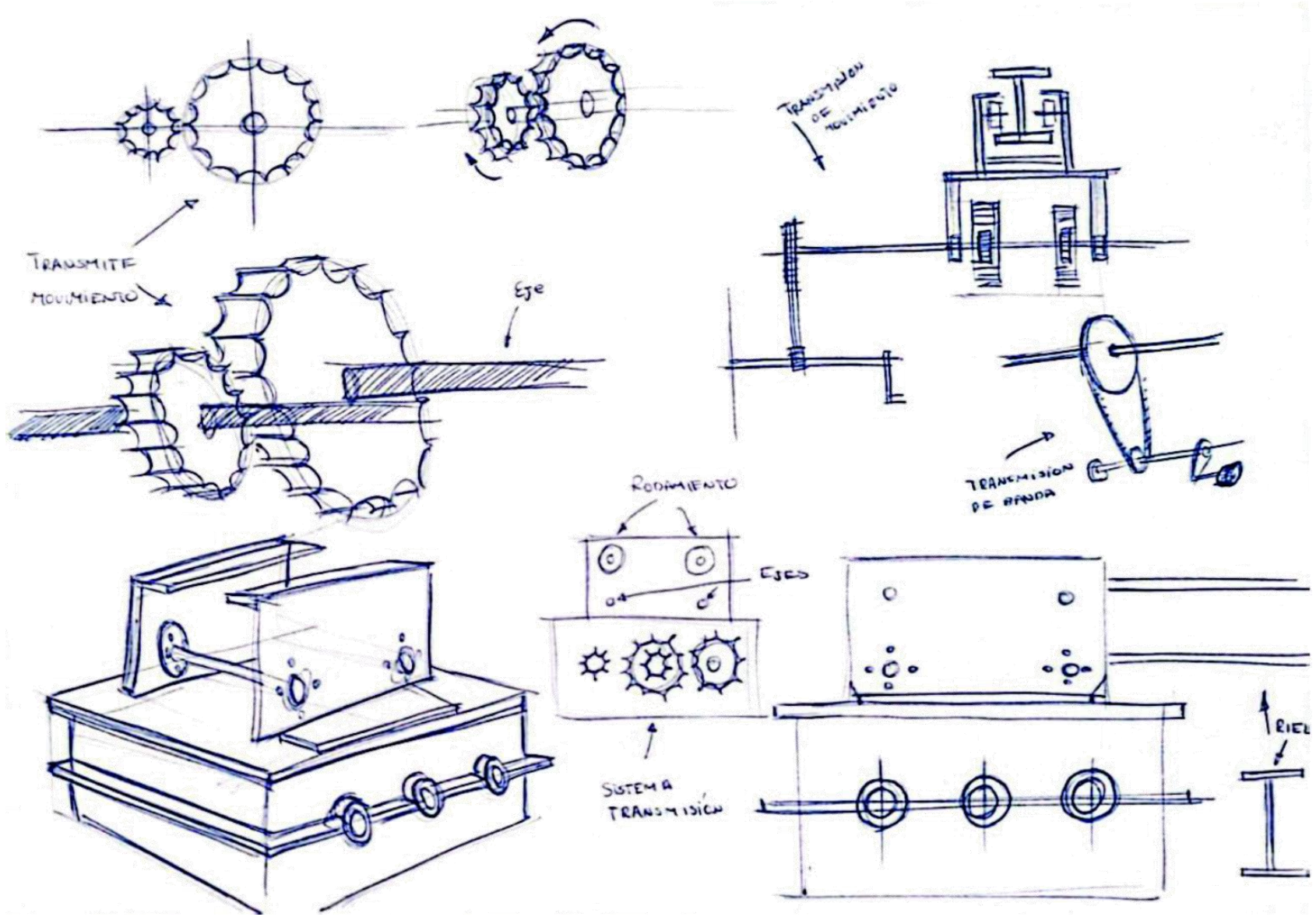


Figura 60: Boceto mecanismo de engranaje / Fuente: Elaboración propia

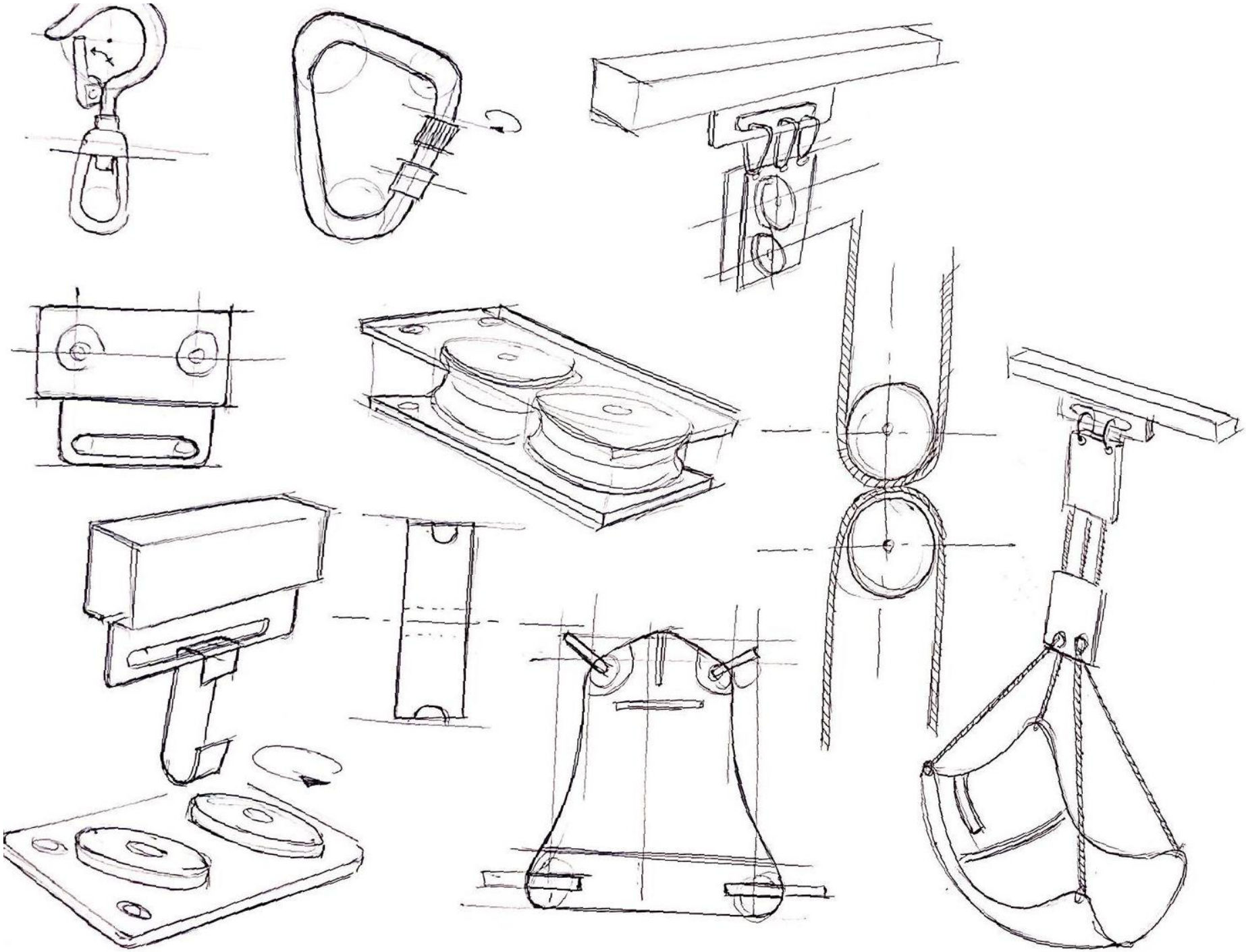


Figura 62: Boceto mecanismo de polea

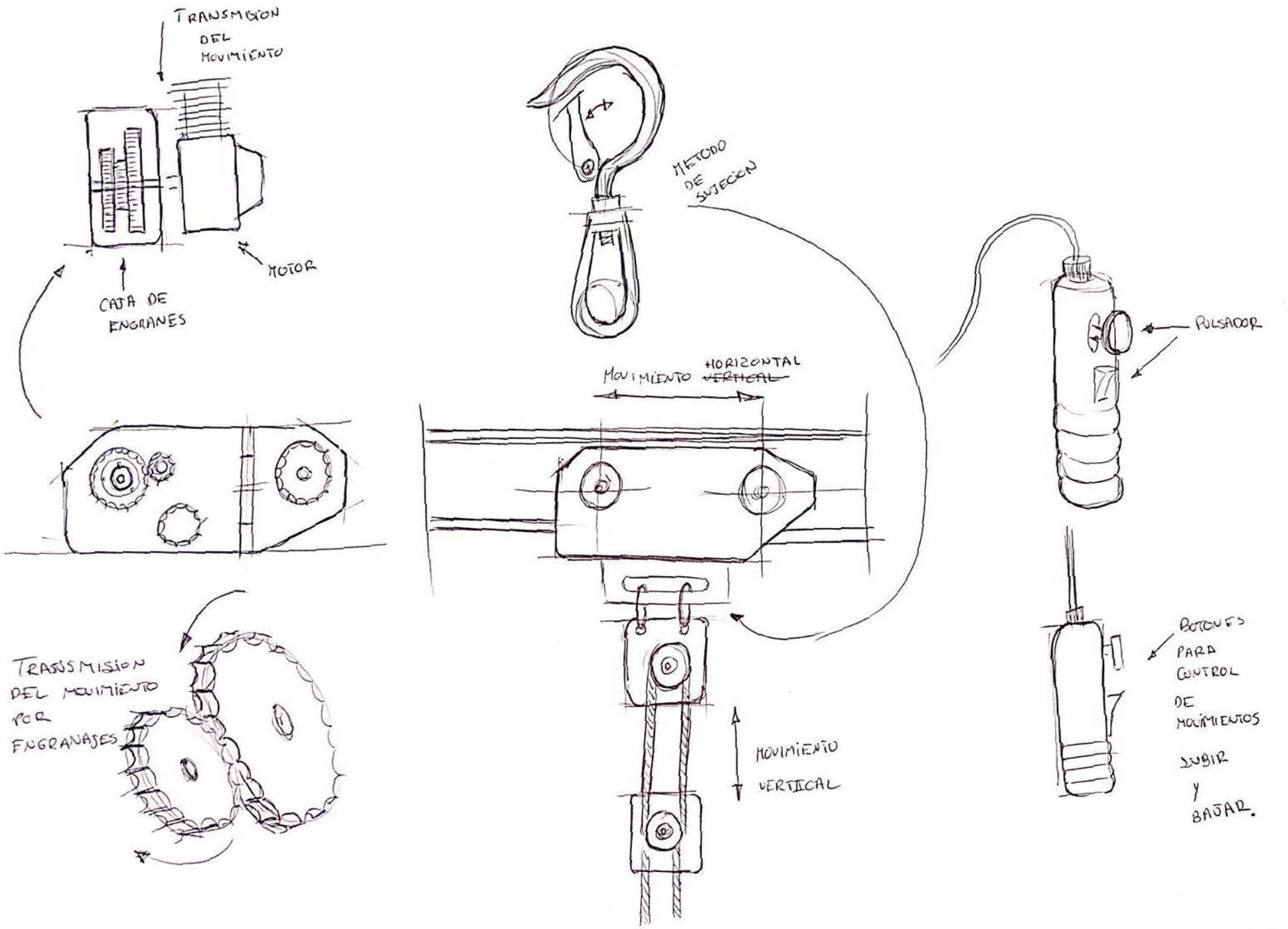


Figura 63: Boceto mecanismo de motor

5.4.3 Digitalización

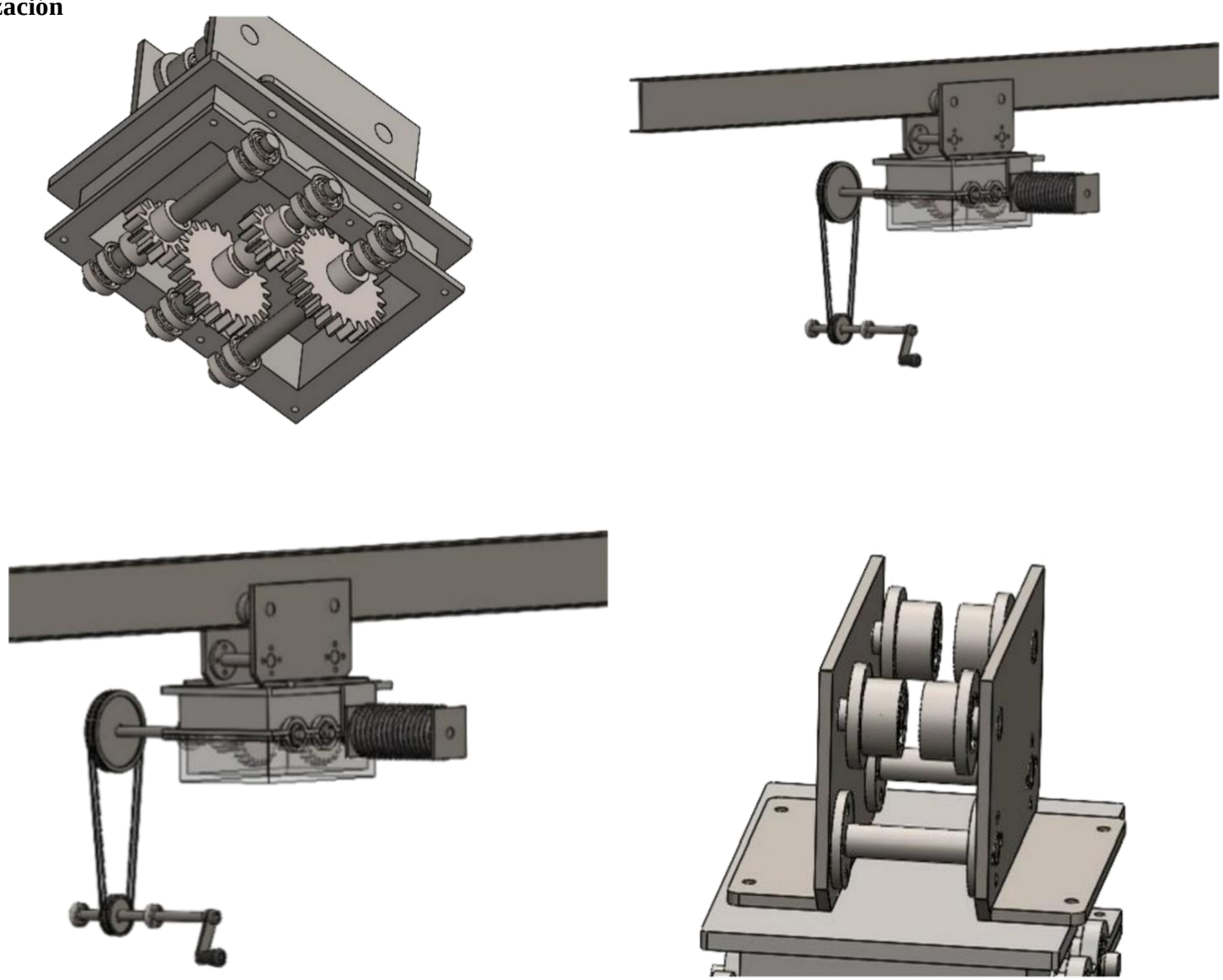


Figura 65: Idea #1 Mecanismo engranaje

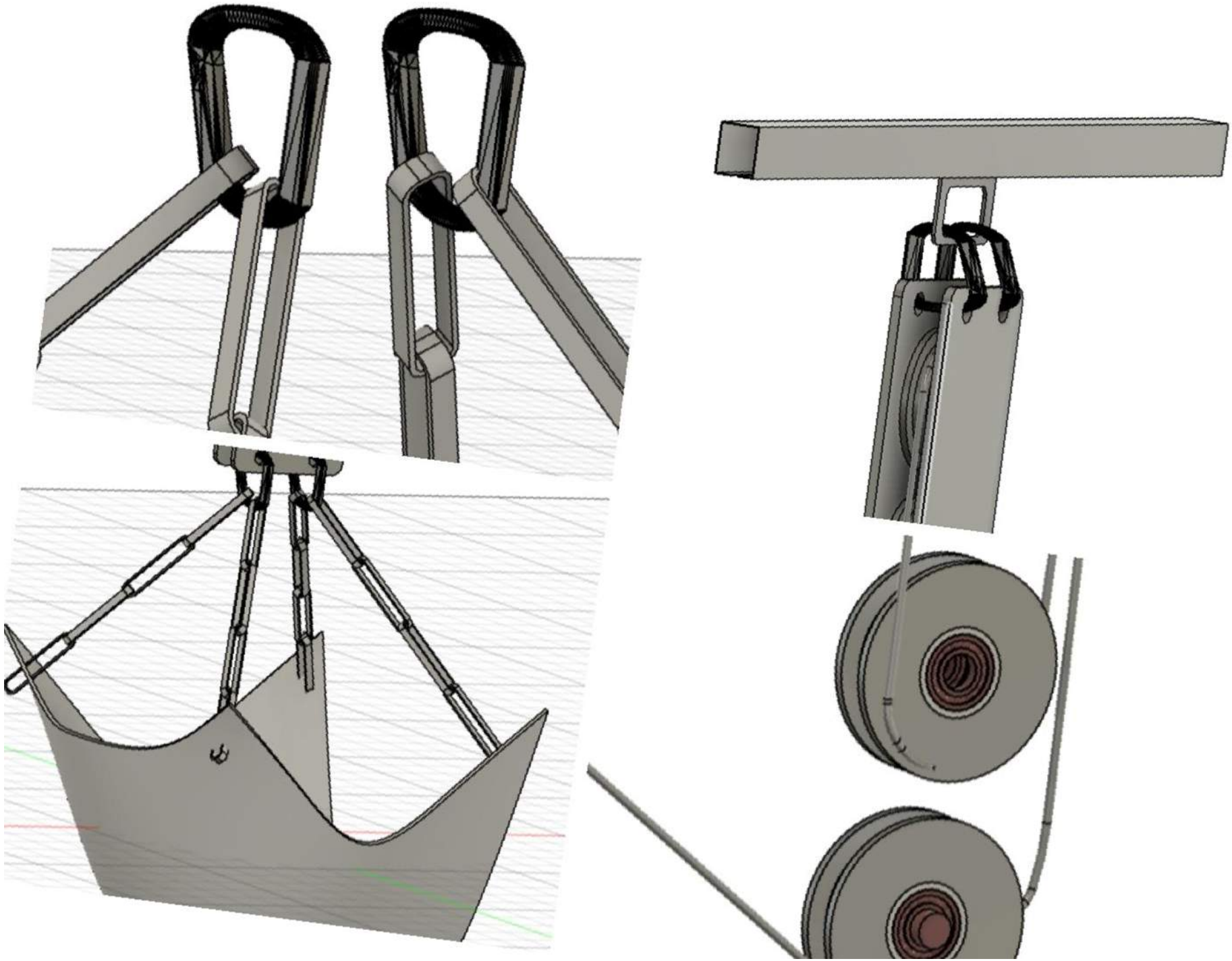


Figura 66: Idea #2 Mecanismo de poleas

5.4.3. Ponderación

Tabla 27: *Criterios de Ponderación*

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	PONDERACIÓN
Seguridad	Riesgo mínimo de caída o fallo en la elevación	**0,35**
Capacidad de carga	Peso máximo que soporta de forma segura	**0,25**
Simplicidad y mantenimiento	Facilidad de uso, reparación y mantenimiento	**0,20**
Costo / viabilidad económica	Facilidad de implementación en hogares reales	**0,20**
Total		**1.00**

Escala de valoración:

1 = Muy bajo, 2 = Bajo, 3 = Medio, 4 = Alto, 5 = Muy alto

Mecanismo	Seguridad	Capacidad de carga (0.25)	Simplicidad y Mantenimiento (0,20)	Costo Viabilidad (0.20)	Puntaje Final
Poleas / Polipasto	5 – 1,75	5 – 1.25	4 – 0,80	5 – 1,00	**4,80**
Motorreductor	4 – 1,40	4 – 1,00	3 – 0,60	2 – 0,40	**3,40**
Engranajes	4 – 1,40	3 – 0,75	3 – 0,60	3 – 0,60	**3,35**

Análisis

Se selección el mecanismo de polipasto, que tiene la puntación más alta con (4,80) puntos. Se destaca por encima del motorreductor y del sistema de engranajes, según lo demuestra la tabla de ponderación. Esto se explica por su elevada seguridad, su capacidad de carga excepcional, su simpleza mecánica y su bajo costo en términos relativos, lo que lo hace la opción más apropiada para una grúa de techo manual domiciliaria destinada a transportar a persona mayores con movilidad reducida.

5.4.4. Cálculos.

La población de adultos mayores en la provincia de Tungurahua según el INEC es de:

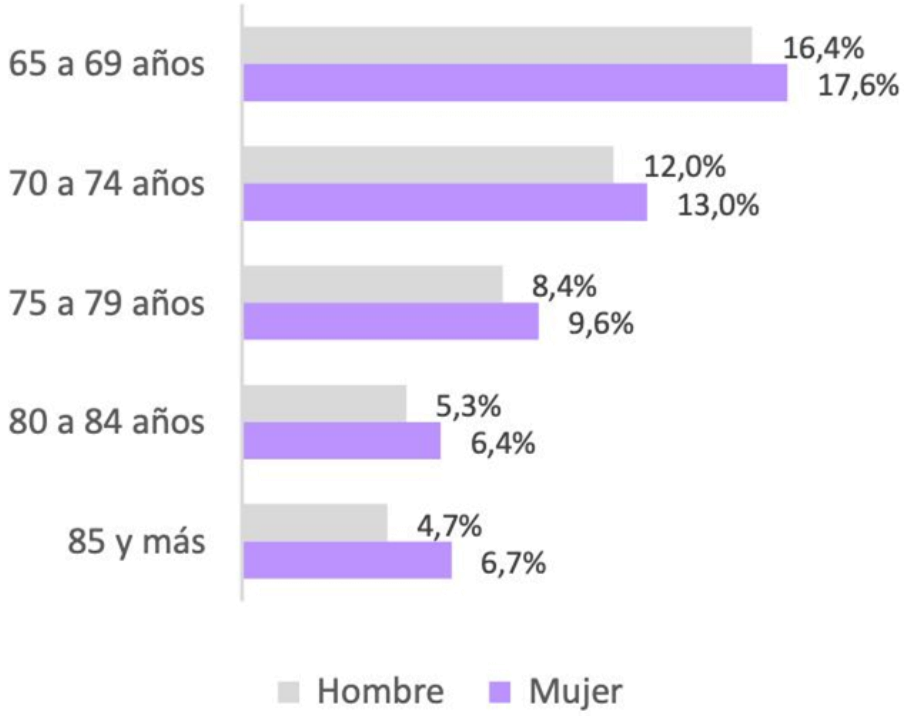


Figura 67: Población de Adultos mayores

Además, dada que las medidas antropométricas de las personas ecuatorianas según el sexo y la auto identificación étnica son diversas, se tomara en cuenta la medidas correspondientes con mayor presencia en Ecuador.

Tabla 1.
Media y desviación estándar de medidas antropométricas seleccionadas para hombres y mujeres ecuatorianas por grupo racial (en mm).

Pará-metros	Mestizos		Indígenas		Afroecuato-rianos	
	M	F	M	F	M	F
HP	415 (30,4)	386 (30,2)	415 (34,5)	396 (41,6)	486 (27,9)	404 (28,5)
HCS	232 (29,6)	235 (27,9)	220 (66,2)	231 (25,6)	209 (19,7)	225 (20,7)
GM	132 (19,7)	124 (17,4)	131 (20,5)	123 (19,6)	153 (12,8)	122 (09,7)
LRT	571 (36,0)	541 (31,6)	552 (31,7)	527 (34,2)	584 (26,8)	531 (27,3)
LPT	464 (38,6)	437 (27,4)	461 (15,6)	433 (33,7)	493 (24,8)	429 (29,5)
LCS	447 (40,6)	400 (40,3)	448 (62,8)	456 (30,7)	499 (21,4)	388 (34,6)
ACS	356 (25,1)	356 (26,3)	379 (30,2)	391 (32,0)	406 (18,9)	361 (25,7)
LB	363 (17,0)	347 (27,5)	371 (34,6)	330 (23,4)	390 (25,9)	341 (26,5)
LCM	503 (23,9)	466 (30,6)	503 (32,3)	448 (30,4)	524 (28,0)	476 (23,2)

Nota: En cada caso el primer valor corresponde a la media. Los valores entre paréntesis representan la desviación estándar.
Fuente: Adaptado de [38].

Figura 68: Media y Desviación estándar de medidas antropométricas

Para diseñar una grúa de techo, se utiliza el Percentil 95 (P95) para asegurar que el sistema sea capaz de movilizar al 95% de la población de forma segura, tomando como referencia lo establecido en el trabajo “Tablas antropométricas para la población adulta mayor de Quito" (USFQ, 2019), los valores de peso para el diseño son:

Tabla 30: Percentiles

GENERO	PERCENTIL 5 (P5)	PERCENTIL 50 (PROMEDIO)	PERCENTIL 95 (P95)
HOMBRES	54.2 KG	72.3 KG	**91.4 KG**
MUJERES	48.7 KG	65.8 KG	**84.2 KG**

Figura 69: Percentiles / Elaboración Propia

Para seleccionar el peso a trabajar, mediante las fichas de observación insitu, se recopiló los pesos de los adultos mayores en estado de inmovilidad, con los siguientes registros:

PACIENTE	PESO KG
1	45,3 kg
2	55,6 kg
3	50,0 kg
4	53,2 kg
5	48,6 kg
6	51,4 kg
7	49,6 kg
PROMEDIO	**50,52 kg**

Figura 70: Valores de peso de pacientes con movilidad reducida

Fuente: Elaboración propia

- **Peso máximo del usuario**

$W = 100\ kg -\ distancia = 5m$

$P = w * g = 100\ kg * 9{,}8\ m/s^2$

$P = 981\ N$

En el ámbito de la Ingeniería Mecánica y el diseño de sistemas de elevación (grúa de techo), el coeficiente dinámico (también conocido como factor de impacto o factor de carga dinámica) es un número adimensional que se utiliza para multiplicar la carga estática con el fin de considerar los efectos de las fuerzas de inercia, vibraciones y choques que ocurren durante el movimiento

Los sistemas de elevación personal deben considerar factores como:

- Micro aceleraciones,
- Oscilaciones del usuario
- Arranque y desaceleración
- Desplazamiento lateral del centro de masa.

Según la norma ISO 10535:2021. Hoists for the transfer of disabled persons Requirements and test methods, específica para grúas de pacientes, establece que los dispositivos deben probarse con una carga estática de al menos *1.5 veces* la carga máxima (factor estático) y someterse a pruebas de funcionamiento que validen su comportamiento dinámico, por lo tanto, se adopta un coeficiente dinámico:

$$CD = 1{,}5$$

$$P_{CD} = 981\ N * 1{,}5 = 1471{,}5\ \text{N}$$

$$P_{CD} = 1471{,}5\ \text{N}$$

- **Factores de seguridad del mecanismo**

La selección de los factores de seguridad (FS) aplicados a los componentes del mecanismo modular de grúa de techo se fundamenta en criterios normativos, mecánicos y clínicos referidos en la literatura y documentación técnica vinculada al diseño de equipos de elevación para personas.

La norma ISO 10535:2021, citada en el marco teórico del trabajo, establece los requisitos de estabilidad, métodos de prueba y márgenes de seguridad para grúas de transferencia destinadas a personas con movilidad limitada, definiendo explícitamente la necesidad de

considerar cargas máximas, factores dinámicos y coeficientes de seguridad apropiados para evitar fallos que comprometan la integridad del usuario y del cuidador. Dado que el equipo manipula carga humana, su falla representa un riesgo grave, por lo que la norma exige márgenes de seguridad superiores a los utilizados en equipos industriales. (ISO, 2021).

Asimismo, la normativa NTE INEN-ISO 9999:2022, citada en el documento como base técnica para la clasificación de productos de apoyo, refuerza la necesidad de garantizar la seguridad estructural mediante criterios de resistencia mayores a los mínimos teóricos para proteger al usuario ante situaciones imprevistas durante el uso cotidiano (ISO, 2022)

Factor de seguridad = FS ≥ 8 (Elevador / arnés)

$$Tdiseño = \frac{F}{VM} = 1471{,}5\ N$$

$Tdiseño = T.fs$

$Tdiseño = 1471{,}5\ N * 8$

$Tdiseño = 11.28\ Kn$

- **Equivalente a:**

$$P_{CD} * FS = 1471{,}5\ \text{N} * 8 = 11.28\ \text{kN} \approx 1150\ \text{kgf}$$

La cuerda soportará 11.28 kN ≈ 1150 kgf

Para la selección del material adecuado para la cuerda del sistema polipasto, se evaluaron tres alternativas**:** Poliéster**,** Polipropileno **y** Dyneema, considerando su resistencia nominal, durabilidad, comportamiento ante fricción y flexión repetitiva, disponibilidad y

costo. El sistema está sometido a una carga de diseño de **1471,5 N** (peso máximo del usuario + coeficiente dinámico) y requiere un factor de seguridad mínimo de FS ≥ 8**,** debido a que se trata de elevación humana, donde la falla del sistema tendría consecuencias críticas en la integridad del adulto mayor y del cuidador.

Tras evaluar los materiales propuestos para la cuerda del polipasto (Poliéster, Polipropileno y Dyneema), se determinó que ninguno de los dos primeros cumple con la resistencia mínima requerida para un dispositivo de elevación humana bajo un factor de seguridad FS ≥ 8. El Poliéster (1500–2500 N) y el Polipropileno (800–1500 N) quedan descartados, ya que su resistencia está muy por debajo de los 11.280 N necesarios para soportar la carga de diseño. En contraste, Dyneema presenta capacidades superiores a 5000 N en su versión básica, y las variantes HMPE utilizadas en aplicaciones de rescate alcanzan entre 12 y 18 kN, superando ampliamente el requisito normativo y estructural.

Tabla 31: Materiales propuestos

Poliéster	*1500 – 2500 N*	*6mm*
Polipropileno	*800-1500 N*	*No recomendada*
Dyneema	*5000 + N*	*4mm (alto costo)*

Por lo tanto, Dyneema es el material seleccionado, al ser el único que cumple con los parámetros de resistencia, seguridad, durabilidad y confiabilidad exigidos para la transferencia segura de personas.

- **Selección Polipasto**

Fuerza del cuidador:

Ventaja Mecánica VM = 4

$$fmano = \frac{F}{VM}$$

$$fmano = \frac{1471,5}{4}$$

$$fmano = 367,85\ N$$

- **Polea**

En diseño de poleas para cuerdas sintéticas, existe un principio básico: **“**mientras mayor sea el diámetro de la polea respecto al diámetro de la cuerda, menor es la fatiga y mayor la vida útil de la cuerda”**.** La proporción mínima aceptable en muchas guías de ingeniería es:

- D/d = 8–10 → uso ligero
- D/d = 12–15 → uso estructural moderado
- D/d = 20 o mayor → uso crítico / cargas humanas

Para elevación humana, la mayoría de manuales de seguridad de cuerdas y sistemas de rescate exige D/d ≥ 20, ya que una relación menor incrementa el deterioro interno del cable, reduce la resistencia efectiva y aumenta el riesgo de falla.

$$Dpolea = 20.dcuerda$$

$$Dpolea = 20 * 4$$

$$Dpolea = 80mm$$

Ancho garganta

$$B = 2.5 * dcuerda$$

$$B = 2,5 * (4mm)$$

$$B = 10mm$$

Los materiales que se pueden utilizar son Guayacán, Roble, Nogal, Madera, por disponibilidad de selecciona:

Nylon PAG: $Nylon\ \emptyset\ 40mm, eje\ central\ \emptyset\ 12mm\ en\ acero$

- **Eje polea:**

  $Tmax = 1471{,}5\ N - acero\ A_{151}\ 1020 - Limite\ admisible\ 100MPa$

- **Momento Flector**

$$M = \frac{T * D}{4}$$

$$M = \frac{1471{,}5 * \ 0{,}04}{4}$$

$$M = 58{,}86\ N.m$$

El valor obtenido **de** M = 58,86 N·m corresponde al momento flector que actúa sobre el componente sometido a la carga vertical del sistema durante la operación del polipasto. Este momento refleja la magnitud de la tendencia al doblamiento generada por la carga aplicada y la distancia al eje neutro del elemento. Su interpretación permite identificar el punto estructural más crítico del diseño, dimensionar adecuadamente el eje y las placas de soporte, y verificar que las tensiones producidas permanezcan por debajo del límite elástico del material, asegurando así un funcionamiento seguro del mecanismo bajo las condiciones de carga previstas

- **Momento Resistente**

$$\sigma = 32M/\pi d^3$$

Con una tensión admisible de 40 MPa

$$d = 24{,}6\ mm - eje\ acero\ \emptyset 25\ mm$$

- **Riel Techo**

$F = 1471{,}5\ N\ , FS \geq 4$

$Fd = 1471{,}5 * 4$

$Fd = 5886\ N$

Para este valor se recomienda Aluminio 6061-T6 o 6063-T5, porque tiene alta resistencia mecánica → 240–275 MPa, excelente relación peso–resistencia, resistencia a la corrosión, fácil mecanizado e instalación, ampliamente usado en carriles, rieles y perfiles estructurales, aceptado en sistemas de transferencia humana, disponible en perfiles rectangulares, triangulares y tipo "C" que soporta cargas superiores a 8–12 kN sin deformación significativa.

5.1.2. Resumen de los cálculos

- Carga de diseño: **1471,5 N**
- Cuerda: **Dyneema HMPE**, ≥ 10.2 kN
- Polea: Ø 80 mm, garganta 10 mm,
- Eje central: Ø **25 mm**, acero SAE 1045
- Riel de Techo: **Aluminio 6061-T6**, perfil C
- FS aplicados: Cuerda: 8 — Riel: 4

Trazabilidad

Con el fin de asegurar coherencia metodológica entre los hallazgos de campo, los requerimientos funcionales y las decisiones técnicas adoptadas en el diseño del mecanismo modular de grúa de techo, se integró una trazabilidad:

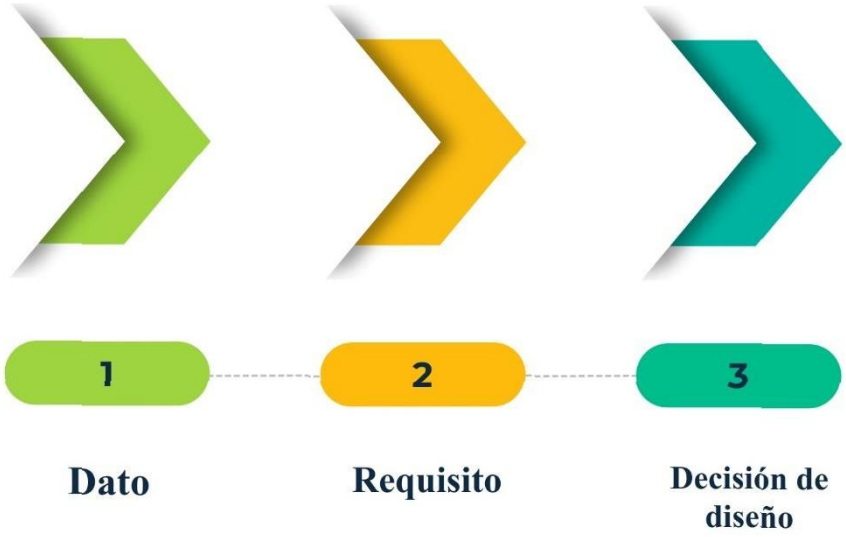


Figura 72: Trazabilidad / Elaboración Propia

Esta trazabilidad permite demostrar cómo la información obtenida mediante triangulación (encuestas, entrevistas y observación) fue transformada en dimensiones, materiales, capacidades estructurales, criterios de instalación y características de usabilidad del sistema.

A partir de los datos obtenidos, se definieron los siguientes vínculos claros como se muestra en la Tabla 32:

Tabla 32: Vínculos de la Trazabilidad / Fuente: Elaboración Propia

	Dato	**Requisito**	**Decisión de diseño**
Reducción del esfuerzo físico del cuidador (90–100% de necesidad detectada)	El 90–100% de cuidadores y profesionales indicó que los traslados actuales generan alto esfuerzo físico, postura inadecuada y carga repetitiva durante la movilización del adulto mayor.	Seleccionar un mecanismo que multiplique la ventaja mecánica y reduzca la fuerza aplicada por el cuidador.	Se adopta un polipasto 4:1, con cuerda de Dyneema HMPE capaz de soportar ≥ 11.28 kN, garantizando operación segura con mínima fuerza de accionamiento.

Seguridad clínica y estabilidad del usuario (confirmada por geriatra y fisioterapeuta)	Se identificó riesgo elevado de caídas, lesiones por arrastre y falta de estabilidad durante el traslado.	El sistema debe poseer un mecanismo estable, con poleas y eje sobredimensionados, evitando cargas bruscas y vibraciones.	La polea se dimensionó según la relación D/d = 20, obteniendo una polea de 80 mm, garganta de 10 mm y un eje de Ø 25 mm en acero SAE 1045, lo cual reduce esfuerzos de flexión y mejora la estabilidad en el desplazamiento
Adaptabilidad espacial y modularidad (limitaciones reales del entorno)	La observación evidenció espacios reducidos, alturas entre 2.30–2.50 m y circulación limitada.	El sistema debe ser modular, compacto, compatible con instalaciones domiciliarias y con anclajes discretos.	Se selecciona un riel de aluminio 6061-T6, de perfil C, permitiendo instalación segura, peso reducido y montaje en viviendas de hormigón mediante pernos expansivos.
Carga máxima y resistencia estructural (dato técnico corregido)	El peso máximo del usuario estimado fue de 100 kg, con coeficiente dinámico 1.3, resultando una carga de 1471,5 N; y un FS especial para elevación humana.	El riel debe soportar ≥ 5886 N, el eje soportar momentos superiores a 58.86 N·m, y la cuerda resistir ≥ 11.28 kN.	• Eje central → Ø 25 mm, acero SAE 1045. • Riel → Aluminio 6061-T6, sección mínima W ≥ 24,525 mm^3.

			• Cuerda → Dyneema (12–18 kN). • Revisión mediante simulación estática con la nueva carga de diseño.
Usabilidad y operación intuitiva (entrevista con cuidadores)	Los cuidadores indicaron dificultad para operar equipos voluminosos y necesidad de sistemas simples, manuales y de rápida instalación.	El mecanismo debe ser manual, de bajo mantenimiento, fácil de accionar y comprender.	Se selecciona un polipasto manual, sin necesidad de motor, con tracción reducida, polea de baja fricción y riel ligero de aluminio para facilitar la operación cotidiana dentro del hogar.

En coherencia con el alcance definido para este Trabajo de Titulación, la validación del mecanismo se realizó mediante simulación digital empleando software de ingeniería (SolidWorks). Este enfoque responde al tipo de estudio planteado desarrollo tecnológico con prototipo funcional digital y se ajusta al tiempo, recursos y lineamientos establecidos en la modalidad de Proyecto Integrador.

Sin embargo, y tal como lo señala el evaluador, los resultados obtenidos corresponden exclusivamente a un modelo digital**,** lo que implica que el diseño no ha sido sometido a pruebas físicas, ensayos de fatiga, análisis dinámicos con componentes reales, ni

validación de usabilidad en interacción directa con cuidadores y adultos mayores. Aunque la simulación permite verificar tensiones, deformaciones y factores de seguridad con alta precisión numérica, esta técnica no reemplaza completamente el comportamiento del mecanismo en condiciones reales de uso.

En consecuencia, se declara de manera explícita que:

1. La validación del mecanismo es exclusivamente digital**,** basada en cargas corregidas, factores de seguridad elevados y modelación computacional.

No se realizaron pruebas físicas, prototipado real, ensayos de fatiga o evaluación de usabilidad, los cuales son procesos necesarios para un desarrollo industrial final.

2. El estudio reconoce esta condición como una limitación del alcance, entendiendo que la fabricación del prototipo y su evaluación dinámica permitirían:
    - Confirmar el rendimiento estructural bajo ciclos repetitivos,
    - Validar la interacción usuario–cuidadores,
    - Medir el desgaste real de cuerda, poleas y riel,
    - Ajustar dimensiones y materiales según comportamiento real.

Por lo tanto, aunque la simulación digital constituye una herramienta válida y apropiada para la fase de diseño preliminar, se reconoce que los resultados obtenidos deben considerarse como una validación técnica inicial, recomendándose en trabajos futuros la construcción de un prototipo físico para completar la evaluación funcional, ergonómica y de seguridad del sistema.

Polipasto o Aparejo

El polipasto es la configuración más común de polea compuesta. En un polipasto, as poleas se distribuyen en dos grupos: uno fijo y uno móvil. En cada grupo se instala un

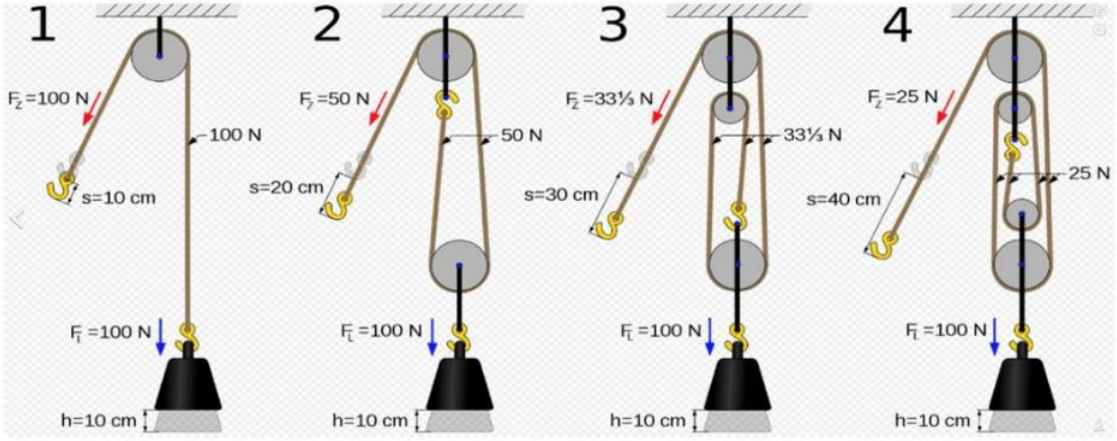


Figura 73: Polipasto o Aparejo

Polipastos Simples

Si las poleas móviles de un sistema se desplazan hacia arriba (o en la misma dirección que la carga), estamos ante un polipasto simple. Este tipo de sistema se rigen en una serie de reglas sencillas que permiten determinar fácilmente la ventaja mecánica que aportan.

- La ventaja mecánica es igual a número de segmentos de cuerda que sujetan directamente la carga.
- Contando el número de poleas totales del sistema (fijas y móviles) y sumándoles 1 obtenemos la ventaja mecánica. Por ejemplo, un 3:1 requerirá 2 poleas, un 4:1 requerirá 3 etc.
- Conviene no usar más de 5 poleas en un sistema simple, ya que la suma de los rozamientos en cada polea por contrarrestar la ventaja mecánica que proporciona. En caso de necesitar mayor ventaja mecánica, será mejor confeccionar polipastos compuestos o complejos

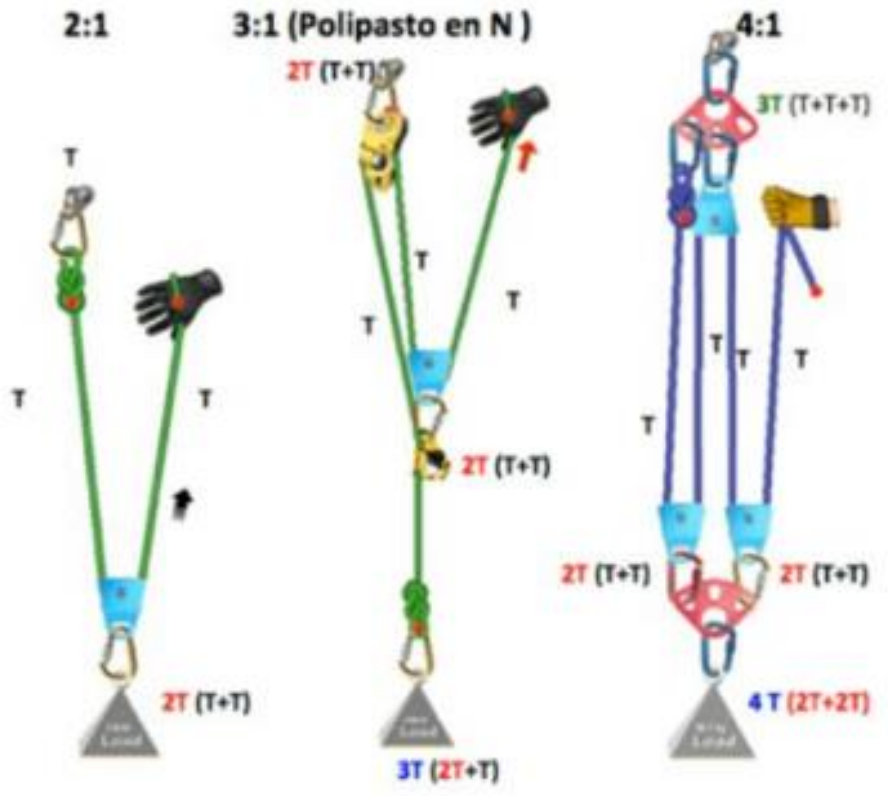


Figura 74: Polipasto simple

5.4.5. Simulación SIMSOLID del Arnés

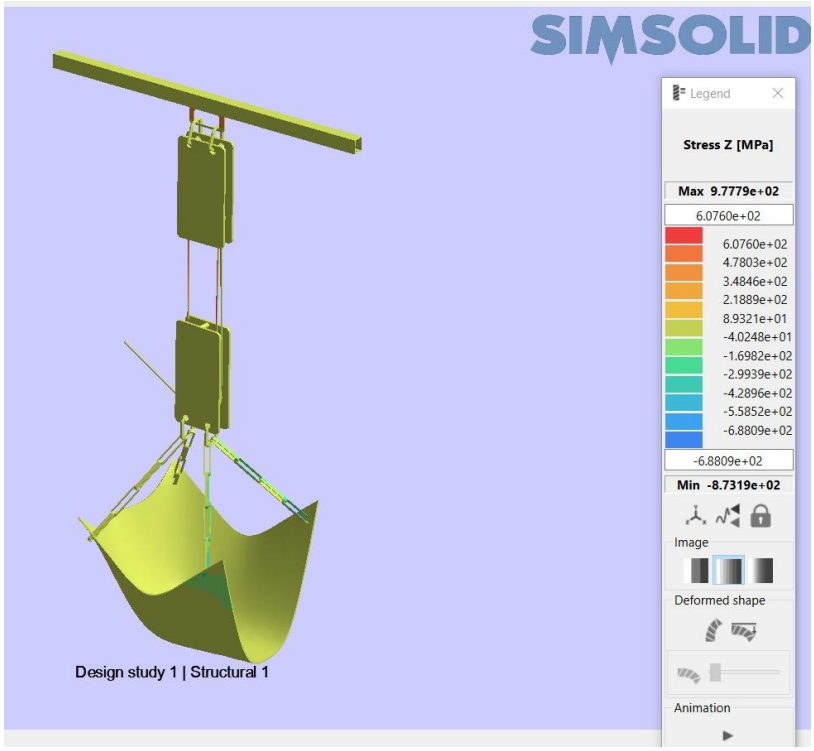


Figura 75: Stress SIMSOLID

El mapa de esfuerzos de dirección z, que se corresponde con la carga vertical del usuario (686,7), se muestra en la figura 64. Este hallazgo posibilita ver como la estructura asume y reparte la carga gravitacional por medio de las cuerdas, el arnés y el sistema de poleas.

Se detectan áreas en las placas principales y en el riel con esfuerzos moderados, de acuerdo con los valores que se utilizaron para calcular analíticamente el tamaño del riel y los puntos de fijación. Las concentraciones puntuales, que no reflejan el comportamiento general del material, son las que se observan en los máximos locales de los bordes y extremos. Esta imagen se utiliza como fundamento para confirmar que la carga empleada

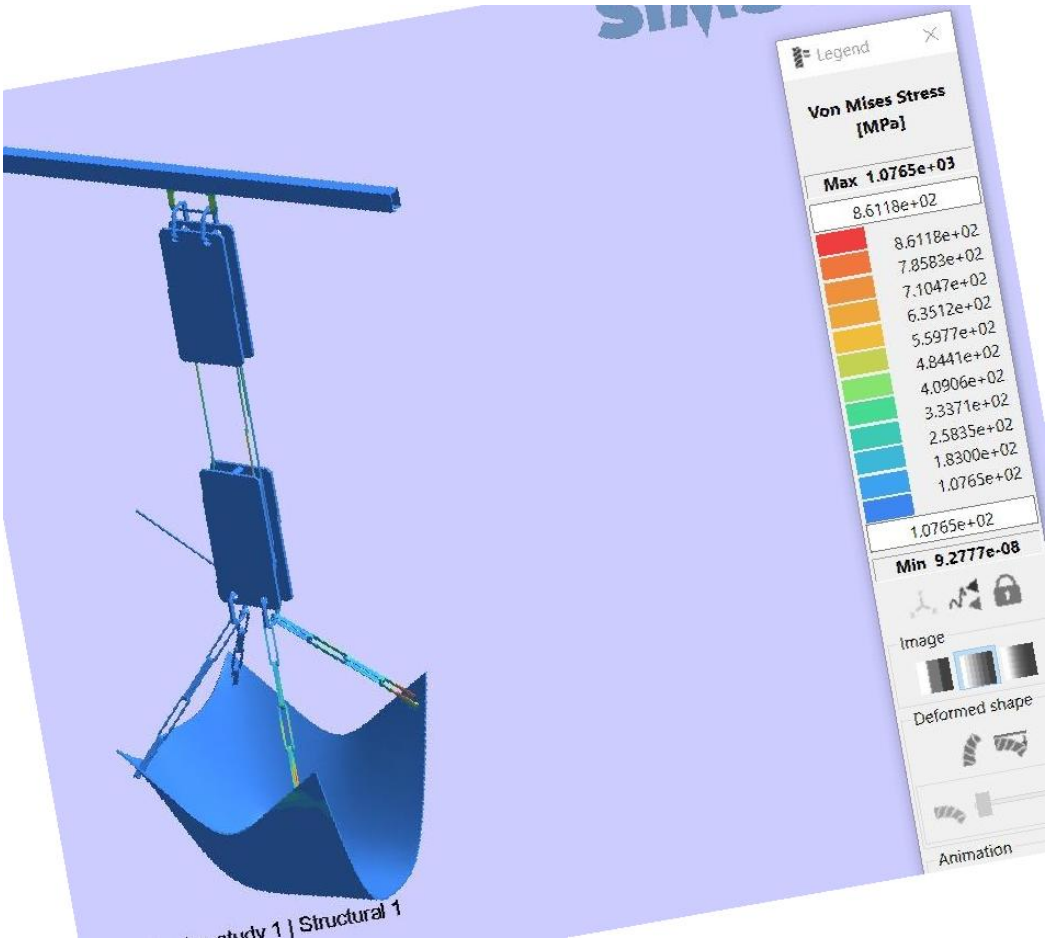


Figura 76: Von Mises SIMSOLID

Las tenciones equivalentes de Von Mises que se han conseguido en el análisis estructural se muestra en la figura 75. Estas tenciones posibilitan la comparación directa de los resultados numéricos con los valores que se aceptan, según lo calculado analíticamente. En los principales sectores resistentes (ejes, placas y riel), las tenciones se ubican entre 100 y 300 MPa, cifras que corresponden a las presiones teóricas calculadas y que permanecen por debajo de las restricciones permitidas en el acero y la sección del riel.

Esto verifica que se han cumplido los factores de seguridad fijados (FS=8 para cuerdas, FS= 2 para ejes, FS= 4 para rieles). Los picos que superan los 1000 MPa solo se encuentran en áreas de contacto y aristas afiliadas, lo que se considera un efecto numérico localizado sin repercusiones.

5.4.6. Simulación Esfuerzo de Von Mises de carga

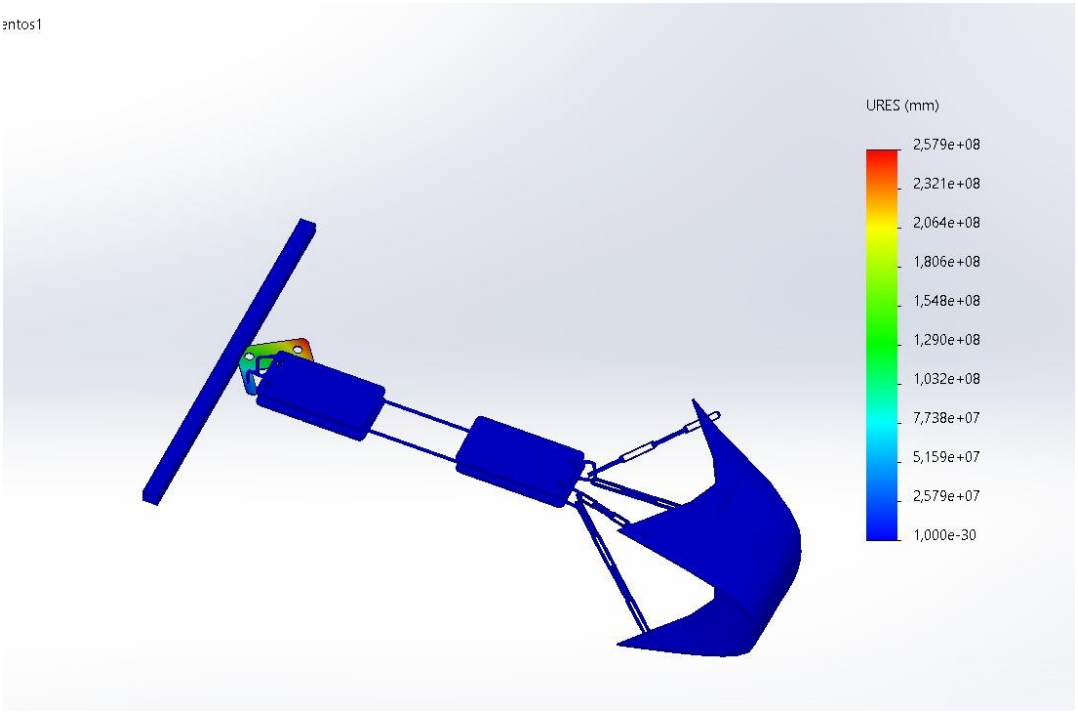


Figura 77: Esfuerzo de Von Mises / Fuente: Elaboración Propia

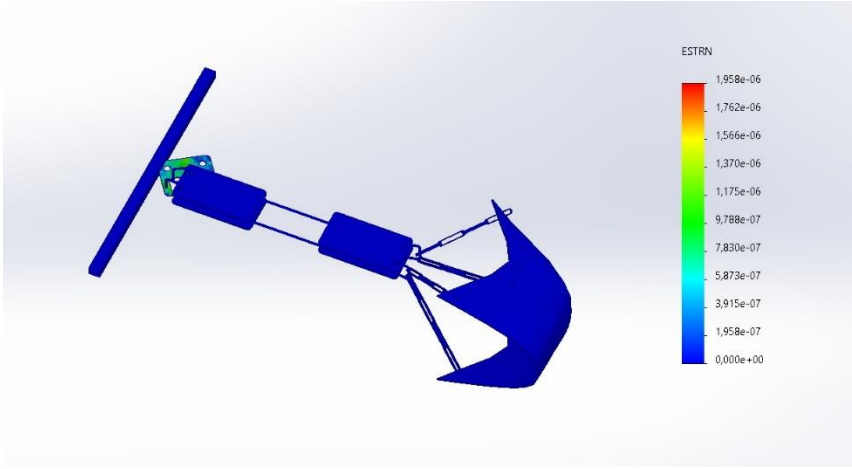


Figura 78: Esfuerzo de Von Mises / Fuente: Elaboración Propia

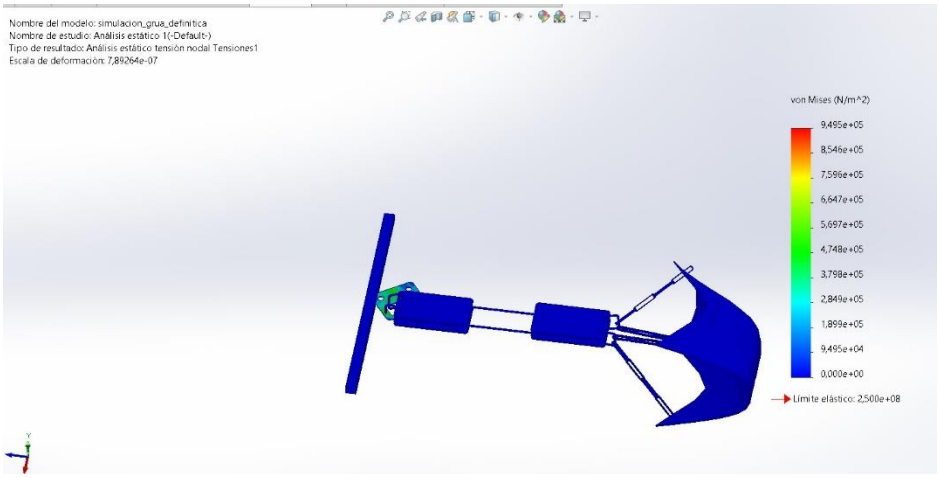


Figura 79: Esfuerzo de Von Mises / Fuente: Elaboración propia

El análisis estático de la simulación bajo una carga de 686.7 N valida la integridad mecánica del diseño, identificando un esfuerzo máximo de Von Mises de 0.95 MPA localizado en la parte superior de la corredera, lo cual es físicamente es la zona donde existe mayor esfuerzo dado que dicha zona soporta el mayor momento flector del sistema voladizo

Al contrastar este valor con el límite elástico del material de 250 MPA se concluye que la estructura esta correctamente deseñada para esta carga especifica, operando con un factor de seguridad sumamente alto y deformaciones despreciables, lo que garantiza que no existe riesgo de falla plástica ni ruptura bajo las condiciones de operación real.

5.4.7. Simulación de Von Miss SolidWorks de Carga

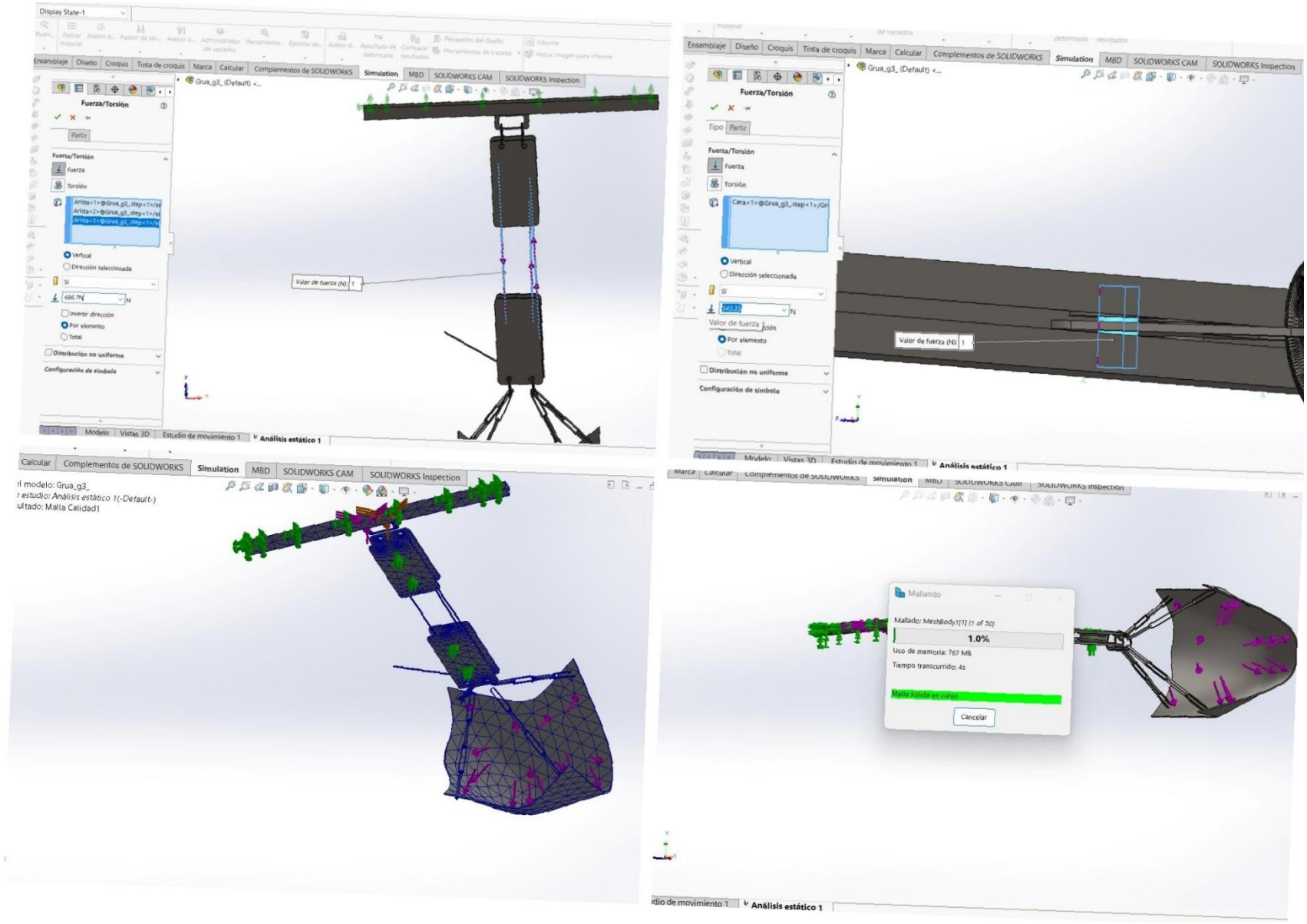


Figura 80: Pasos para Realizar de la simulación

5.4.8. Simulación de Von Miss SolidWorks de Carga

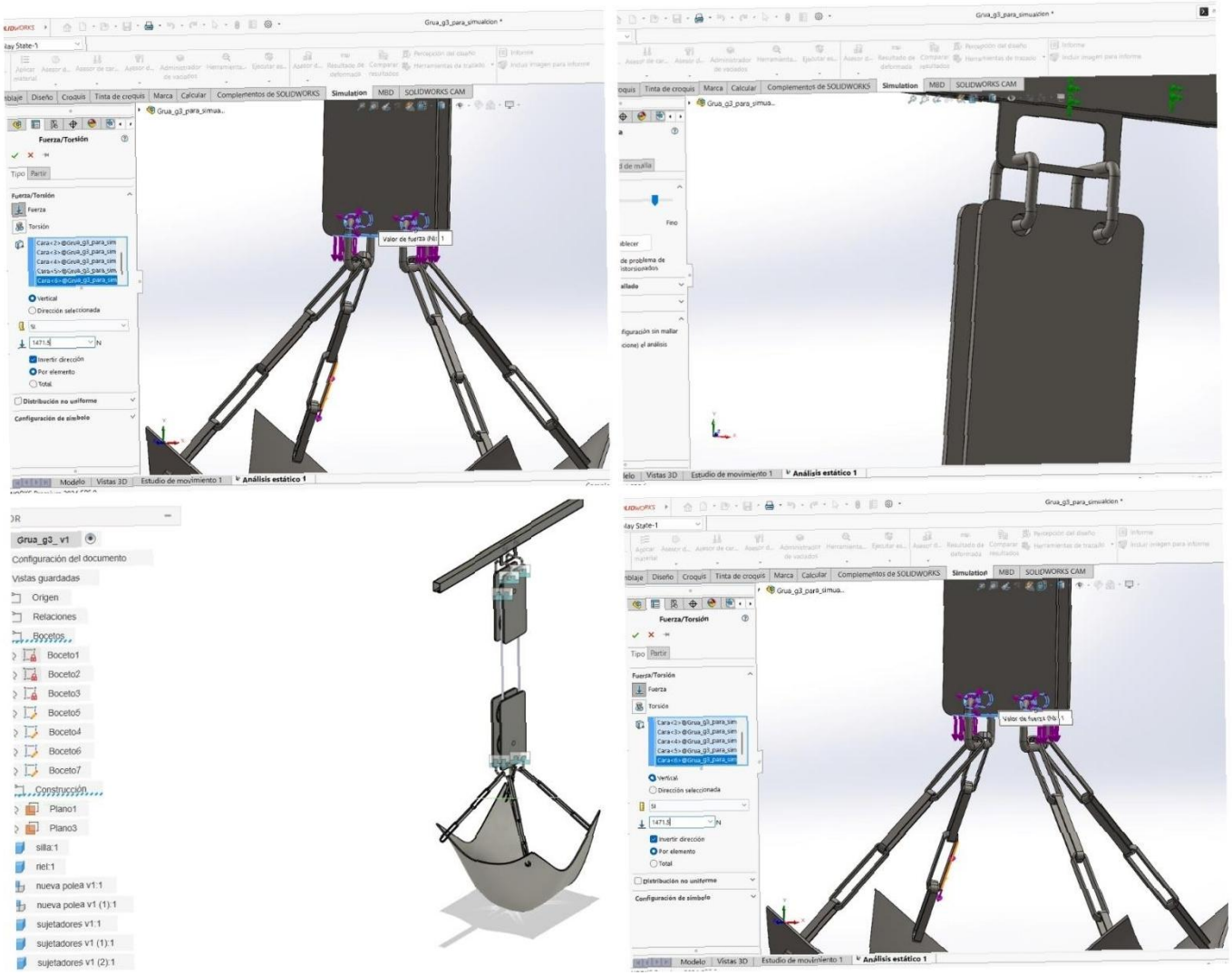


Figura 81: Pasos para realizar la Simulación / Fuente: SolidWorks 2024

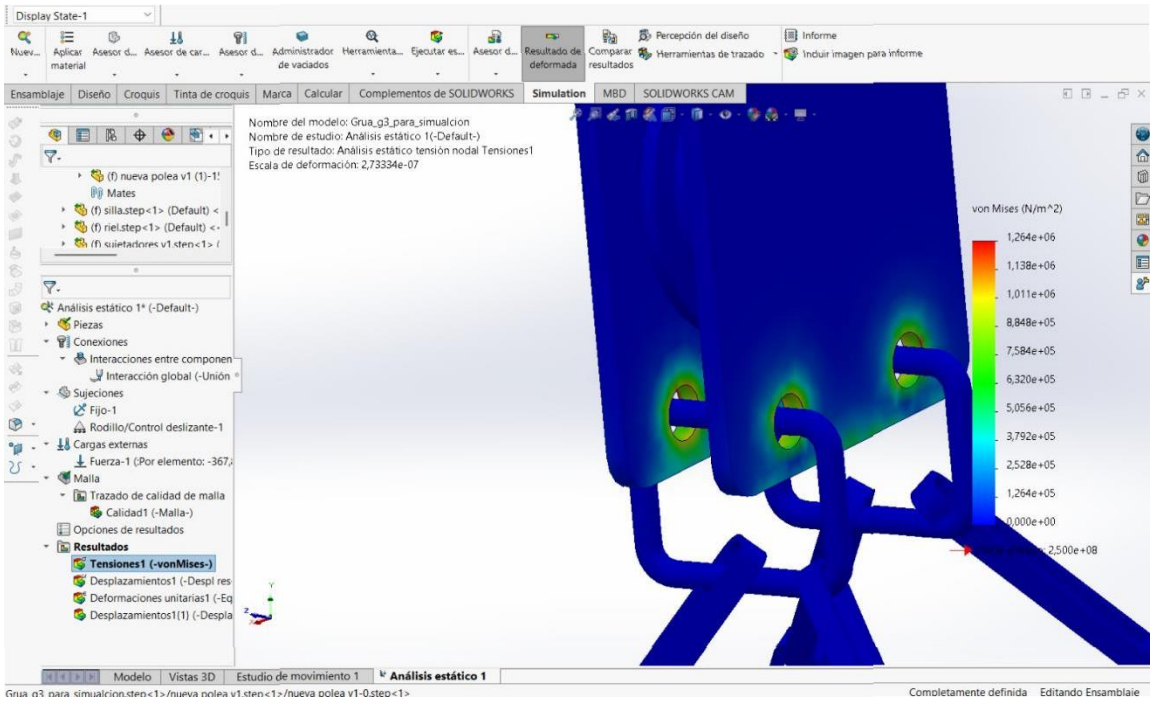


Figura 82: Simulación Solid Works

Para la validación estructural del mecanismo mediante el método de elementos finitos (FEA), se estableció una carga de diseño de 1471,5 N, valor que resulta de multiplicar la carga nominal estática que corresponde a (981 N correspondientes a 100 kg) por un Coeficiente Dinámico (CD) de 1,5, en estricto cumplimiento con la normativa ISO 10535:2022. Esta aplicación de la carga tiene como objetivo simular las fuerzas inerciales, mediante el SolidWorks se comprueba que resiste el esfuerzo aplicado.

5.4.9. Comparación entre las dos cargas

A continuación, se presenta en la Tabla 33, una comparación entre dos escenarios de simulación estructural realizados mediante el método de elementos finitos (FEA), cuyo objetivo es evaluar el comportamiento mecánico del sistema de grúa bajo distintas condiciones de carga. El primer escenario corresponde a una carga normal asociada al uso cotidiano del dispositivo, mientras que el segundo representa una condición de esfuerzo crítico, considerando una carga mayor amplificada mediante un coeficiente dinámico conforme a criterios normativos. Esta comparación permite identificar las variaciones en los niveles de esfuerzo, las zonas críticas del diseño y el grado de seguridad estructural del sistema, aportando una base técnica para validar su desempeño en condiciones reales y exigentes de operación.

Tabla 33: Comparativa entre carga normal y carga de esfuerzo / Fuente: Elaboración propia

Parámetro clave	Carga normal (70 kg)	Carga de esfuerzo (100 kg)
Tipo de análisis	Estático (FEA)	Estático (FEA)
Carga aplicada	686,7 N	1471,5 N
Condición de carga	Uso cotidiano	Condición crítica (CD = 1,5)
Esfuerzo máximo de Von Mises	0,95 MPa	Mayor que el caso normal
Zona crítica	Parte superior de la corredera	Uniones y puntos de anclaje
Límite elástico del material	250 MPa	250 MPa
Comportamiento estructural	Estable	Estable
Riesgo de falla	Nulo	Nulo

La simulación correspondiente a la carga normal de 70 kg demuestra que el sistema opera ampliamente por debajo del límite elástico del material, confirmando su estabilidad estructural durante el uso cotidiano. Por su parte, la simulación con carga de esfuerzo equivalente a 100 kg, amplificada mediante un coeficiente dinámico conforme a la normativa ISO 10535:2022, representa un escenario más exigente que permite evaluar el comportamiento del diseño ante condiciones críticas. A pesar del incremento significativo de la carga aplicada, los esfuerzos generados se mantienen dentro de rangos seguros, sin deformaciones relevantes ni riesgo de falla, lo que evidencia la robustez y confiabilidad estructural del sistema propuesto.

5.4.10. Simulación de Fatiga

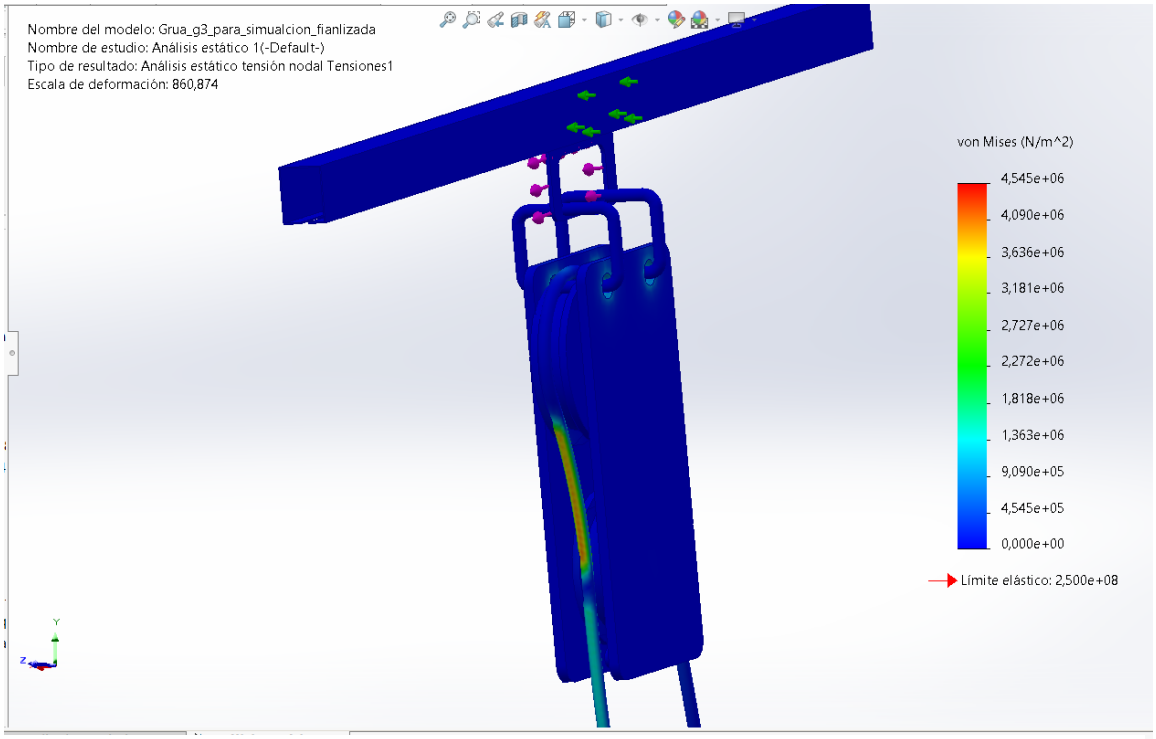


Figura 84: Simulación de Fatiga / SolidWorks

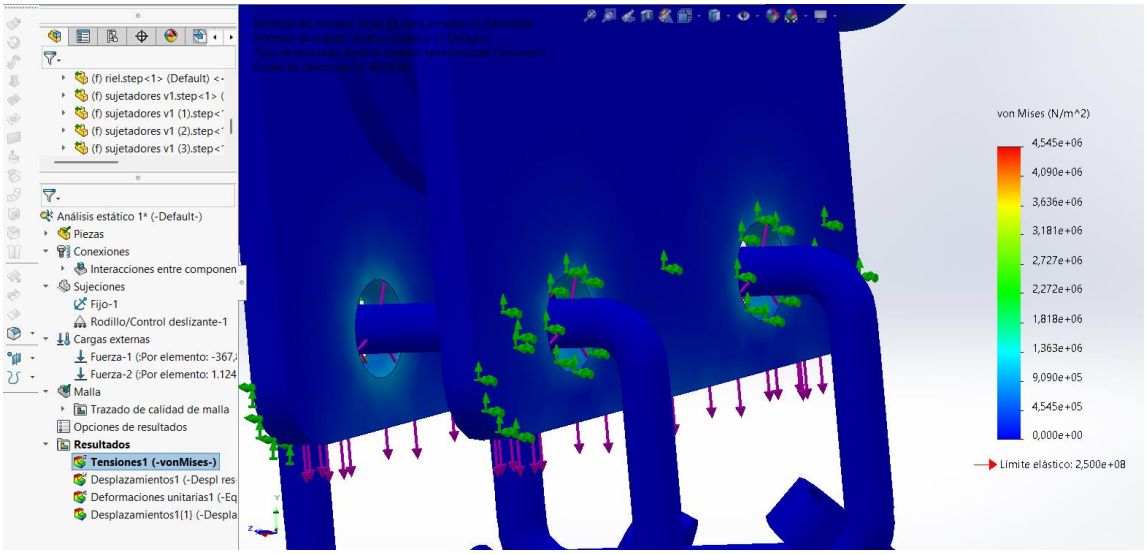


Figura 83: Simulación de Fatiga / SolidWorks

5.4.11. Deformación Unitaria

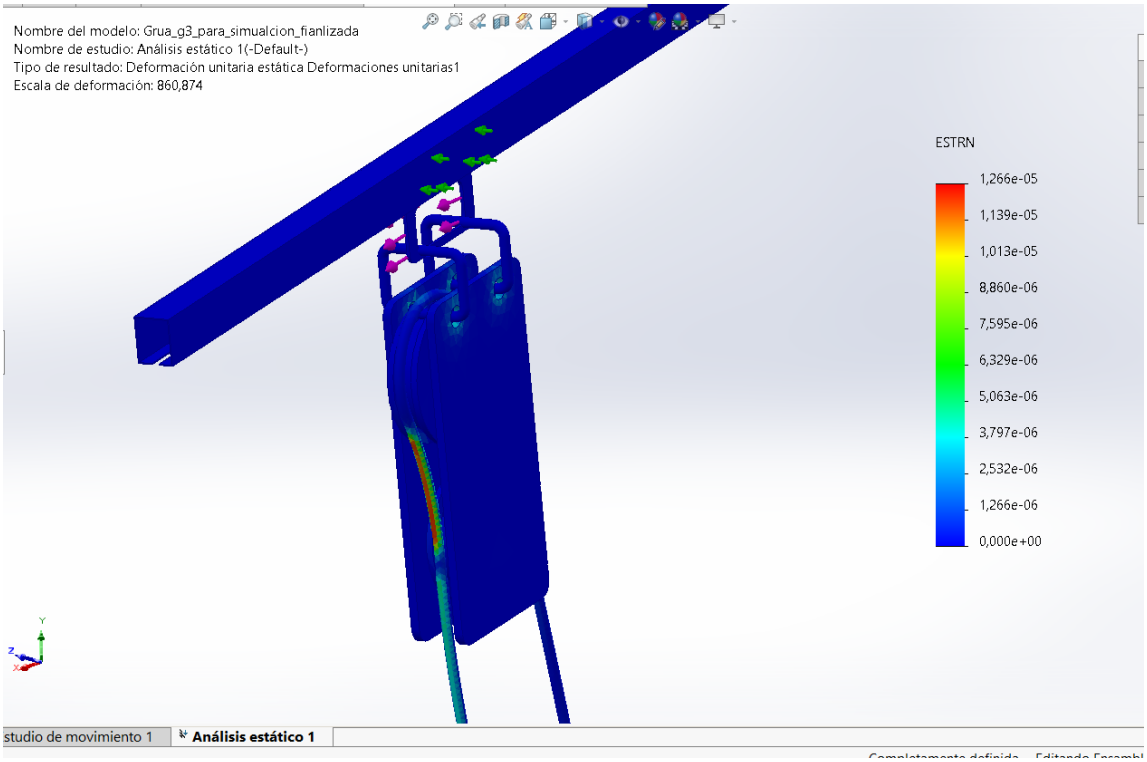


Figura 85: Deformación Unitaria / Solid Works

Bajo la aplicación de la carga de diseño corregida de 1471,5 N, el análisis de elementos finitos revela un comportamiento estructural altamente robusto. Como se evidencia en el diagrama de tensiones de Von Mises, el esfuerzo máximo registrado es de apenas 4,545 MP localizado puntualmente en las zonas de contacto de los eslabones de sujeción debido a la concentración geométrica de esfuerzos. Este valor representa una fracción insignificante de la capacidad del material). consecuencia, el sistema opera con un factor de seguridad estático superior a, lo que garantiza que no existe riesgo alguno de plastificación o fallo mecánico.

5.4.12. Pasos para Diseño de Fatiga

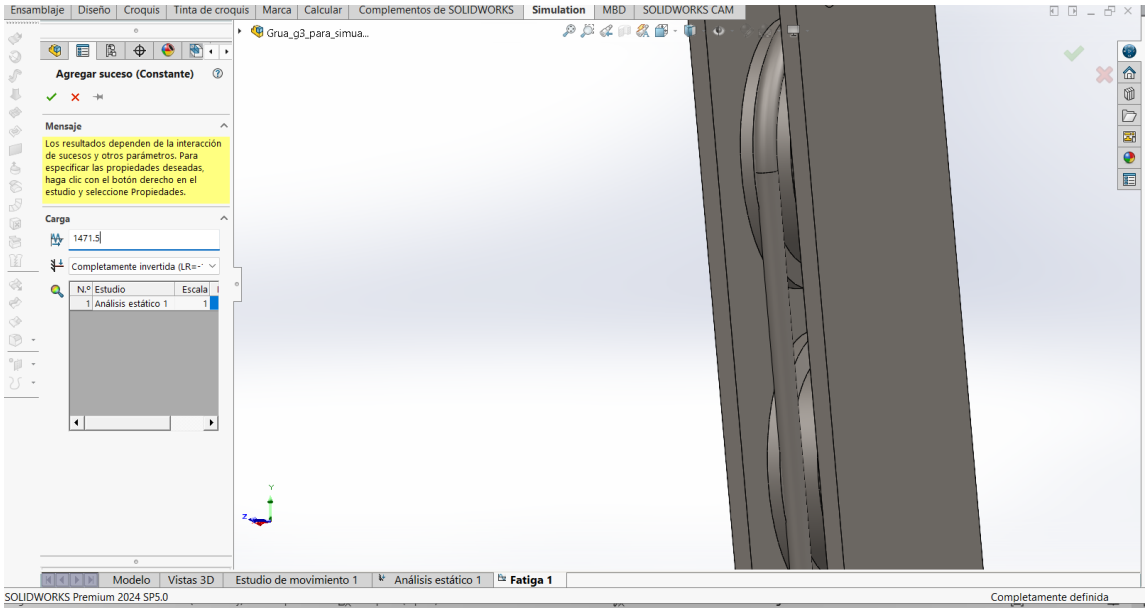


Figura 86: Pasos para Diseño de fatiga 1 / Solid Works

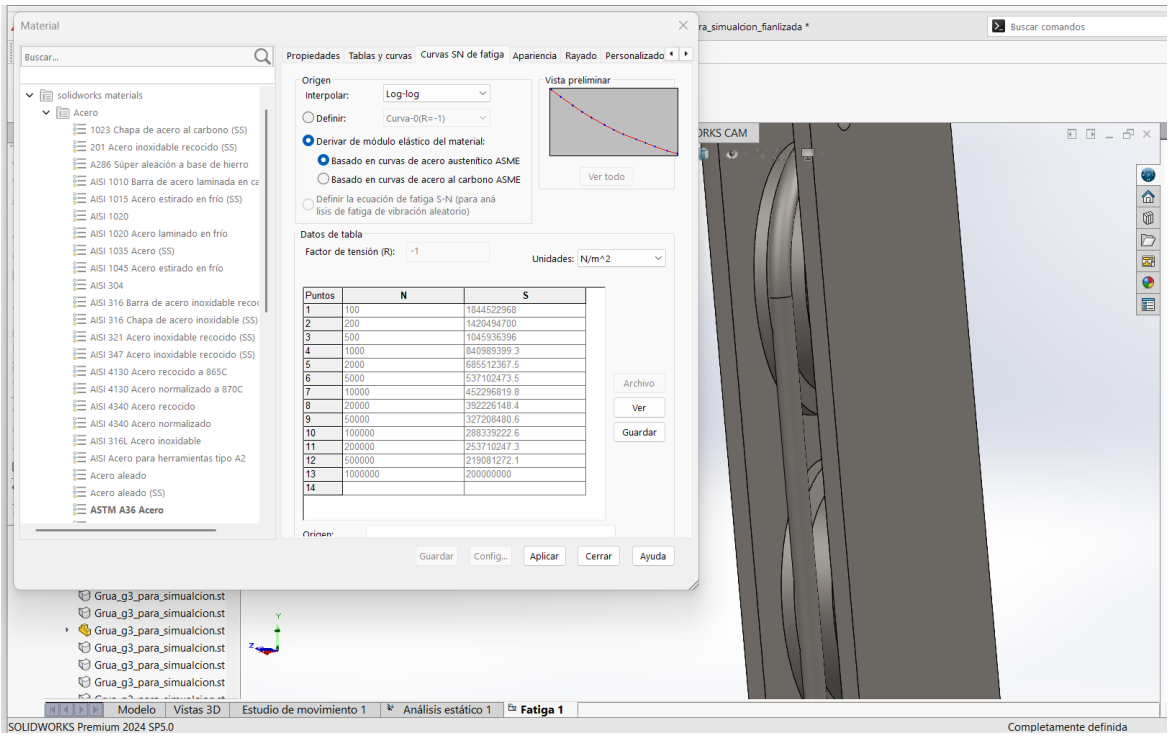


Figura 87: Pasos para Diseño de fatiga 2 / Solid Works

5.4.13. Resultados estudio para fatiga

- **Daño**

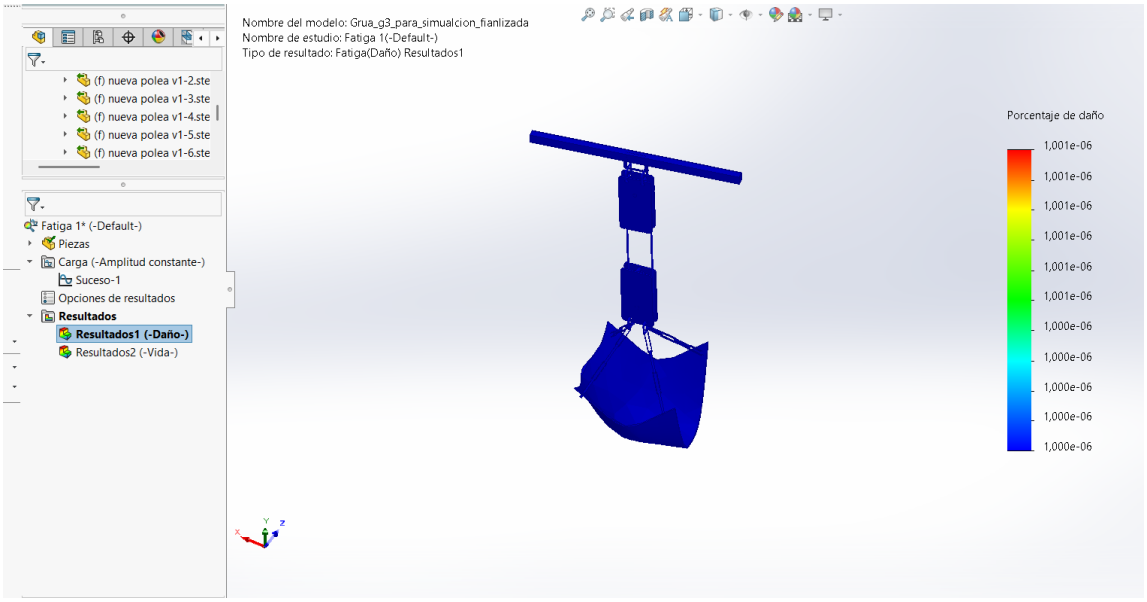


Figura 88: Resultado del daño en el estudio de fatiga / Solid Works

- **Vida**

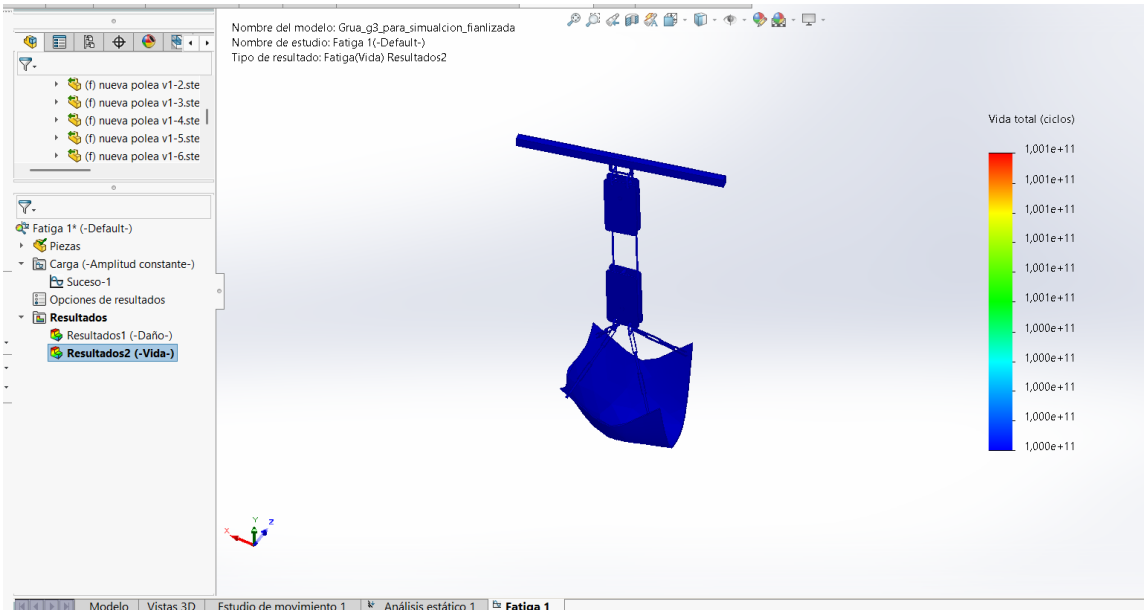


Figura 89: Resultado de vida en el estudio de fatiga / Solid Works

De manera complementaria a la validación estática, se ejecutó un estudio de fatiga para evaluar el comportamiento del mecanismo ante ciclos repetitivos de carga y descarga, simulando el uso diario del dispositivo a lo largo del tiempo. Los resultados obtenidos en SolidWorks Simulation indican una robustez estructural excepcional: el gráfico de Daño Acumulado refleja un valor máximo insignificante de $1.001x10^{-6}$, lo que implica un deterioro prácticamente nulo del material or ciclo. Consecuentemente, el gráfico de Vida Total predice una durabilidad superior a$1x10^{11}$ ciclos, confirmando que el sistema opera dentro del rango de vida infinita del material (por debajo del límite de plástico), garantizando así que no existirán fallos por fractura o fatiga mecánica durante toda la vida útil operativa del equipo.

5.4.14. Simulación Digital

Se realizó un video de simulación digital con el objetivo de representar de manera visual y funcional el comportamiento del sistema de grúa durante su operación. En este material se simuló el desplazamiento lateral tanto hacia la derecha como hacia la izquierda, así como los movimientos de elevación y descenso del usuario, permitiendo verificar la continuidad del recorrido, la estabilidad del mecanismo y la correcta respuesta del sistema en cada fase de movimiento. Esta simulación facilitó la comprensión del funcionamiento integral del diseño y sirvió como apoyo para la validación funcional y comunicativa del proyecto como se muestra en la figura 90.

Figura 90: QR videos de simulación de movimiento

5.4.15. Tabla de Validación de Diseño.

Tabla 34: Tabla de validación de usuario.

Criterio	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6	Usuario 7	Promedio
Viabilidad	5	5	4	5	4	5	4	**4,6**
Funcionalidad	4	5	4	4	5	4	4	**4,3**
Seguridad percibida	4	5	4	4	4	5	4	**4,3**
Facilidad de uso	4	4	3	4	4	4	3	**3,7**
Ergonomía	3	4	3	3	4	3	3	**3,3**
Estética	4	4	4	3	4	4	4	**3,9**
Integración con el ambiente	5	5	4	3	4	5	5	**4,7**

Los resultados evidencian una valoración positiva del diseño por parte de los siete usuarios evaluadores, destacándose los criterios de viabilidad e integración con el ambiente, los cuales obtienen los promedios más altos. Los aspectos relacionados con la ergonomía y la facilidad de uso presentan valores moderados, lo que permite identificar oportunidades de mejora orientadas al confort del usuario y a la optimización del proceso operativo, sin comprometer la seguridad ni la funcionalidad general del sistema.

5.4.16. RENDER



Figura 92: Render en espacio



Figura 91: Render en fondo blanco

CAPÍTULO VI
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- δ Se identifico que los adultos mayores en entornos domiciliarios enfrentan dificultades significativas de movilidad, agravadas por espacios reducidos, técnicas manuales de traslado y limitaciones físicas tanto del usuario como del cuidador. La evidencia recolectada justifica plenamente la necesidad de un sistema de asistencia mecánica que reduzca riesgos y mejore la autonomía.

- δ Se analizo que existen dispositivos de asistencia en el mercado para la movilidad de adultos mayores, sin embargo, no existen sistemas de implementación inmediata que permitan una instalación rápida para el traslado de adultos mayores que poseen un agrado de dependencia III. La comparación técnica evidencio que los mecanismos convencionales presentan limitaciones en costo, maniobrabilidad y adaptación. El sistema de poleas destaca como solución óptima para uso domiciliario.

  Además, se analizó mecanismos existentes y se realizó un análisis y ponderación comparativa para su implementación. Se demostró que los polipastos son una alternativa más eficiente, segura y viable para el contexto doméstico. El modelo diseñado cumple criterios ergonómicos, técnicos y normativos, ofreciendo una solución adaptable a distintas viviendas y arquitecturas de techo.

- δ Se considero criterios ergonómicos en el diseño como posturas forzadas y esfuerzo físico, asegurando que la propuesta se adapte al usuario mediante ajustes de altura y alcance, permitiendo movimientos naturales, facilitando el acceso y la estabilidad, y proporcionando controles intuitivos y fáciles de usar para prevenir lesiones y mejorar la seguridad y eficiencia, especialmente al levantar cargas. Se definieron criterios claros de ergonomía, estabilidad, instalación y modularidad,

alineados con normas vigentes y necesidades del usuario, orientando el diseño de manera precisa.

- Se desarrollo un modelo digital funcional, adaptable a diversos espacios domésticos y capaz de reducir considerablemente el esfuerzo del cuidador gracias a la ventaja mecánica del polipasto.

- La validación estructural del mecanismo, realizada mediante el método de elementos finitos (FEA), se llevó a cabo aplicando una carga de diseño de 1471,5 N, obtenida al multiplicar la carga nominal estática correspondiente a un usuario de 100 kg (981 N) por un coeficiente dinámico de 1,5, en cumplimiento con la norma ISO 10535:2006. Los resultados de la simulación en SolidWorks evidencian que el sistema soporta adecuadamente el esfuerzo aplicado, presentando concentraciones de tensiones localizadas principalmente en las zonas de unión y contacto, sin superar el límite elástico del material. La distribución de esfuerzos de Von Mises confirma un comportamiento estructural estable y seguro bajo las condiciones de carga consideradas, lo que permite concluir que el diseño posee la resistencia mecánica necesaria y cumple con los factores de seguridad exigidos para su implementación como mecanismo confiable de traslado asistido.

6.2. Recomendaciones

- δ Se recomienda ampliar futuras observaciones en diferentes tipologías de vivienda y entornos domiciliarios para precisar aún más las condiciones espaciales y adaptar el sistema a variaciones arquitectónicas presentes en hogares urbanos y rurales.

- δ Se recomienda profundizar la evaluación comparativa de configuraciones de polipastos y materiales de baja fricción, con el fin de optimizar la eficiencia mecánica y reducir el mantenimiento en aplicaciones domésticas.

- δ Se recomienda incorporar validaciones adicionales con normativas de accesibilidad y estándares arquitectónicos locales, garantizando que la modularidad del sistema pueda aplicarse en una mayor variedad de viviendas y condiciones estructurales.

- δ Se recomienda desarrollar prototipos físicos de baja o media fidelidad para evaluar interacción real, manejo por parte del cuidador, confort del arnés y usabilidad del sistema, permitiendo ajustes ergonómicos antes de la fabricación final.

- δ Se recomienda complementar los análisis estáticos con simulaciones dinámicas y de fatiga cíclica para asegurar el rendimiento del mecanismo ante uso repetitivo, vibraciones y desplazamientos continuos dentro del entorno doméstico.

BIBLIOGRAFÍA

- Alex Figueroba. (2025, septiembre 7). *Tipos de envejecimiento (primario, secundario y terciario)*.
- Astudillo Flores Mateo Ismael. (2019). *Diseño, construcción e implementación de una grúa móvil para el transporte de pacientes con discapacidad en actividades de rehabilitación*. Universidad Politécnica Salesiana.
- Caudeli Pacheco, Á. (2024). *Evaluación del riesgo ergonómico en la movilización de pacientes dependientes mediante el método MAPO en una planta de geriatría*. https://dspace.umh.es/handle/11000/36580
- CEPAL. (2022, diciembre 13). *Envejecimiento en América Latina y el Caribe: inclusión y derechos de las personas mayores*. https://www.cepal.org/es/publicaciones/48567-envejecimiento-america-latina-caribe-inclusion-derechos-personas-mayores
- Edison David Navas Argüello. (2020). *Desarrollo de un sistema grúa de techo para facilitar el traslado en el hogar de pacientes con distrofia muscular de Duchenne*. Universidad Autónoma de Bucaramanga.
- Enrique Javier Martínez Delgado, Edgar Zacarias Moreno, Víctor Manuel Velasco Gallardo, José Alonso Dena Aguilar, & Ludovico Hernández Aguilar. (2022, abril 30). Vehículo-grúa para desplazamiento de discapacitados motrices. *Revista Científica Ciencia y Tecnología*, 9–17.
- Gómez Cruz, G. L. (2021). *Deterioro de la movilidad física y su influencia en el autocuidado del adulto mayor en el centro de educación integral Melvin Jones, La Libertad-Santa Elena*. Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- INEC. (2022). *Censo de Población y Vivienda*. https://cubos.inec.gob.ec/AppCensoEcuador/
- INEN. (2025). *Servicio Ecuatoriano de Normalización*.
- ISO. (2021, marzo). *ISO 10535:2021*. https://www.iso.org/standard/72711.html
- Koon, L. M., Remillard, E. T., Mitzner, T. L., & Rogers, W. A. (2020). Aging Concerns, Challenges, and Everyday Solution Strategies (ACCESS) for adults aging with a long-

term mobility disability. *Disability and Health Journal*, *13*(4), 100936. https://doi.org/10.1016/j.dhjo.2020.100936

- Mark Sanders, & Ernest McCormik. (2021). *Human factors in engineering and design* (McGraw-Hill, Ed.; 1a ed., Vol. 1). https://archive.org/details/humanfactorsinen0000sand/page/n3/mode/2up
- Marlon Fernando Cox Lozada. (2021). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ELEVADOR TIPO GRÚA GERIÁTRICA PARA EL TRASLADO DE PERSONAS CON DEPENDENCIA FUNCIONAL DENTRO LAS INSTALACIONES DEL CENTRO DE ATENCIÓN INTEGRAL PARA EL ADULTO MAYOR DEL CANTÓN PATATE*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.
- Mayumi Benavides, & Carlos Gómez. (2005). Métodos en investigación cualitativa: triangulación. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, *XXXIV*, 118–124. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.scielo.org.co/pdf/rcp/v34n1/v34n1a08.pdf
- Mejor con Salud. (2020). *Tipos de Envejecimiento*.
- MIES. (2021, abril 10). *Dirección Población Adulta Mayor*. https://www.inclusion.gob.ec/direccion-poblacion-adulta-mayor/
- Mónica Ferrer Gracia, María Sanmartín Xifré, Laura María Cuadra Giménez, María de las Mercedes Díez Angulo, Raúl Fernández Peñarroya, & Alaitz Saiz Ferrer. (2021, noviembre 16). *Síndrome de inmovilidad en las personas mayores.* https://revistasanitariadeinvestigacion.com/sindrome-de-inmovilidad-en-las-personas-mayores/
- OMS. (2021). *Década del Envejecimiento Saludable (2021-2030)*. https://www.who.int/es/initiatives/decade-of-healthy-ageing
- Pheasant, S., & Haslegrave, C. M. (2018). *Bodyspace*. CRC Press. https://doi.org/10.1201/9781315375212
- Tania López Casanova, Teresa Campo Sanagustin, Cristina Pérez Casanova, María Karina Rojas Rojas, Elena Esperanza Buil Malo, & Sandra Domper López. (2024). Opciones de ayuda para personas con movilidad reducida. *Revista OCRONOS*.

- Ulrich, K. T.., Eppinger, S. D.., & Yang, M. C... (2020). *Product design and development*. McGraw-Hill Education.
- Ushiña Llamba, J. B., & Changoluisa Chacha, J. D. (2024). *Diseño y construcción de una grúa techo para personas de tercera edad*. Universidad Técnica de Ambato.
- Velasco Jacinto. (2023, agosto 3). *¿Qué es un polipasto?*

Anexos

FACULTAD DE DISEÑO Y ARQUITECTURA

Ambato, 14 de octubre de 2025
Of. FDA-ASS-00026-2025

Sra. Gloria Murillo
Directora del Hogar de Ancianos Sagrado Corazón de Jesús

Presente

De mi consideración:

Reciba un cordial saludo en nombre de la ***Facultad de Diseño y Arquitectura*** *de la Universidad Técnica de Ambato.*
Por medio del presente, me permito solicitar de la manera más comedida ***se autorice el ingreso del estudiante Steven Adrián Paredes Cherrez,*** *portador de la cédula de ciudadanía N.° 1803683950, de la carrera de* ***Diseño Industrial,*** *con la finalidad de* ***desarrollar su proyecto integrador*** *bajo el tema:*

"Diseño de un mecanismo modular de grúa de techo para facilitar la movilidad de adultos mayores en entornos domiciliarios en la provincia de Tungurahua",

bajo la ***dirección de la M. Eng. Mayra Alejandra Paucar Samaniego,*** *docente de la Facultad.*
El desarrollo de esta actividad contempla las siguientes acciones:

- *Visitas técnicas al Hogar de Ancianos Sagrado Corazón de Jesús para analizar espacios y recorridos donde se realizan traslados de los adultos mayores.*
- *Observación estructurada de maniobras de movilización para identificar posturas, tiempos y riesgos físicos.*
- *Entrevistas semiestructuradas a profesionales y cuidadores para conocer protocolos, dificultades y criterios de seguridad.*
- *Encuestas al personal del hogar para cuantificar la frecuencia de problemas y niveles de satisfacción con los métodos actuales.*
- *Registro visual y documental autorizado para evidenciar las condiciones espaciales y funcionales del entorno.*

Cabe señalar que este trabajo académico se ejecutará con absoluto respeto a las normas institucionales, bajo lineamientos éticos y garantizando la confidencialidad y el correcto uso de la información recopilada.

Agradeciendo de antemano su colaboración y apertura para el desarrollo de actividades académicas que fortalecen la formación profesional de nuestros estudiantes, me suscribo con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,

Ing. MSc. Dilon Germán Moya Medina
DECANO FACULTAD DE DISEÑO Y ARQUITECTURA

FACULTAD DE DISEÑO Y ARQUITECTURA
FACULTAD DE DISEÑO Y ARQUITECTURA
DECANATO
U.T.A

HOGAR DE ANCIANOS "SAGRADO CORAZÓN DE JESÚS"
Sor. Gloria Murillo
ADMINISTRADORA
RECIBIDO
AMBATO
CONSAGRACIÓN DE MADRES OBLATAS

20-10-2025

UTA | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Escaneado con CamScanner

Ficha de Observación

Proyecto: Diseño de un mecanismo modular de grúa de techo para facilitar la movilidad de adultos mayores en entornos domiciliarios.

Lugar de observación: Hogar de Ancianos Sagrado Corazón de Jesús

Observador: Steven Adrián Paredes Cherrez

Fecha: 14/11/2025 Hora: 8:05

Sección 1. Datos del contexto

Área observada	☑ Dormitorio ☐ Baño ☐ Pasillo ☐ Sala común
Número de cuidadores presentes	2
Número de adultos mayores trasladados	2
Tipo de traslado observado	☑ Cama–silla ☐ Silla–baño
Instrumento de Movilidad	☐ Bastón ☐ Silla de ruedas ☐ Andadera

Sección 2. Condiciones generales del entorno

Ítem	Observación	Escala (1–5)	Comentario breve
Espacio suficiente para maniobrar	☑ Sí ☐ No	4	
Piso antideslizante y en buen estado	☑ Sí ☐ No	4	
Presencia de obstáculos o desniveles	☐ Sí ☑ No	4	

Escaneado con CamScanner

Sección 3. Observación del proceso de traslado y Seguridad del Adulto Mayor

Aspecto observado	Sí	No	Comentarios
Se realiza comunicación previa con el adulto mayor	☑	☐	
Se emplean técnicas seguras de levantamiento	☐	☑	
Se requieren más de dos personas para el traslado	☑	☐	
Existen pausas o interrupciones durante el movimiento	☐	☑	
Se observa esfuerzo físico excesivo del cuidador	☑	☐	
El adulto mayor mantiene postura estable y segura	☐	☑	
Se evidencia incomodidad o dolor en alguno de los participantes	☑	☐	

Sección 4. Observaciones complementarias

Tiempo total del traslado	10 min.
Dificultades observadas	El paciente no colabora.
Aspectos positivos del procedimiento	—
Sugerencias del observador	Mala colaboracion del paciente.

5. Anexos o Fotografías.

Ficha de Observación

Proyecto: Diseño de un mecanismo modular de grúa de techo para facilitar la movilidad de adultos mayores en entornos domiciliarios.

Lugar de observación: Hogar de Ancianos Sagrado Corazón de Jesús

Observador: Steven Adrián Paredes Cherrez

Fecha: 14/11/2025 Hora: 7:45

Sección 1. Datos del contexto

Área observada	☐ Dormitorio ☑ Baño ☐ Pasillo ☐ Sala común
Número de cuidadores presentes	1
Número de adultos mayores trasladados	1
Tipo de traslado observado	☐ Cama–silla ☑ Silla–baño
Instrumento de Movilidad	☐ Bastón ☐ Silla de ruedas ☑ Andadera

Sección 2. Condiciones generales del entorno

Ítem	Observación	Escala (1–5)	Comentario breve
Espacio suficiente para maniobrar	☑ Sí ☐ No	5	
Piso antideslizante y en buen estado	☑ Sí ☐ No	5	
Presencia de obstáculos o desniveles	☑ Sí ☐ No	3	Desniveles

Sección 3. Observación del proceso de traslado y Seguridad del Adulto Mayor

Aspecto observado	Sí	No	Comentarios
Se realiza comunicación previa con el adulto mayor	☑	☐	
Se emplean técnicas seguras de levantamiento	☐	☑	
Se requieren más de dos personas para el traslado	☐	☑	
Existen pausas o interrupciones durante el movimiento	☑	☐	El paciente se cansa y frena
Se observa esfuerzo físico excesivo del cuidador	☑	☐	
El adulto mayor mantiene postura estable y segura	☑	☐	
Se evidencia incomodidad o dolor en alguno de los participantes	☐	☑	

Sección 4. Observaciones complementarias

Tiempo total del traslado	20 minutos
Dificultades observadas	El paciente tuvo descansos.
Aspectos positivos del procedimiento	
Sugerencias del observador	

5. Anexos o Fotografías.

Ficha de Observación

Proyecto: Diseño de un mecanismo modular de grúa de techo para facilitar la movilidad de adultos mayores en entornos domiciliarios.

Lugar de observación: Hogar de Ancianos Sagrado Corazón de Jesús

Observador: Steven Adrián Paredes Cherrez

Fecha: 14/11/2025 Hora: 7:30 am

Sección 1. Datos del contexto

Área observada	☑ Dormitorio ☐ Baño ☐ Pasillo ☐ Sala común
Número de cuidadores presentes	2
Número de adultos mayores trasladados	1
Tipo de traslado observado	☑ Cama–silla ☐ Silla–baño
Instrumento de Movilidad	☐ Bastón ☐ Silla de ruedas ☐ Andadera

Sección 2. Condiciones generales del entorno

Ítem	Observación	Escala (1–5)	Comentario breve
Espacio suficiente para maniobrar	☑ Sí ☐ No	4	
Piso antideslizante y en buen estado	☑ Sí ☐ No	4	
Presencia de obstáculos o desniveles	☑ Sí ☐ No	3	mini rampas a la entrada del dormitorio

Sección 3. Observación del proceso de traslado y Seguridad del Adulto Mayor

Aspecto observado	Sí	No	Comentarios
Se realiza comunicación previa con el adulto mayor	☑	☐	lo llama por su nombre
Se emplean técnicas seguras de levantamiento	☐	☑	
Se requieren más de dos personas para el traslado	☑	☐	
Existen pausas o interrupciones durante el movimiento	☐	☑	
Se observa esfuerzo físico excesivo del cuidador	☑	☐	
El adulto mayor mantiene postura estable y segura	☐	☑	
Se evidencia incomodidad o dolor en alguno de los participantes	☐	☑	

Sección 4. Observaciones complementarias

Tiempo total del traslado	10 - 12 minutos
Dificultades observadas	mala postura
Aspectos positivos del procedimiento	el paciente se rie cuando lo mueven
Sugerencias del observador	fajas para la mala postura.

5. Anexos o Fotografías.

Ficha de Observación

Proyecto: Diseño de un mecanismo modular de grúa de techo para facilitar la movilidad de adultos mayores en entornos domiciliarios.

Lugar de observación: Hogar de Ancianos Sagrado Corazón de Jesús

Observador: Steven Adrián Paredes Cherrez

Fecha: 14/8/2025 Hora: 7:15 am

Sección 1. Datos del contexto

Área observada	☑ Dormitorio ☐ Baño ☐ Pasillo ☐ Sala común
Número de cuidadores presentes	2
Número de adultos mayores trasladados	1
Tipo de traslado observado	☑ Cama–silla ☐ Silla–baño
Instrumento de Movilidad	☐ Bastón ☐ Silla de ruedas ☐ Andadera

Sección 2. Condiciones generales del entorno

Ítem	Observación	Escala (1–5)	Comentario breve
Espacio suficiente para maniobrar	☑ Sí ☐ No	4	
Piso antideslizante y en buen estado	☑ Sí ☐ No	5	
Presencia de obstáculos o desniveles	☐ Sí ☑ No	4	Algunos cuartos o dormitorios son muy bien diseñados

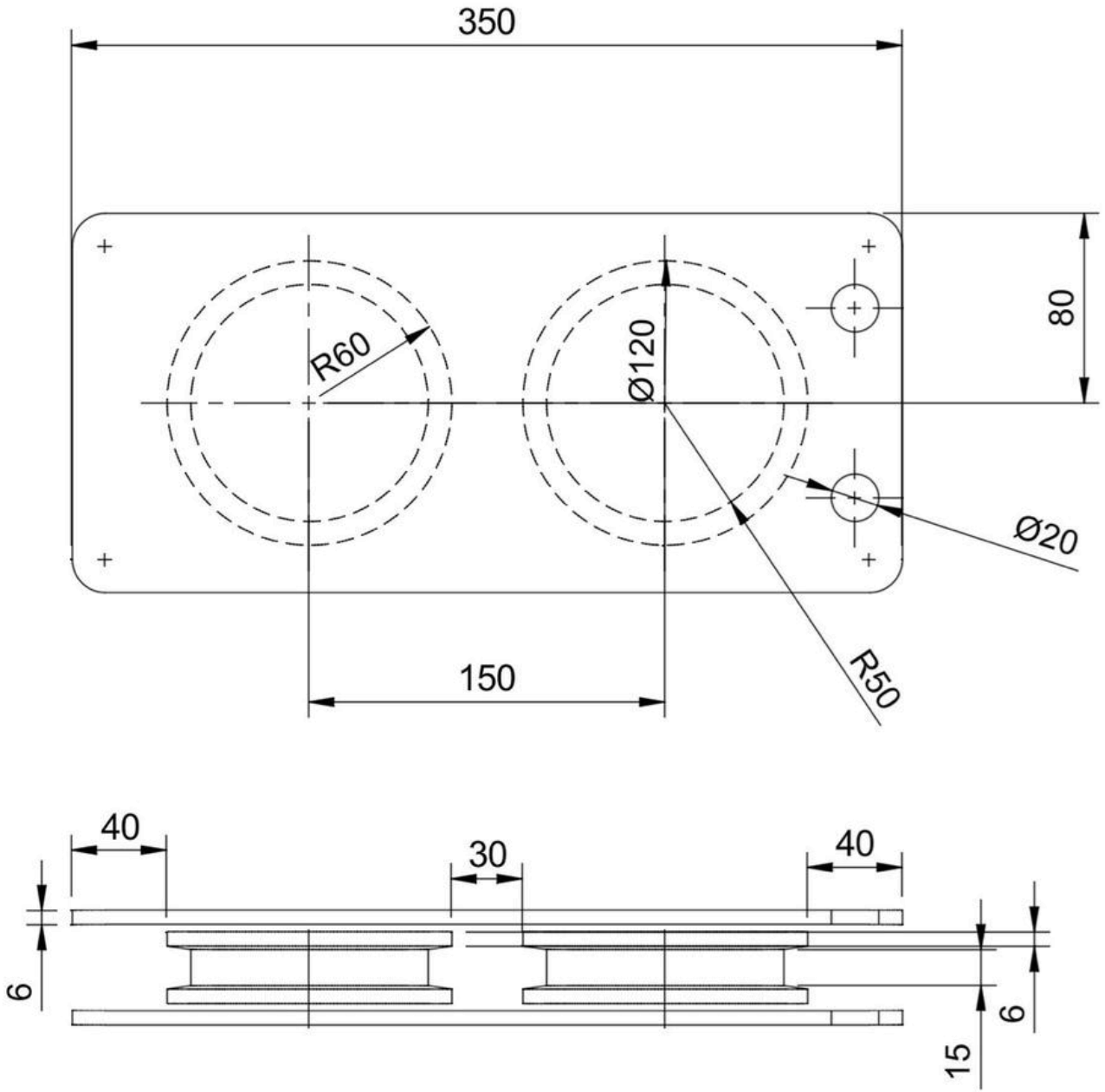
Sección 3. Observación del proceso de traslado y Seguridad del Adulto Mayor

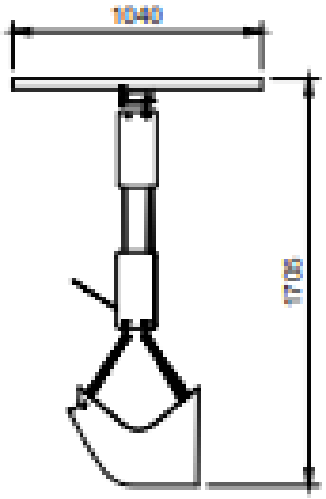
Aspecto observado	*Sí*	*No*	*Comentarios*
Se realiza comunicación previa con el adulto mayor	☑	☐	
Se emplean técnicas seguras de levantamiento	☐	☑	
Se requieren más de dos personas para el traslado	☑	☐	
Existen pausas o interrupciones durante el movimiento	☐	☑	
Se observa esfuerzo físico excesivo del cuidador	☑	☐	
El adulto mayor mantiene postura estable y segura	☑	☐	
Se evidencia incomodidad o dolor en alguno de los participantes	☐	☑	

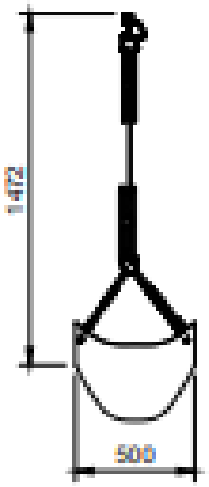
Sección 4. Observaciones complementarias

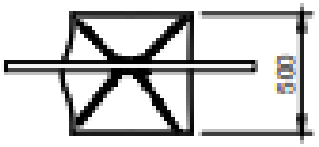
Tiempo total del traslado	15 min
Dificultades observadas	Carga excesiva del cuidador
Aspectos positivos del procedimiento	—
Sugerencias del observador	Malas posturas y fatigas.

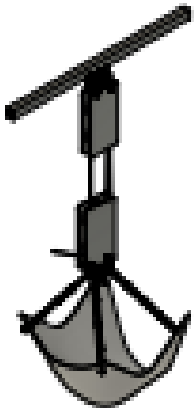
5. Anexos o Fotografías.


350
80
R60
Ø120
Ø20
R50
150
40
30
40
6
6
15









FACULTAD DE DISEÑO Y ARQUITECTURA

Producto:
Grúa de Techo

Diseñado por:
Adrian Paredes

Módulo de:
Facultad de Diseño y Arquitectura
9no Semestre
Diseño Industrial
Trabajo de Titulación

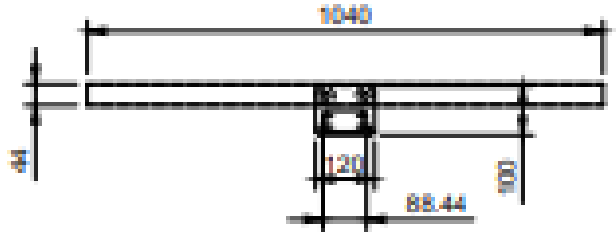
Revisor:
Ing. Mayra Paucar

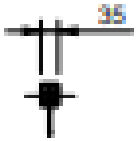
Fecha:
Diciembre 2025

Medida:
mm

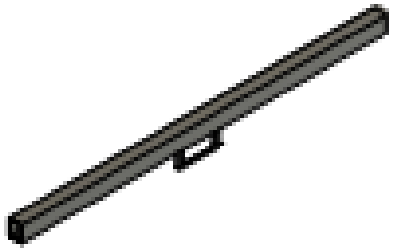
Contenido:
Medidas Generales

Número de lámina:
001









FACULTAD DE DISEÑO Y ARQUITECTURA

Producto:
Grúa de Techo

Diseñado por:
Adrián Paredes

Módulo de:
Facultad de Diseño y Arquitectura
9no Semestre
Diseño Industrial
Trabajo de Titulación

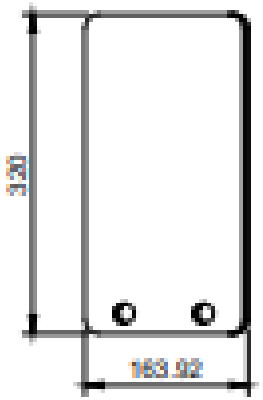
Revisor:
Ing. Mayra Paucar

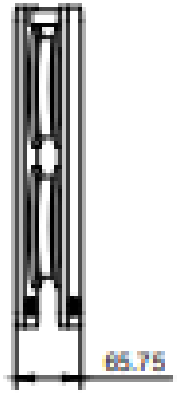
Fecha:
Diciembre 2025

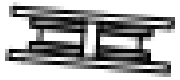
Medida:
mm

Contenido:
Riel

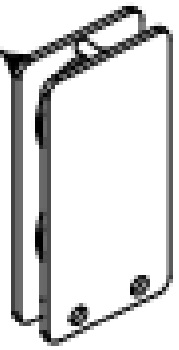
Número de lámina:
002







A
2 Unidades



FACULTAD DE DISEÑO Y ARQUITECTURA

Producto:
Grúa de Techo

Diseñado por:
Adrián Paredes

Módulo de:
Facultad de Diseño y Arquitectura
9no Semestre
Diseño Industrial
Trabajo de Titulación

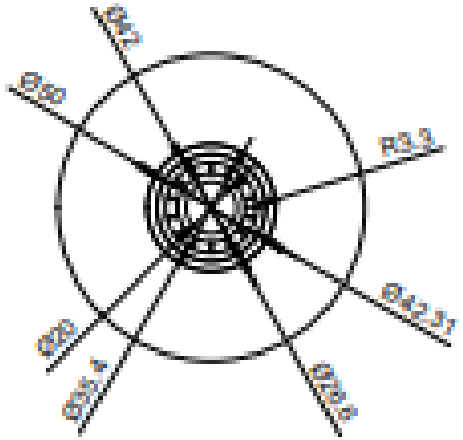
Revisor:
Ing. Mayra Paucar

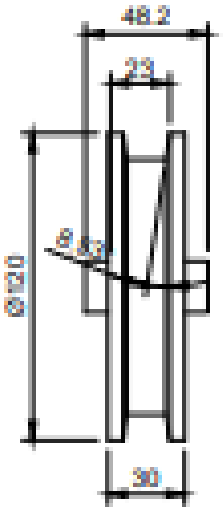
Fecha:
Diciembre 2025

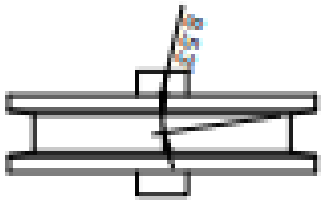
Medida:
mm

Contenido:
Polipasto

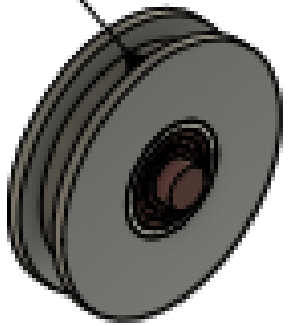
Número de lámina:
003







B
4 unidades



FACULTAD DE DISEÑO Y ARQUITECTURA

Producto:
Grúa de Techo

Diseñado por:
Adrián Paredes

Módulo de:
Facultad de Diseño y Arquitectura
9no Semestre Diseño Industrial
Trabajo de Titulación

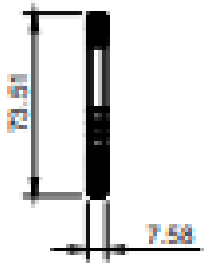
Revisor:
Ing. Mayra Paucar

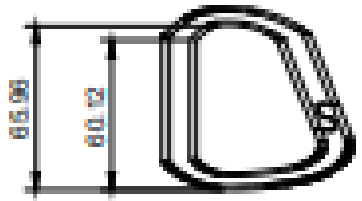
Fecha:
Diciembre 2025

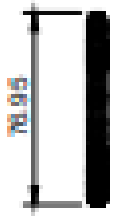
Medida:
mm

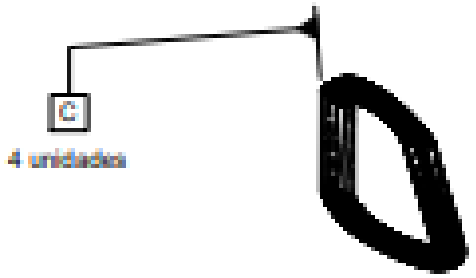
Contenido:
Polipasto

Número de lámina:
004









FACULTAD DE DISEÑO Y ARQUITECTURA

Producto:
Grúa de Techo

Diseñado por:
Adrián Paredes

Módulo de:
Facultad de Diseño y Arquitectura
Sno Semestre
Diseño Industrial
Trabajo de Titulación

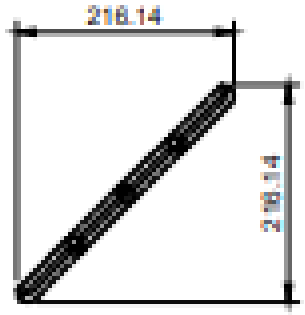
Revisar:
Ing. Mayra Paucar

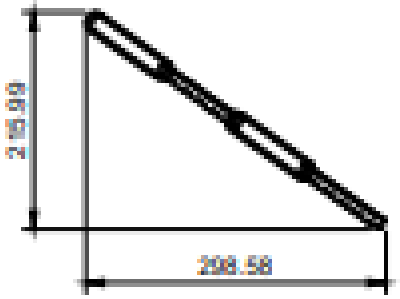
Fecha:
Diciembre 2025

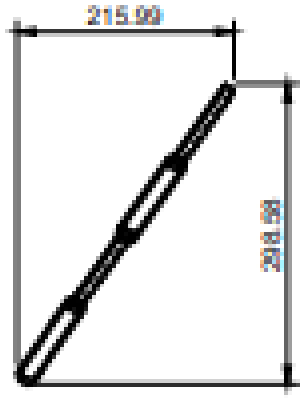
Medida:
mm

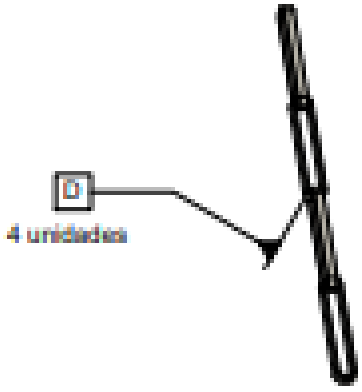
Contenido:
Mosquetones

Número de lámina:
005









FACULTAD DE DISEÑO Y ARQUITECTURA

Producto:
Grúa de Techo

Diseñado por:
Adrián Paredes

Módulo de:
Facultad de Diseño y Arquitectura
9no Semestre
Diseño Industrial
Trabajo de Titulación

Revisor:
Ing. Mayra Paucar

Fecha:
Diciembre 2025

Medida:
mm

Contenido:
Mosquetones

Número de lámina:
008