



DISEÑO DE PRODUCTO PARA LEVANTAR ATAÚDES

Ingeniería en Diseño Industrial- Diseño de Producto

Informe Final

Trabajo Final de Graduación para optar por el título de Ingeniería en Diseño Industrial
con el grado académico de Bachillerato

Dariana María Soto Arias

Cartago, Noviembre 2023

Tecnológico de Costa Rica
Escuela de Diseño Industrial
Trabajo Final de Graduación Bachillerato | 2 Semestre 2023

Trabajo Final de Graduación
Bachillerato Ingeniería en Diseño Industrial

Constancia de la Defensa

El Trabajo Final de Graduación presentado por la estudiante Dariana Soto Arias, carné 2016100462 para optar por el Título de Ingeniería en Diseño Industrial con grado académico Bachiller Universitario del Instituto Tecnológico de Costa Rica, titulado:

"Diseño de producto para levantar ataúdes"

ha sido defendido el día 27 de noviembre del año 2023 ante el Tribunal Evaluador y su Profesor Asesor.

XINIA ISABEL VARELA SOJO (FIRMA)
PERSONA FISICA, CPF-03-0398-0063.
Fecha declarada: 28/11/2023 04:21:00 PM
Esta es una representación gráfica únicamente.
verifique la validez de la firma.

Xinia Varela Sojo
Profesor Tutor

MARIO ROBERTO GONZALEZ RAMIREZ (FIRMA)
PERSONA FISICA, CPF-01-0539-0104.
Fecha declarada: 28/11/2023 11:40:08 AM
Esta representación visual no es fuente
de confianza. Valide siempre la firma.

Mario González Ramírez
Tribunal Evaluador 1



David Zamora Quirós
Tribunal Evaluador 2

noviembre, 2023

Resumen

Este proyecto se centra en resolver desafíos ergonómicos mediante el diseño de un sistema especializado para la manipulación de ataúdes. Enfrentando problemas de seguridad laboral y eficiencia operativa, el objetivo es reducir el riesgo de lesiones en el personal y mejorar la experiencia del cliente en la selección de féretros. Utilizando la metodología de Design Thinking, se desarrolló un prototipo que facilita la manipulación de ataúdes con diversos tamaños y pesos, asegurando la integridad de los usuarios y los ataúdes.

El prototipo incorpora mecanismos como ruedas giratorias y sistemas hidráulicos, permitiendo a una sola persona operarlo sin esfuerzo físico excesivo. Las pruebas de usuario han confirmado su eficacia, mostrando una significativa reducción de riesgos y mejoras operativas. Este desarrollo no solo mejora las condiciones laborales actuales, sino que también posiciona a la Funeraria Soto como un referente de innovación y cuidado en el sector funerario.

Palabras claves

Montacargas, Féretro, Ataúd, Cofre, Catafalco, Movilización, Riesgos Musculo-Esqueléticos, Ergonomía, Biomecánica, Zonas de tensión, Percentiles, Funeraria.

Abstract

This project focuses on resolving ergonomic challenges through the design of a specialized system for the manipulation of coffins. Facing issues of occupational safety and operational efficiency, the goal is to reduce the risk of injuries to staff and enhance the customer experience in selecting caskets. Using Design Thinking methodology, a prototype was developed that facilitates the handling of coffins of various sizes and weights, ensuring the integrity of the users and the coffins.

The prototype incorporates mechanisms such as swivel wheels and hydraulic systems, allowing a single person to operate it without excessive physical effort. User testing has confirmed its effectiveness, showing a significant reduction in risks and operational improvements. This development not only improves current working conditions but also positions Funeraria Soto as a benchmark for innovation and care in the funeral sector.

Keywords

Forklift, Coffin, Casket, Chest, Catafalque, Mobilization, Musculoskeletal Risks, Ergonomics, Biomechanics, Stress Zones, Percentiles, Funeral Home.

Dedicatoria

Con cariño y gratitud, dedico este proyecto de graduación a las personas que han sido mi inspiración y apoyo inquebrantable en este viaje.

A mis amados padres, Herbert Soto y Milena Arias, su amor, sabiduría y sacrificio son las raíces de mi éxito. Gracias por brindarme las herramientas para crecer y prosperar.

A mis queridas hermanas mayores Lesly Soto y Rosela Soto, su apoyo incondicional, ejemplo y ánimo constante han sido mi motor durante los momentos desafiantes. Siempre he sentido su amor en cada paso del camino.

A mi querido novio, Kevin García, su presencia amorosa y constante apoyo han sido una fuente de alegría y fortaleza para mi vida. Gracias por ser mi compañero e impulsarme a crecer en mi vida profesional.

Y finalmente, a Dios, la fuente de toda sabiduría y fortaleza, a quien le estoy agradecida por guiar mis pasos y por las bendiciones que ha derramado sobre mi vida.

Este proyecto de graduación es un testimonio de la unión de nuestras fuerzas y la inspiración divina que ha sido la chispa detrás de mis logros. Con humildad y gratitud, les dedico este logro a todos ustedes, mis seres queridos que han iluminado mi camino.

Con amor y agradecimiento,

Dariana Soto

Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que fueron parte fundamental de la realización de este proyecto de graduación. Sus contribuciones y apoyo constante hicieron posible este logro.

En primer lugar, quiero agradecer a mi tutora, Xinia Varela Sojo por su orientación, sabiduría, dedicación y paciencia.

También quiero agradecer a mi profesor, Luis Carlos Araya, por sus grandes enseñanzas y apoyo continuo. Sus conocimientos y pasión por el tema han sido una fuente constante de motivación. Finalmente, y no menos importante, a mis amigos y compañeros de universidad, Felipe Víctor y Ana Amién, les agradezco por ser un gran apoyo y fuente de inspiración durante este proceso. Sus ideas y debates fueron un pilar importante en mi camino hacia la culminación de este proyecto.

Cada uno de ustedes desempeñó un papel fundamental en este logro, y estoy agradecida por haber tenido la oportunidad de aprender y crecer a su lado. Este proyecto es un reflejo de nuestro trabajo en equipo y dedicación a lo largo de estos años. A todos, les expreso mi más sincero agradecimiento por su compromiso y apoyo constante.

Tabla de contenido

Resumen.....	3
Palabras claves.....	3
Abstract.....	4
Keywords.....	4
Dedicatoria.....	5
Agradecimientos.....	6
Índice de figuras.....	10
Índice de tablas.....	13
Objetivos.....	14
Objetivo General.....	14
Objetivos Específicos.....	14
Introducción.....	15
Definición del Problema.....	15
Meta.....	16
Acercas de la Empresa.....	17
Metodología.....	17
Alcances.....	19
Restricciones.....	19
Marco Teórico.....	20

Sistema hidráulico.....	20
Sistema neumático.....	20
Sistema mecánico.....	21
Ergonomía.....	21
Antropometría.....	21
Catafalco.....	21
Biomecánica.....	22
Zonas de tensión muscular.....	22
Ángulos de confort.....	22
Percentiles.....	22
Desarrollo.....	23
Análisis de lo Existente.....	23
Análisis Tecnológico.....	32
Análisis de Usuario.....	40
Análisis Ergonómico.....	44
Análisis Antropométrico.....	44
Análisis Biomecánico.....	46
Análisis Perceptual.....	51
Requisitos y Requerimientos.....	53
Alternativas de Diseño.....	54

Desarrollo del Modelado y Prototipo	58
Proceso de Manufactura del Prototipo	58
Proceso de Manufactura en serie	61
Componentes	65
Manual de Instrucciones del Movilizador de Féretros	65
Pruebas de Usuario	67
Análisis de Resultados	71
Valor agregado	76
Resultados	78
Conclusiones	79
Recomendaciones	81
Iteración del Diseño	81
Bibliografía	81
Anexos	85

Índice de figuras

Figura 1. Usuario bajando un ataúd.....	16
Figura 2. Mesa de elevación hidráulica.....	23
Figura 3. Elevador de tijera.....	24
Figura 4. Bandeja de Bisagra.....	25
Figura 5. Exhibidor Oculto.....	26
Figura 6. Carretilla Hidráulica.....	26
Figura 7. Mesa Elevadora Móvil.....	27
Figura 8. Patín Eléctrico.....	28
Figura 9. Apilador Eléctrico.....	29
Figura 10. Rueda Giratoria.....	32
Figura 11 Cilindros hidráulicos.....	33
Figura 12. Rodillos en serie.....	33
Figura 13. Polea.....	34
Figura 14. Riel y Rueda.....	34
Figura 15. Bisagra sencilla.....	35
Figura 16. Grúa Horquilla.....	35
Figura 17. Escalera Retráctil.....	36
Figura 18. Elevador Hidráulico.....	36
Figura 19. Resorte.....	37

Figura 20. Perilla Giratoria	37
Figura 21. Bisagras de elevación.....	37
Figura 22. Teclé eléctrico.....	38
Figura 23. El Cliente	41
Figura 24. La Vendedora.....	42
Figura 25. El Empleado	43
Figura 26. Zonas de Tensión del Usuario	49
Figura 27. Eje Semántico.....	52
Figura 28. Lista de Requisitos y Requerimientos	54
Figura 29. Evaluación de Alternativas de Diseño con respecto a los requisitos.....	56
Figura 30. Render de Movilizador de Ataúdes	58
Figura 31. Mapa del Proceso Prototipo	60
Figura 32. Mapa del Proceso en Serie.....	63
Figura 33. Flujoograma Proceso de Manufactura.....	64
Figura 34. Exploso Componentes del Prototipo.....	65
Figura 35. Usuario realizando tarea 1.....	68
Figura 36. Usuario realizando tarea 2	69
Figura 37. Usuario realizando tarea 3.....	70
Figura 38. Usuario realizando tarea 4.....	71
Figura 39. Comparativo Tarea 1.....	72

Figura 40. Comparativo Tarea 2	73
Figura 41. Comparativo Tarea 3.....	74
Figura 42. Comparativo Tarea 4	75

Índice de tablas

Tabla 1. Metodología Design Thinking y sus tareas.....	18
Tabla 2. Comparativo Productos Existentes.....	31
Tabla 3. Tabla de Detalles de Materiales	39
Tabla 4. Percentiles Femeninos definidos para el diseño.....	45
Tabla 5. Percentiles Masculinos definidos para el diseño.....	45
Tabla 6. Sesión de Uso de Biomecánica.....	48
Tabla 7. Resumen de resultados y constantes de las tareas.....	51
Tabla 8. Alternativas de Diseño.....	55

Objetivos

Objetivo General

- Diseñar un Sistema ergonómico que facilite la manipulación de los ataúdes en la sala de exhibición de Funeraria Soto.

Objetivos Específicos

- Crear un sistema de manipulación que pueda adaptarse a las diferentes pesos, dimensiones y formas de los ataúdes, reduciendo el riesgo de lesiones por posturas inadecuadas.
- Introducir herramientas o dispositivos mecánicos que ayuden en la elevación, traslado y colocación de ataúdes, minimizando el esfuerzo físico y el riesgo de lesiones musculoesqueléticas en el personal.
- Procurar que el dispositivo diseñado cumpla con estándares de seguridad y ergonomía, asegurando la protección de los ataúdes y de los usuarios.

Introducción

Definición del Problema

La disposición actual de los ataúdes en la Funeraria Soto representa un serio problema ergonómico, ya que el levantamiento repetitivo y manual de féretro que son muy pesados debido a sus materiales [1] e incómodos de una columna impone una carga física excesiva en el personal, Este proceso no solo requiere múltiples empleados, aumentando la demanda de mano de obra, sino que también expone al personal a un alto riesgo de lesiones musculoesqueléticas. Además, el esfuerzo requerido para manipular estos ataúdes puede llevar a daños accidentales en los mismos y provocar situaciones desfavorables ante los familiares en un momento de alta carga emocional. Esta ineficiencia en el manejo de los ataúdes también puede afectar negativamente la experiencia del cliente, al complicar la selección de las opciones disponibles o ralentizar el proceso.

Se busca una solución de Diseño Industrial al problema de lesiones por movilización de ataúdes para integrar ergonomía y seguridad en el producto, minimizando así el riesgo de lesiones del personal. A través de un diseño inteligente, se puede mejorar la eficiencia operativa, reducir el esfuerzo físico requerido, y ofrecer un producto que no solo cumpla con las funciones necesarias, sino que también presente una estética adecuada para el contexto sensible de la industria funeraria. Este enfoque también brinda una ventaja competitiva, diferenciando a la empresa en el mercado mediante la innovación y calidad en el servicio al cliente.

Se va a diseñar una herramienta especializada que facilitará el levantamiento y movilización de féretros dentro de Funeraria Soto. Esta innovación se enfocará en aliviar la carga física del personal al tiempo que mejora la experiencia del usuario al realizar tareas de levantamientos de ataúdes de gran peso.



Figura 1. Usuario bajando un ataúd

Meta

La meta de este proyecto es diseñar una solución innovadora y ergonómicamente optimizada para la movilización de ataúdes que reduzca significativamente el riesgo de lesiones musculoesqueléticas en los trabajadores de funerarias y proporcione un valor agregado competitivo a la empresa en el mercado funerario.

Acerca de la Empresa

Funeraria Soto es una empresa con 130 años de existencia, que se dedica a ofrecer servicios fúnebres en Costa Rica. En su sala de exhibición, se muestran 10 ataúdes en columnas de 4, en una sala de aproximadamente 4 x 4 metros. Sin embargo, esta disposición ha presentado problemas en el pasado, como la dependencia de dos personas para mover el ataúd, la caída de ataúdes y la imposibilidad de uno de los colaboradores principales para cargar con mucho peso debido a una condición médica en las articulaciones. El público meta de este negocio son personas que deseen adquirir planes o servicios fúnebres. Los posibles competidores de la empresa son Funerarias posicionadas en todo el país; como Valle de Paz, La Piedad, etc.[2]

Metodología

El Design Thinking es una metodología centrada en el ser humano que se utiliza para abordar problemas y generar soluciones innovadoras y creativas. Design Thinking se caracteriza por su gran enfoque en comprender profundamente las necesidades y perspectivas de los usuarios finales, fomentando la empatía, la colaboración y la experimentación en ellos.

Etapa	Descripción	Tareas
Entender	Identificar, analizar y entender el problema.	<ul style="list-style-type: none">• Análisis situación actual• Definición del Problema
Observar	Se observa el problema, se determinan las condiciones y los objetivos.	<ul style="list-style-type: none">• Definición de Objetivos• Análisis de lo Existente• Análisis de Usuario
Definir	Se definen los requerimientos, ejes semánticos.	<ul style="list-style-type: none">• Requerimientos del Diseño

		<ul style="list-style-type: none"> • Análisis Semántico
Idear	Crear ideas por medio de alternativas de diseño, evaluar las opciones seleccionadas.	<ul style="list-style-type: none"> • Alternativas de Diseño • Evaluación con los Requerimientos • Diseño Final • Modelado 3D
Prototipar	Desarrollar el prototipo.	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de Prototipo • Proceso Manufactura
Validar	Realizar pruebas de usuarios, proponer mejoras y reflexionar los resultados.	<ul style="list-style-type: none"> • Pruebas de Usuarios • Gradientes de Mejora • Análisis de Resultados

Tabla 1. Metodología Design Thinking y sus tareas

Alcances

- Manipulación del prototipo por una sola persona
- Automatización parcial del prototipo
- El prototipo se diseña con capacidad de levantar un máximo de 50 kilogramos de peso.

Restricciones

- El prototipo debe tener un máximo de 2 metros de altura para que pueda pasar a través de las puertas convencionales
- El prototipo debe priorizar que se preserve la integridad de los ataúdes.

Marco Teórico

El Diseño Centrado en el Usuario o Human Design Centered (HDC) [3] consiste en estudiar la necesidad del usuario y resolver el problema de diseño enfatizado en dicha necesidad, el propósito de este marco teórico es brindar la teoría y justificación de cómo se realiza el enfoque de crear una investigación y solución que mejore la experiencia de la movilización de féretros en la sala de exhibición de una funeraria. Esto implica considerar la ergonomía [4] y la metodología de Design Thinking [5] para comprender las necesidades de los usuarios, idear soluciones innovadoras y garantizar la seguridad y la estética. También se tiene en cuenta la experiencia del cliente y del personal de la funeraria [6], así como las regulaciones y normativas relevantes en el diseño relacionadas a la seguridad y ergonomía [7]. Por último, se proporciona una base sólida para abordar el proyecto con enfoque en la comodidad y la eficiencia del usuario final.

Sistema hidráulico

Está conformado por un émbolo o pistón dentro de un cilindro, en el cual una masa de fluido localizado dentro del cilindro pasa por una bomba en la cual se le aplica presión, para luego volver a entrar al cilindro y producir trabajo empujando el pistón de manera lineal [10].

Sistema neumático

Es aquel sistema que utiliza gas presurizado en lugar de un líquido para poder transmitir la potencia a un dispositivo mecánico [11]

Sistema mecánico

Es conocido que todo sistema que posea varias partes móviles que se mueven de tal manera que en su conjunto producen ventajas mecánicas o de otro tipo puede considerarse como sistema mecánico. [12]

Sistema eléctrico

Un sistema eléctrico es un conjunto de dispositivos que están conectados entre sí con el fin de generar o transportar señales eléctricas. [13]

Ergonomía

Es la ciencia interdisciplinaria que estudia las relaciones entre el hombre y su puesto de trabajo. Busca la optimización de los tres elementos del sistema: humano-máquina-ambiente. [14]

Antropometría

El término antropometría proviene del griego anthropos (hombre) y metrikos (medida) y trata del estudio cuantitativo de las características físicas del hombre. [15]

Catafalco

Es un armazón elevado del suelo y adornado en el cual se coloca el ataúd para realizar actos fúnebres.

Biomecánica

Se denomina biomecánica al análisis de la mecánica del movimiento del cuerpo humano. Se trata de la ciencia que explica cómo y por qué el cuerpo humano se mueve de la forma que lo hace. Esto incluye la interacción existente entre la persona que ejecuta el movimiento y el equipamiento o el entorno. [16]

Zonas de tensión muscular

La tensión muscular es un término médico que se refiere a una condición en la que los músculos están constantemente contraídos o semi-contraídos, lo que puede generar dolor y una disminución de la funcionalidad. Esta tensión puede ser el resultado de estrés físico o emocional, posturas incorrectas, uso excesivo de ciertos músculos o una lesión. [17]

Ángulos de confort

Ángulos que tienen las articulaciones, fuera de los cuales el trabajo a realizar es más difícil, penoso o incluso peligroso para las personas. Cabe destacar que el ajuste de los ángulos de confort dependerá también de la edad, el entrenamiento físico y las diferencias anatómico-funcionales. [18]

Percentiles

El percentil es una medida estadística de posición, que divide la distribución ordenada de los datos en cien partes iguales. [19]

Desarrollo

Análisis de lo Existente

El propósito de esta investigación es analizar los productos existentes que intentan cumplir con la finalidad planteada en el presente proyecto, además de comprender y evaluar como solucionan la necesidad de movilizar ataúdes sin generar riesgos ergonómicos.

Estos productos corresponden a diferentes mecanismos de exhibición y movilización que brindan la facilidad de tener que evitar realizar esfuerzos físicos de alto impacto en los usuarios, y que podrían tomarse en cuenta para el diseño del nuevo producto.

A continuación se presentan los productos analizados, una breve descripción y los mecanismos utilizados en cada uno.



Figura 2. Mesa de elevación hidráulica

1. Mesa de elevación Hidráulica

Fabricada con tubos metálicos rectangulares. Los tubos se unen entre sí mediante soldadura. La plataforma está fabricada con una lámina de acero. El

mecanismo de elevación está compuesto por un motor eléctrico, un sistema hidráulico de pistones y un sistema de control eléctrico. Las patas tienen un freno fabricado con caucho.

Mecanismo

- Estructura metálica soldada
- Fijación en el suelo
- Sistema de elevación manual

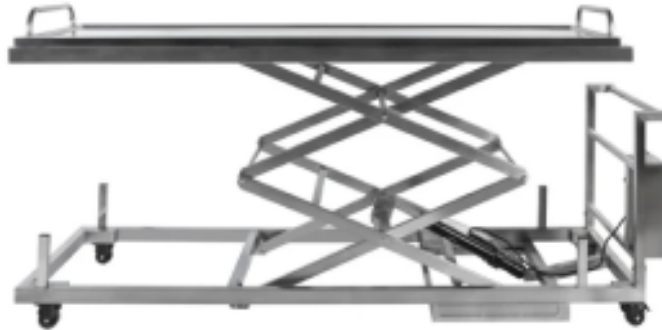


Figura 3. Elevador de tijera

2. *Elevador de tijera*

El sistema de elevación hidráulico de tijera de la imagen está fabricado con tubos metálicos rectangulares. Los tubos se unen entre sí mediante soldadura. El sistema de elevación está compuesto por un motor eléctrico, un sistema hidráulico de pistones y un sistema de control eléctrico.

Mecanismo

- Estructura metálica articulada
- Control electrónico
- Ruedas con freno



Figura 4. Bandeja de Bisagra

3. *Bandeja de Bisagra*

Está formado por dos barras de metal que se unen entre sí mediante soldadura o tornillería. Está fabricada con un material resistente, como acero o aluminio. El mecanismo de articulación permite que el estante se incline hacia arriba o hacia abajo.

Mecanismo

- Estructura metálica soldada
- Bisagras y contra pesos
- Bandejas y Barandillas



Figura 5. Exhibidor Oculto

4. *Exhibidor oculto*

El estante articulado hidráulico oculto está hecho de metal, generalmente acero inoxidable o aluminio. Los estantes están hechos de metal perforado para permitir que el aire circule. El estante se abre con un mecanismo hidráulico que utiliza un pistón para levantar el estante.

Mecanismo

- Estructura metálica
- Pistones hidráulicos



Figura 6. Carretilla Hidráulica

5. *Carretilla Hidráulica*

Fabricado principalmente de metal robusto, como el acero, lo que le confiere resistencia y durabilidad.

Mecanismo

- Estructura metálica soldada
- Sistema hidráulico
- Funcionamiento de elevación manual



Figura 7. Mesa Elevadora Móvil

6. Mesa elevadora móvil

Fabricada principalmente de metal resistente, como el acero, con una superficie de trabajo plana y lisa, que puede ser de una lámina de acero recubierta. Cuenta con un sistema de tijera o pantógrafo que permite ajustar la altura de la superficie de trabajo.

Mecanismo

- Estructura mecánica articulada
- Manejo Manual
- Sistema de elevación neumático o hidráulico



Figura 8. Patín Eléctrico

7. Patín eléctrico

Comúnmente utilizado para transportar y manipular cargas en almacenes. Está construido principalmente de metal resistente como acero, y tiene una carcasa que aloja la batería y el sistema eléctrico.

Mecanismo

- Sistema eléctrico de impulso
- Horquillas al frente para deslizar
- Control por medio de mango y timón



Figura 9. Apilador Eléctrico

8. Apilador eléctrico

Está fabricado principalmente de acero robusto, lo que le da resistencia y durabilidad. Su funcionamiento se basa en un sistema hidráulico o eléctrico que permite elevar las horquillas, que se insertan bajo los pallets.

Mecanismo

- Estructura metálica
- Sistema de elevación eléctrico
- Horquillas frontales que deslizan

A partir de analizados los productos existentes y sus mecanismos, se procede a realizar un comparativo por medio de ventajas y desventajas con las que cuentan los productos, con la finalidad de llegar a la conclusión correspondiente del análisis.

Producto	Ventajas	Desventajas
Mesa elevación hidráulica	<ul style="list-style-type: none">• Motor eléctrico facilita su uso• Sistema hidráulico facilita el movimiento de la mesa• El caucho en los extremos de las patas evitan desplazamiento accidental	<ul style="list-style-type: none">• No ofrece posibilidad de desplazamiento• Se acciona manualmente• No permite inclinación
Elevador de tijera	<ul style="list-style-type: none">• Ajuste de altura• Permite objetos de gran dimensión	<ul style="list-style-type: none">• No permite inclinación

	<ul style="list-style-type: none"> • Motor eléctrico e hidráulico • Ruedas permiten desplazamiento • Sistema de frenado 	
Bandeja de Bisagra	<ul style="list-style-type: none"> • Posee divisiones • Barra para accionar el desplazamiento • No implica mucho esfuerzo del usuario 	<ul style="list-style-type: none"> • Solo permite dos posiciones • Accionamiento manual
Exhibidor Oculto	<ul style="list-style-type: none"> • Posee divisiones • Movimiento con esfuerzo mínimo • Pistones hidráulicos facilitan el movimiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Los objetos que alberga no tienen un seguro para que se mantengan inmóviles • Requiere espacio vacío extra en la parte trasera para moverlo
Carretilla Hidráulica	<ul style="list-style-type: none"> • Permite desplazamiento gracias a las ruedas • Material resistente soporta grandes pesos • Desplazamiento en varias direcciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevación muy limitada • Solo carga objetos de gran tamaño • No inmoviliza el objeto que carga • No permite elevación
Mesa Elevadora Móvil	<ul style="list-style-type: none"> • Permite desplazamiento • Sistema de frenado • Sistema hidráulico facilita el movimiento • Amplio rango de altura 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de accionamiento se encuentra en un lugar incómodo para el usuario que empuja el producto
Patín Eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de control eléctrico facilita desplazamiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Caja de sistemas ocupa mucho espacio del producto • No permite inclinación

	<ul style="list-style-type: none"> • Materiales resistentes soportan grandes cargas • Accionamiento eléctrico 	<ul style="list-style-type: none"> • No permite elevación
Apilador Eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> • Permite elevación • Permite desplazamiento • Sistema hidráulico facilita elevación • Sistema de control eléctrico facilita movimiento • Amplio rango de altura 	<ul style="list-style-type: none"> • No permite inclinación • No inmoviliza el objeto que

Tabla 2. Comparativo Productos Existentes

Hallazgos Importantes

El análisis de lo existente destaca una serie de mecanismos y estructuras que se utilizan para el levantamiento y la movilización de cargas pesadas, como los ataúdes. Los productos analizados incluyen mesas de elevación hidráulica, elevadores de tijera, bandejas de bisagra, exhibidores ocultos, carretillas hidráulicas, mesas elevadoras móviles, patines eléctricos y apiladores eléctricos.

Estos productos poseen diversas ventajas, como la facilitación del uso mediante motores eléctricos, sistemas hidráulicos que facilitan el movimiento, y ruedas con frenos que permiten la movilidad y el frenado seguro. Además, se menciona la presencia de divisiones en algunos diseños y la capacidad de soportar grandes pesos, lo cual es crucial para manejar ataúdes.

Sin embargo, también se identifican desventajas significativas en estos sistemas, como la limitación en la posibilidad de desplazamiento, la falta de inclinación, la dependencia de accionamiento manual en algunos casos, y la incapacidad de inmovilizar completamente el objeto que cargan. Otros inconvenientes incluyen

la necesidad de espacio adicional para el movimiento, limitaciones en la elevación y en la adaptabilidad del sistema de accionamiento para el usuario que maneja el producto.

Aunque existan productos capaces de manejar el peso y la movilización de ataúdes, hay oportunidades de mejora en términos de ergonomía, facilidad de uso y capacidad de ajuste a las necesidades específicas de la movilización de féretros en un contexto funerario.

Análisis Tecnológico

Se hace un análisis de mecanismos de desplazamiento, ya que se concluye que como requisito, el producto a diseñar debe poseer la capacidad de desplazar, con el esfuerzo mínimo, los ataúdes. Los mecanismos estudiados presentan la cualidad de que reducen el esfuerzo físico y la fricción en el desplazamiento.

Mecanismos



Figura 10. Rueda Giratoria

1. *Rueda Giratoria*

Gira libremente alrededor de un eje vertical. Esta rueda facilita el movimiento y la maniobrabilidad en cualquier dirección. Pueden contar con sistema de bloqueo que evita que la rueda gire y así el producto se mantenga estático.



Figura 11 Cilindros hidráulicos

2. *Cilindros Hidráulicos*

Actuador mecánico que utilizan fluido hidráulico para generar fuerza lineal y movimiento. Se utiliza para el levantamiento y descenso de cargas generalmente en máquinas elevadoras.

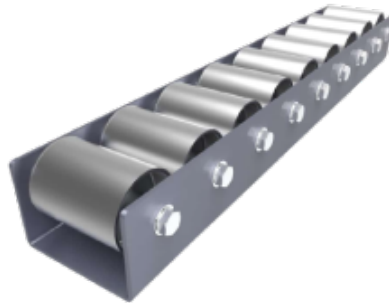


Figura 12. Rodillos en serie

3. *Rodillos en serie*

Reduce la fricción entre los objetos y la superficie. Están hechos para facilitar el desplazamiento de objetos pesados, reduciendo la necesidad de fuerza manual.



Figura 13. Polea

4. Polea

Rueda que gira alrededor de un eje. Tiene una ranura en el centro por la cual pasa una cuerda que sostiene el objeto a levantar. Este mecanismo facilita el movimiento de cargas pesadas.

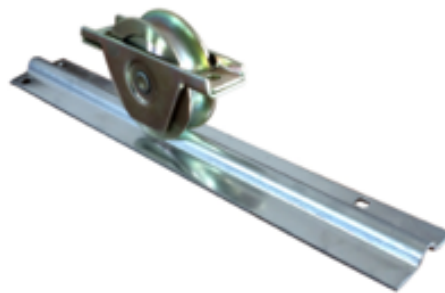


Figura 14. Riel y Rueda

5. Riel y Rueda

Permite el movimiento lineal de objetos pesados. El riel sirve como guía y sobre él se desplazan una o varias ruedas que permiten que los objetos se muevan fácilmente y sin fricción.



Figura 15. Bisagra sencilla

6. *Bisagra sencilla*

Conecta dos objetos. Tiene dos partes que giran sobre un mismo eje y permite el movimiento suave y controlado.



Figura 16. Grúa Horquilla

7. *Grúa Horquilla*

Carretilla elevadora que sirve para transportar cargas pesadas mediante horquillas que suben y bajan mediante un mecanismo de cilindros hidráulicos. Debe ser operada por una persona capacitada.



Figura 17. Escalera Retráctil

8. Escalera Retráctil

Permite el despliegue de la escalera de manera controlada. El mecanismo se bloquea en sus posiciones finales. Posee un resorte que se libera y se comprime según la posición de la escalera. Tiene brazos articulados que jalan y empujan el soporte de la escalera.



Figura 18. Elevador Hidráulico

9. Elevador Hidráulico

Sistema de elevación hidráulico accionado por un pedal y una palanca. Permite colocar un ataúd en posición horizontal para elevarlo. Posee ruedas para desplazar la estructura.



Figura 19. Resorte

10. Resorte

Proporcionan la fuerza para realizar un movimiento específico o para mantener una posición deseada. Almacenan energía al ser comprimidos y la liberan al soltar la fuerza que los comprimía.



Figura 20. Perilla Giratoria

11. Perilla Giratoria

Permite accionar una polea para subir y bajar con poco esfuerzo y sin un amplio rango de movimiento y un ángulo más cómodo para el usuario.



Figura 21. Bisagras de elevación

12. Bisagras de elevación

Mecanismo de elevación que funciona mediante brazos articulados y amortiguadores hidráulicos. Facilita el movimiento de cargas pesadas y se bloquea en sus posiciones finales.




Figura 22. Tecele eléctrico

13. Tecele eléctrico

Permite el levantamiento de objetos pesados. Utiliza un motor eléctrico controlado por un control con dos botones para subir y bajar la carga. Su mecanismo funciona sobre un riel, enrollando o desenrollando un cable metálico para mover la carga verticalmente.

Materiales

Material	Característica
Acero 	<ul style="list-style-type: none">• Alta tenacidad y maleabilidad• Facilidad de maquinado• Facilidad de soldado• Alta resistencia al impacto, desgaste y corrosión

<p>Aluminio</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Ligero, blanco y maleable • Resistente a la corrosión y a los productos químicos • Fácil mecanizado • Soldable
<p>Hierro</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Alta resistencia a la tracción y compresión • Alta dureza y maleabilidad • Puede oxidarse con el tiempo • Facilidad de maquinado • Precio económico
<p>Nylon</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • De peso ligero • Alta resistencia a la tracción y a la compresión • Resistencia al desgaste • Baja fricción • Facilidad de maquinado • Menos económico
<p>Caucho</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Altamente elástico y flexible • Aislante eléctrico • Resistencia al desgaste • Ideal para sellado y amortiguación
<p>Madera</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Facilidad de maquinado • Resistencia y rigidez • Renovable y sostenible • Susceptible a la humedad y a los hongos • Necesidad de mantenimiento • Susceptible a rayones

Tabla 3. Tabla de Detalles de Materiales

Hallazgos Importantes

Los principales hallazgos del análisis tecnológico para el diseño de un sistema de movilización y levantamiento de ataúdes incluyen:

1. El producto a diseñar debe tener la capacidad de desplazar ataúdes con el mínimo esfuerzo, con el objetivo de facilitar la manipulación, esto incluye la utilización de mecanismos que solucionen esa necesidad.
2. Los mecanismos evaluados destacan por su capacidad para reducir tanto el esfuerzo físico como la fricción durante el desplazamiento, haciendo más fácil la manipulación de los ataúdes.
3. Los materiales deben ser resistentes para sostener pesos elevados, así como los que se encuentran en contacto con el féretro, deben tener la capacidad de protegerlo y a la vez generar suficiente fricción para sostenerlo.

La combinación de estos mecanismos y materiales permite crear un sistema eficiente y ergonómico para el levantamiento y la movilización de ataúdes, mejorando la experiencia del usuario y asegurando un manejo seguro y efectivo de los ataúdes.

Análisis de Usuario

En el análisis de usuario se identifican tres tipos principales de usuarios en la Funeraria: el cliente, la vendedora y el empleado. Cada uno tiene necesidades y preocupaciones específicas relacionadas con la movilización de ataúdes



El Cliente **Ricardo Pérez**

45 años | Grecia, Costa Rica



Descripción

Ricardo, es un abogado que se dedica a laborar como profesor en la Universidad de Costa Rica, dedica parte de su tiempo libre a realizar labores privadas en su notaría, el resto de su ocio lo pasa con su familia.

Figura 23. El Cliente

1. El Cliente

- Necesita seleccionar rápidamente un féretro que cumpla con sus preferencias.
- Desea que la funeraria maneje todos los trámites del sepelio.
- Quiere dedicar su tiempo a estar con su familia en lugar de preocuparse por los detalles del servicio.
- Sus preocupaciones incluyen la demora en encontrar el ataúd adecuado, el estrés durante el proceso y que la funeraria no cumpla con los servicios contratados.



La Venderora **Cristina Morales**

52 años | Palmares, Costa Rica



Descripción

Cristina es administradora de empresas, se encarga del área administrativa y ventas de una funeraria desde hace varios años. Tiene gran empatía y profesionalismo para atender a los clientes durante el proceso de pérdida de un ser querido.

Figura 24. La Vendedora

2. La Vendedora

- Su objetivo es proporcionar información clara y directa sobre los productos y asegurar un proceso fúnebre fluido.
- Quiere evitar la lentitud y el estrés en la venta de servicios fúnebres.
- Le preocupa no poder demostrar los productos con eficiencia y que su personal sufra lesiones.



El Empleado **Julián Meza**

21 años | Sarchí, Costa Rica



Descripción

Julián es un joven estudiante universitario, proviene de una familia de escasos recursos por lo que debe costearse la universidad por sus propios medios, es muy responsable y busca siempre lograr sus labores con orden y rapidez.

Figura 25. El Empleado

3. El Empleado

- Necesita realizar sus tareas de forma eficiente, facilitando la muestra de ataúdes y cumpliendo con las solicitudes relacionadas con los actos fúnebres.
- Está preocupado por la posibilidad de que el manejo de cargas pesadas afecte su salud física, no cumplir a tiempo con sus tareas y causar daños a los productos y ataúdes.

Estos hallazgos son cruciales para el diseño del nuevo producto para la manipulación de ataúdes, ya que resaltan la importancia de la eficiencia, la seguridad y la satisfacción del usuario.

Hallazgos Principales

El análisis de usuario reveló que el cliente, la vendedora y el empleado en la Funeraria Soto tienen distintas necesidades y preocupaciones en cuanto a la manipulación de ataúdes. El cliente busca una selección eficiente de féretros y un proceso de sepelio sin complicaciones, priorizando el tiempo con la familia. La

vendedora necesita mostrar los productos rápidamente y sin causar estrés al cliente, mientras se asegura de no sobrecargar al personal. El empleado, un estudiante universitario, busca eficiencia en su trabajo para evitar lesiones y daños a los ataúdes. Estos puntos subrayan la necesidad de un sistema que optimice el proceso de exhibición y manipulación de ataúdes, asegurando la seguridad y la satisfacción de todos los usuarios involucrados.

Análisis Ergonómico

Se realiza un análisis biomecánico y antropométrico para resaltar problemáticas y aspectos a tomar en cuenta en el proceso de diseño, con el fin de definir soluciones y características que debe tener el producto para que se adapte de la mejor manera a la buena salud del usuario. Se realiza una prueba ergonómica para identificar y confirmar los problemas que está causando el levantamiento de ataúdes en la sala de exhibición, el método ergonómico utilizado es la Ecuación de Niosh, en el informe generado se visualiza como cada una de las tareas se encuentra en un riesgo inaceptable para el usuario[8].

Análisis Antropométrico

Se toman las dimensiones antropométricas de trabajadores industriales latinoamericanos de 18 a 65 años, tanto hombres como mujeres, con el fin de plantear especificaciones que debe cumplir el producto a diseñar y se realiza el análisis de las posibles zonas de interacción, con especial énfasis en el tronco y las extremidades superiores. [9]

Las medidas antropométricas definidas para considerarse en el diseño son las siguientes:

Medida	Mujer Latina (mm) P05
Estatura	1471
Altura hombro	1209
Altura codo	941
Altura codo flexionado	906
Alcance brazo frontal	631
Alcance brazo lateral	645
Alcance vertical máximo	1761

Tabla 4. Percentiles Femeninos definidos para el diseño

Medida	Hombre Latino (mm) P95
Altura muñeca	1471
Altura nudillo	1209
Longitud mano	941
Longitud palma mano	906
Anchura mano	631
Anchura palma mano	645

Tabla 5. Percentiles Masculinos definidos para el diseño

Consideraciones

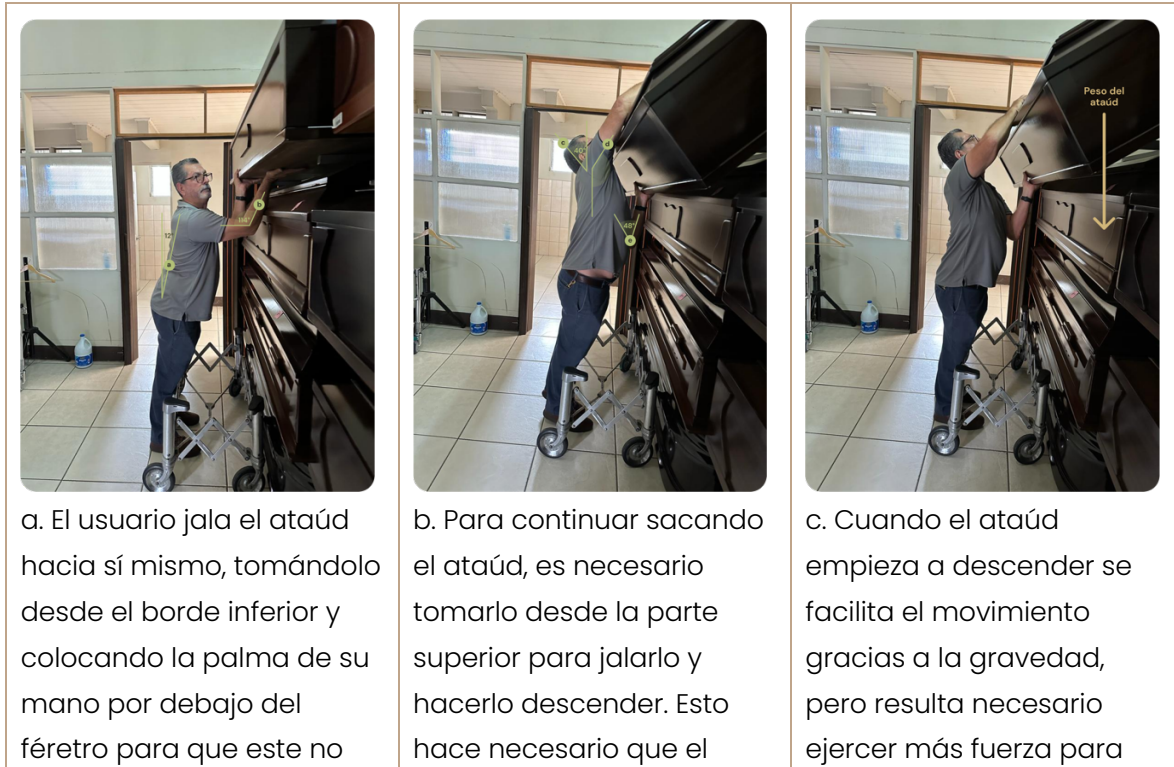
El producto debe tomar en cuenta los percentiles más pequeños de estatura y alturas en general, por cuanto los usuarios con menos estatura (mujer latina P05) deben ser capaces de alcanzar el punto más alto del producto para su manipulación eficiente y para reducir cargas posturales y esfuerzos perjudiciales para su salud física. Las personas con mayor estatura, y por ende, mayores alcances en altura emplean menos esfuerzo en alcanzar puntos más bajos, por lo que de esta forma, se garantiza que la mayoría de los usuarios pueda hacer uso del producto satisfactoriamente.

Por otro lado, las dimensiones de las manos deben considerar los percentiles más grandes (hombre latino P95), pues en este caso, los usuarios con manos más grandes requerirán de más espacio para realizar movimientos con mayor comodidad, mientras que las manos de usuarios con dimensiones más pequeñas pueden adaptarse sin problema a puntos de apoyo más grandes sin causar ningún efecto negativo en su salud física.

Análisis Biomecánico

Se acompaña al usuario en una sesión de uso del producto actual con el objetivo de analizar los movimientos que realiza y los puntos de tensión que surgen en el momento.

Sesión de Uso



caiga de repente. Debe colocarse el carro justo a la par del exhibidor para reducir el tiempo que se debe sostener el ataúd, esto además causa que el usuario deba hacer una inclinación hacia adelante.

usuario realice una flexión con un hombro, una flexión con el codo y una extensión de cuello. Además, debe hacer una extensión de sus extremidades para intentar alcanzar la parte superior del ataúd.

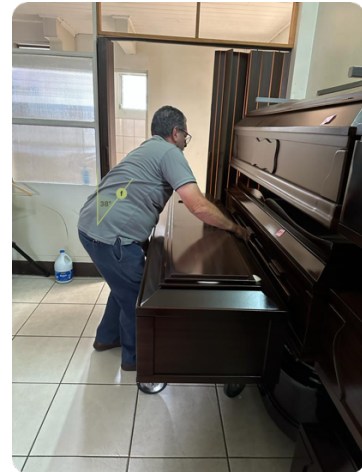
sostenerlo. El peso del ataúd se encuentra frente al usuario, ya que se interpone el carro entre el usuario y exhibidor.



d. El usuario debe reacomodar el ataúd para apoyarlo sobre su cuerpo. Lo sostiene con un brazo por la parte trasera y con la otra lo apoya hacia arriba. Este movimiento implica una extensión de hombro y una extensión de una de sus muñecas, en la cual se apoya la totalidad del peso del ataúd.



e. El usuario suspende el ataúd para descenderlo desde la repisa hasta el carro. Apoya el ataúd en su tronco y los sostiene con ambas manos, abrazándolo. Debe hacer una extensión de tronco para apoyar el peso del ataúd y que el ángulo de flexión de hombro sea suficientemente grande para poder sostenerlo.



f. El ataúd es colocado sobre el carro. El usuario libera la fuerza y tensión.



g. El usuario centra el ataúd en el carro para estabilizarlo. Para esto, debe suspender el ataúd nuevamente, sujetándolo a lo ancho con ambos brazos y realizando una ligera flexión de tronco. Es importante señalar que debe asegurarse de que el carro tenga el mecanismo de frenado activo para evitar que el ataúd se caiga.



h. En ocasiones, se cuenta con apoyo de otra persona para bajar el ataúd. Esto facilita en gran medida el descenso; sin embargo, ambas personas deben realizar una ligera flexión del tronco, mientras suspenden el ataúd. También hay una flexión importante de codos y hombros, y un punto de tensión bastante grande en la espalda. En este caso, el peso del ataúd se distribuye entre ambas personas y recae un poco más cerca de sus troncos.



i. Cuando no hay un carro disponible, el ataúd es desplazado por dos personas. Se observa una flexión importante de codos y hombros, así como puntos de tensión en el abdomen, muñecas, codos y hombros.

Tabla 6. Sesión de Uso de Biomecánica

Zonas de Tensión



Figura 26. Zonas de Tensión del Usuario

Se observan puntos de tensión en las zonas señaladas con color rojo. Estos puntos de tensión se definen con base en los ángulos de confort y comunicación directa con el usuario. Se presentan puntos de tensión en diferentes partes del cuerpo donde se recarga el peso del ataúd.

Consideraciones

En la sesión de uso analizada se encuentra que la carga de un ataúd es una tarea sumamente complicada y perjudicial para la salud física de una sola persona debido a que es un objeto de masa mayor a los 35 kilogramos y siempre requiere de suspensión por parte de una persona para poder desplazarse. Hay un riesgo grande de que el ataúd pueda caerse mientras el usuario lo está tomando del exhibidor, por tanto, este debe controlar muy bien la estabilidad de su cuerpo para no colapsar, esto resulta una tarea muy complicada para una única persona, que es el escenario más común en el día a día de la funeraria.

En los ángulos de movimiento, se obtiene que la flexión de tronco y hombro son los que más se alejan de los ángulos de confort. La flexión de tronco es un

movimiento que se exagera, en primera instancia, por la interposición del carro que se debe colocar bajo el ataúd, mismo que debe estar cerca para que el usuario realice el menor esfuerzo posible en este caso. Además de esto, otra ocasión donde se realiza otra flexión de tronco fuera del ángulo de confort es cuando el usuario desciende por completo el ataúd y lo coloca sobre el carro, que está a una altura bastante baja con respecto al suelo (80 cm aproximadamente). En cuanto a la flexión de hombro, se da en los casos en los que el usuario debe tomar el ataúd de los niveles superiores del exhibidor, pues para esto, debe flexionar el hombro a un ángulo muy grande para poder alcanzarlo. Se presentan puntos de tensión sobre todo en los hombros, espalda baja y muñecas del usuario, que son las partes del cuerpo que más debe esforzar para poder cargar con el peso del féretro.

Estudio de Cargas Ecuación Niosh

La ecuación de levantamiento de carga de Niosh evalúa tareas en las que se realizan levantamientos de carga. El resultado de la aplicación de la ecuación es el Peso Máximo Recomendado (RWL) que se define como el peso máximo que es recomendable levantar en las condiciones del puesto para evitar el riesgo de lumbalgias o problemas de espalda. A partir del Peso Máximo Recomendado se obtiene el Índice de Levantamiento (LI), un indicador que permite valorar el riesgo que entraña la tarea para el trabajador. A continuación, se estudian cuatro tareas, donde cambia la altura de movilización del producto.

Tarea	Carga (kg)	LC	RWL-O	RWL-D	RWL	IL	CA	h (m)	TL(s)	ILC
-------	------------	----	-------	-------	-----	----	----	-------	-------	-----

Tarea 1	30	23	5.97	-	5.97	5.02	Mala	170	60	3.55
Tarea 2	30	23	8.46	-	8.46	3.55	Mala	116	60	3.02
Tarea 3	30	23	9.93	-	9.93	3.02	Mala	64	60	3.83
Tarea 4	30	23	7.82	-	7.82	3.83	Mala	14	60	5.43

Tabla 7. Resumen de resultados y constantes de las tareas

Carga: Peso levantado por el trabajador

LC: Constante de Carga

RWL-O: Peso límite recomendado para la tarea en el Origen del Levantamiento

RWL-D: Peso límite recomendado para la tarea en el Destino del Levantamiento

RWL: Peso límite recomendado para la tarea

IL: Índice de Levantamiento

CA: Calidad de Agarre

TL: Tiempo de levantamiento

h: Altura

ILC: Índice de Levantamiento Compuesto

Para todas las tareas realizadas el resultado fue el mismo, el cual corresponde a un "RIESGO INACEPTABLE", ya que la valoración del ILC es mayor a 3 ($ILC > 3$). El informe completo del estudio se puede visualizar en Anexos.

Análisis Perceptual

Se define el trasfondo perceptual del producto y su semántica. Se identifica cómo se percibe el producto y a partir de esto, se define mediante una lista de características, por cuál línea se orientará el producto.

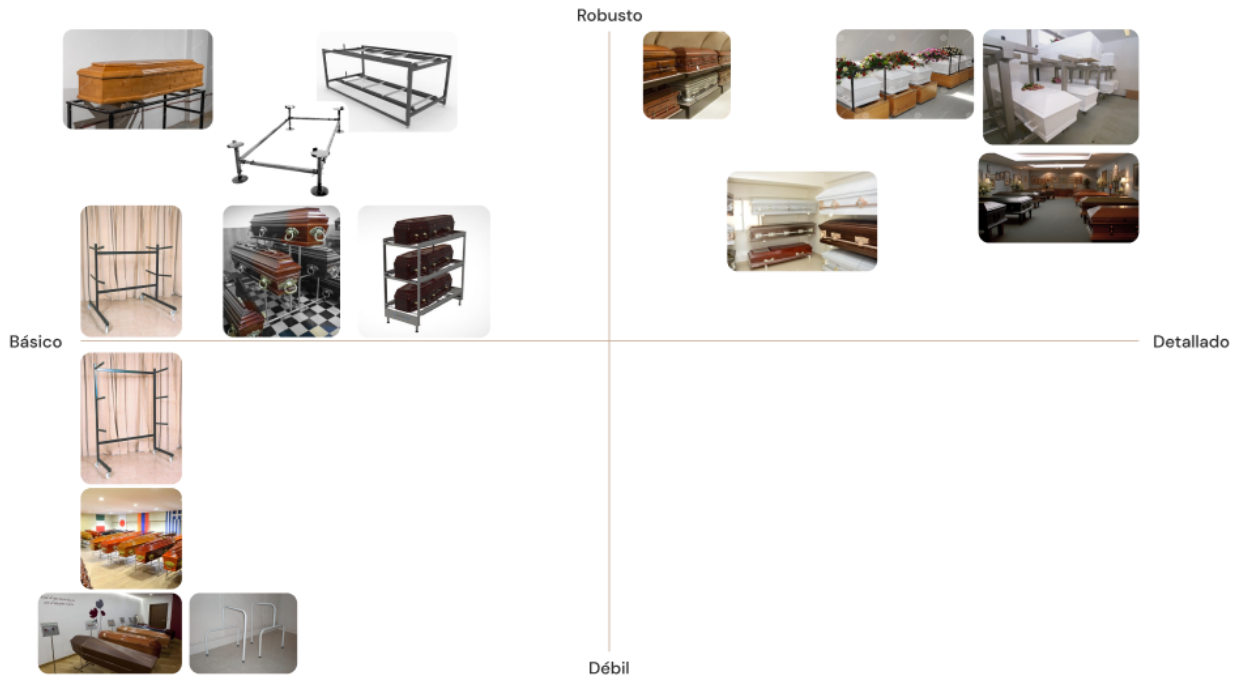


Figura 27. Eje Semántico

Se selecciona el cuadrante Robusto-Detallado.

Mínimos Comunes

- La mayoría son estructuras gruesas, lo que refleja estabilidad y firmeza
- Tienen algún tipo de acabado en el material, por lo cual se perciben detallados y elegantes
- A pesar de ser detallados, se mantienen simples en decoraciones para destacar el ataúd
- La mayoría están hechos de madera
- Pueden ser multinivel o individuales
- Ninguno posee ruedas ni mecanismo para desplazar

Características que debe contener producto

- Diseñado para operar eficientemente en el espacio disponible, este dispositivo debe facilitar el manejo seguro y respetuoso de los féretros.
- Con una estética que refleje la dignidad del establecimiento, el producto debe tener acabados de alta calidad, sobrios y elegantes, con la mínima decoración necesaria para complementar y resaltar la presentación de cada ataúd individualmente.
- La construcción del producto debe ser con una robustez garantizada, proporcionando estabilidad durante la movilización y permitiendo que los usuarios lo utilicen con confianza y sin riesgo.
- El diseño del producto se debe integrar con el ambiente interior de la funeraria, utilizando acabados que armonicen con el entorno y que respeten la solemnidad del espacio.

Requisitos y Requerimientos

Se plantean los requisitos y requerimientos para el producto a diseñar, mismos que facilitarán la ideación de propuestas.

Hipótesis del Diseño

Se cree que una estructura que permita levantar los ataúdes y que cuente con mecanismos que facilitan la movilización de objetos pesados puede mejorar el proceso de realización de tareas de levantamiento de ataúdes en una funeraria y a su vez, esto facilitaría la atención al cliente y la eficiencia durante la solicitud de servicios fúnebres.

Definición de Requisitos y Requerimientos

Se define una serie de requisitos y requerimientos con los que deben cumplir las alternativas de diseño, estos cuentan con una jerarquización con respecto a las prioridades más importantes, regulares y no tan importantes.

Requisito	Requerimiento	Jerarquía
Estética Sobria	De apariencia neutral o tenga elementos propios de la funeraria	3
Fácil de operar	Implementación de mecanismos comunes sencillos de usar	2
Cómodo agarre	Implementación de percentiles antropométricos y principios de ergonomía	2
Eficiente	Mecanismo que ayude a mostrar y mover el ataúd rápidamente	2
Versátil	Morfología ajustable que se adapta fácilmente a los diferentes tipos de ataúdes	1
Transportable	Ruedas o algún otro mecanismo de desplazamiento	2
Seguro	Sistemas de frenado y de bloqueo en el desplazamiento del ataúd	2
Duradero	Materiales de alta calidad y dureza resistentes al desgaste y corrosión	3
Protección a rayones y golpes	Materiales de tela que acolchen y recubran el producto en las zonas donde interactúa con los ataúdes	3

Simbología 3 Imprescindible 2 Necesario 1 Deseable

Figura 28. Lista de Requisitos y Requerimientos

Alternativas de Diseño

Las soluciones de diseño surgen a partir de una profunda investigación de las tecnologías y los productos existentes en el mercado, así como de la comprensión del modelo mental del movimiento de los ataúdes por parte de los

operarios y el análisis del mecanismo actual de movilización de ataúdes utilizado por la funeraria.

Esta investigación proporcionó información valiosa sobre las limitaciones y oportunidades existentes. A través de la síntesis de esta información, se pudo identificar las deficiencias actuales y a partir de esto, se comenzó el desarrollo de soluciones efectivas y mejoradas que satisfacen las necesidades y expectativas de Funeraria Soto.

Las alternativas de diseño, se encuentran a continuación:

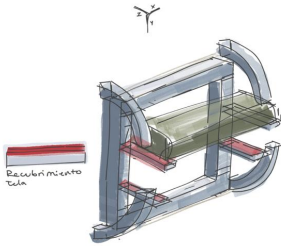
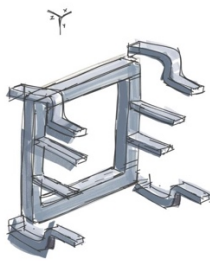
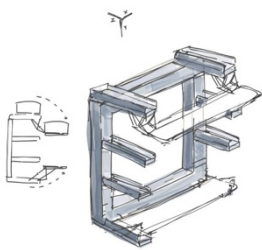
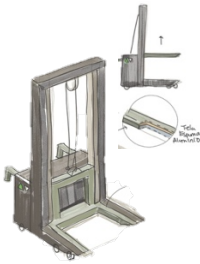
Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3	Propuesta 4
 <p>Exhibidor con mecanismo de riel con reductor de velocidad para movilización de bases laterales recubiertas por tela.</p>	 <p>Exhibidor con mecanismo de riel para correr hacia adelante y atrás el ataúd y sistema hidráulico, subirlo y bajarlo.</p>	 <p>Exhibidor con mecanismo de bisagra de elevación para movilizar el ataúd hacia arriba o abajo.</p>	 <p>Producto con mecanismo de elevación de polea y motor que se ubica debajo de la base de los ataúdes para levantarlos y sacarlos de donde se encuentran apilados.</p>

Tabla 8. Alternativas de Diseño

Matriz de Evaluación de alternativas

Requisito	Requerimiento	Puntaje total	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3	Propuesta 4
Estética Sobria	De apariencia neutral o tenga elementos propios de la funeraria	15	15	15	12	15
Fácil de operar	Implementación de mecanismos comunes sencillos de usar	10	10	6	8	10
Cómodo agarre	Implementación de percentiles antropométricos y principios de ergonomía	10	6	6	6	10
Eficiente	Mecanismo que ayude a mostrar y mover el ataúd rápidamente	10	8	8	8	8
Versátil	Morfología ajustable que se adapta fácilmente a los diferentes tipos de ataúdes	5	4	8	8	5
Transportable	Ruedas o algún otro mecanismo de desplazamiento	10	0	0	0	10
Seguro	Sistemas de frenado y de bloqueo en el desplazamiento del ataúd	10	6	2	2	10
Duradero	Materiales de alta calidad y dureza resistentes al desgaste y corrosión	15	15	15	15	15
Protección a rayones y golpes	Materiales de tela que acolchen y recubran el producto en las zonas donde roza con los ataúdes	15	12	12	12	15
Total		100	76	72	71	98

Simbología 3 Imprescindible 2 Necesario 1 Deseable

Figura 29. Evaluación de Alternativas de Diseño con respecto a los requisitos

Propuesta Seleccionada

Se selecciona la propuesta 4 ya que es la que se adapta mejor a los requisitos y requerimientos cumpliendo con ellos en un 98% y adaptándose mejor a las necesidades del negocio.

Mecanismos seleccionados para la construcción del prototipo

Tecla Eléctrica: Este componente es clave para el levantamiento de objetos pesados. Utiliza un motor eléctrico controlado por dos botones para subir y bajar la carga. Su mecanismo funciona sobre un riel, enrollando o desenrollando un cable metálico para mover la carga verticalmente. Los materiales involucrados incluyen aluminio y acero para las partes estructurales y mecánicas, y una carcasa plástica para los componentes eléctricos.

Rieles: Estos permiten el movimiento lineal de objetos pesados, facilitando su traslado con mínima fricción. Están hechos de materiales resistentes como acero, aluminio y hierro, y pueden tener revestimientos de poliuretano o plástico para mejorar su funcionalidad y durabilidad.

Rueda Giratoria: Facilita el movimiento omnidireccional, con opción de bloqueo para mayor estabilidad. Estas ruedas están compuestas de materiales robustos como acero, aluminio, hierro, poliuretano, nylon, polipropileno y caucho, lo que les confiere durabilidad y versatilidad.

Gancho de Hierro: Sostiene el cable de aluminio y le brinda soporte al teclé eléctrico cuando se genera el levantamiento de cargas. Está compuesto de Aluminio, Hierro o Acero.

Materiales para la Construcción del Prototipo

Tubos de Acero: Ligeros y resistentes, estos tubos forman la estructura principal del prototipo, proporcionando un equilibrio entre peso y resistencia.

Acero: Se utiliza para partes que requieren mayor resistencia y soporte, garantizando la durabilidad del prototipo.

Soldadura: Fundamental para unir las piezas metálicas de manera segura y duradera.

Hule: Podría utilizarse en partes donde se requiera amortiguación o agarre, como en manijas o en la base del prototipo para evitar deslizamientos.

Desarrollo del Modelado y Prototipo

Se desarrolla el modelado en SolidWorks, se definen medidas del producto y se validan en el modelado para comenzar la fabricación del prototipo, esto con la finalidad de que al momento de la fabricación, ya se hayan obtenido las medidas ideales.



Figura 30. Render de Movilizador de Ataúdes

Proceso de Manufactura del Prototipo

La fabricación de un prototipo de implica una serie de procesos de manufactura que aseguran la calidad y funcionalidad del producto final. A continuación, se describen los pasos realizados para la fabricación de nuestro producto:

1. Limpieza: Este es el primer paso en el proceso de manufactura y es esencial para asegurar que todos los materiales estén libres de contaminantes que podrían afectar la calidad de las soldaduras o el ensamblaje.
2. Medición: Se utilizan herramientas de medición como calibradores y cintas métricas para asegurarse de que cada componente se corte y fabrique según las especificaciones exactas del diseño del prototipo.
3. Cortado: Utilizando herramientas como sierras de cinta los materiales se cortan en la forma y tamaño deseados según el diseño del prototipo.
4. Lijado: Después del corte, las superficies pueden quedar con rebabas o asperezas que necesitan ser suavizadas. El lijado se realiza para alisar las superficies cortadas y bordes, mejorando la estética y eliminando riesgos de lesiones por bordes afilados.
5. Doblado: Se utilizan prensas de doblado o máquinas de doblado de tubos. Este proceso debe realizarse con cuidado para mantener la integridad estructural del material y cumplir con los ángulos precisos necesarios para el diseño.
6. Soldado: Los componentes se unen mediante soldadura. La soldadura es crítica para la durabilidad y la capacidad de carga de un producto.
7. Ensamblado: Finalmente, todas las piezas soldadas y formadas se ensamblan para crear el prototipo completo. Esto incluye la instalación de piezas mecánicas, como cilindros hidráulicos, motor, ruedas y controles electrónicos, así como la aplicación de acabados, como pintura y recubrimientos protectores.

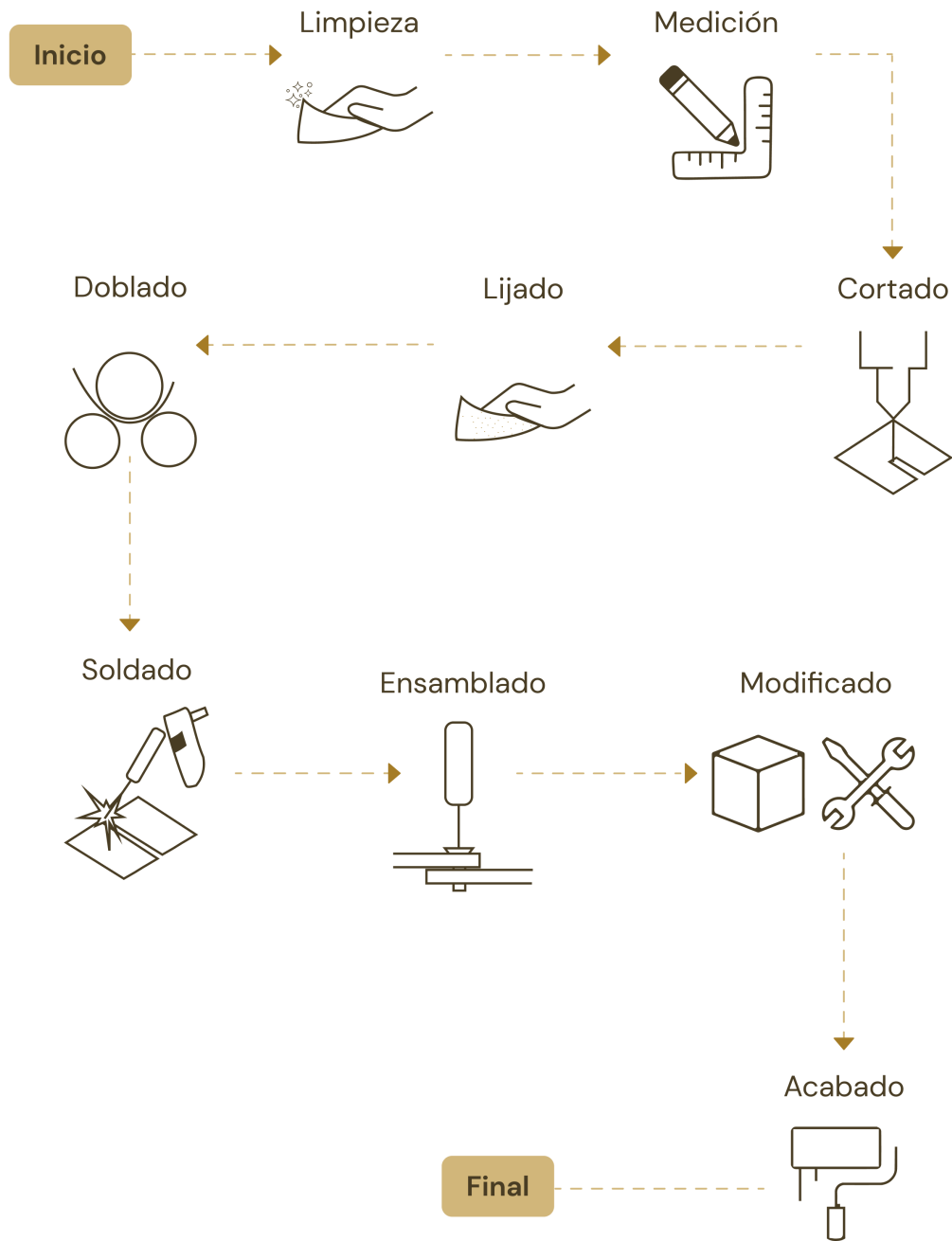


Figura 31. Mapa del Proceso Prototipo

Proceso de Manufactura en serie

La manufactura en serie del Movilizador de Féretros sigue un proceso sistemático y escalonado que asegura eficiencia y calidad en la producción. A continuación, se describen los pasos de la posible línea de producción:

1. Diseño y Planificación: Se inicia con la creación del diseño detallado y la planificación de la producción. Aquí se establecen las especificaciones técnicas, los materiales necesarios y se elaboran los cronogramas de producción.
2. Modelado 3D: Utilizando software especializado, se crean modelos tridimensionales del producto. Esto permite visualizar el producto final, realizar simulaciones y detectar posibles problemas antes de la fabricación.
3. Compra de Materiales: Se seleccionan y adquieren los materiales necesarios para la producción, basándose en los requisitos especificados en el diseño.
4. Pruebas y Ajustes: Se realizan pruebas iniciales sobre prototipos o series piloto para asegurar que el diseño es funcional y cumple con las expectativas. Se hacen ajustes si es necesario.
5. Instalación de Componentes Normalizados: Componentes estandarizados como tornillos, rodamientos y motores se instalan en el ensamblaje. Estos elementos suelen ser prefabricados y listos para su integración.
6. Soldadura de Piezas: En la producción en serie, se emplean robots de soldadura para unir piezas metálicas. Esto asegura una soldadura consistente y eficiente, reduciendo la variabilidad y aumentando la velocidad de producción.

7. Conformado y Corte de Materiales: Se utilizan procesos automatizados para dar forma y cortar los materiales. Las prensas de estampado, cortadoras láser y máquinas de corte por plasma son comunes en esta etapa.
8. Acabado y Pintura: Una vez conformadas y ensambladas las piezas, se aplican tratamientos de acabado como el lijado, y luego se pintan para mejorar la estética y la resistencia a la corrosión.
9. Instalación de Componentes Adicionales: Se añaden otros componentes al Movilizador de Féretros, como sistemas eléctricos.
10. Pruebas de Seguridad y Funcionamiento: Finalmente, cada unidad completada se somete a pruebas rigurosas para garantizar su seguridad y funcionamiento adecuado. Esto puede incluir pruebas de carga, de estabilidad y de operación.



Figura 32. Mapa del Proceso en Serie

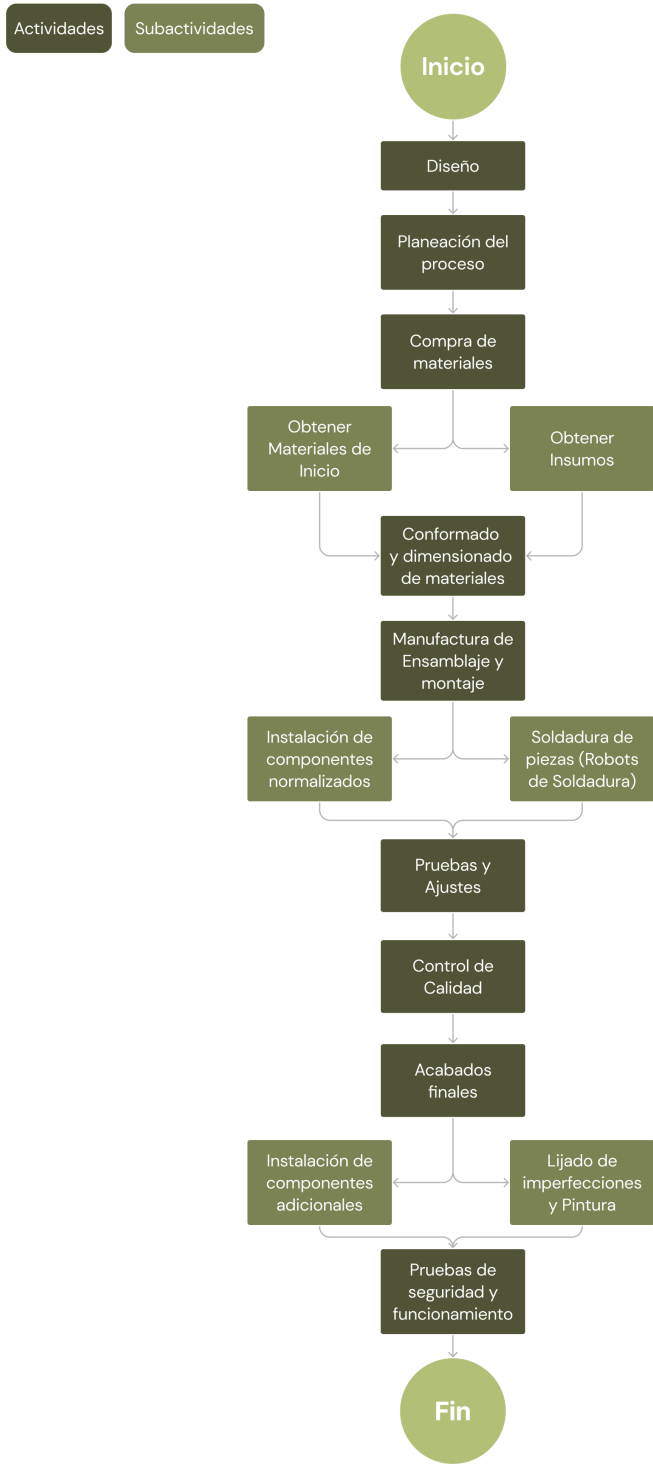


Figura 33. Flujograma Proceso de Manufactura

Cada paso del Proceso de Manufactura está diseñado para maximizar la eficiencia y asegurar la uniformidad y calidad del producto final en la producción en serie del Movilizador de Féretros.

Componentes

El prototipo está conformado por varias partes que se visualizan a continuación:

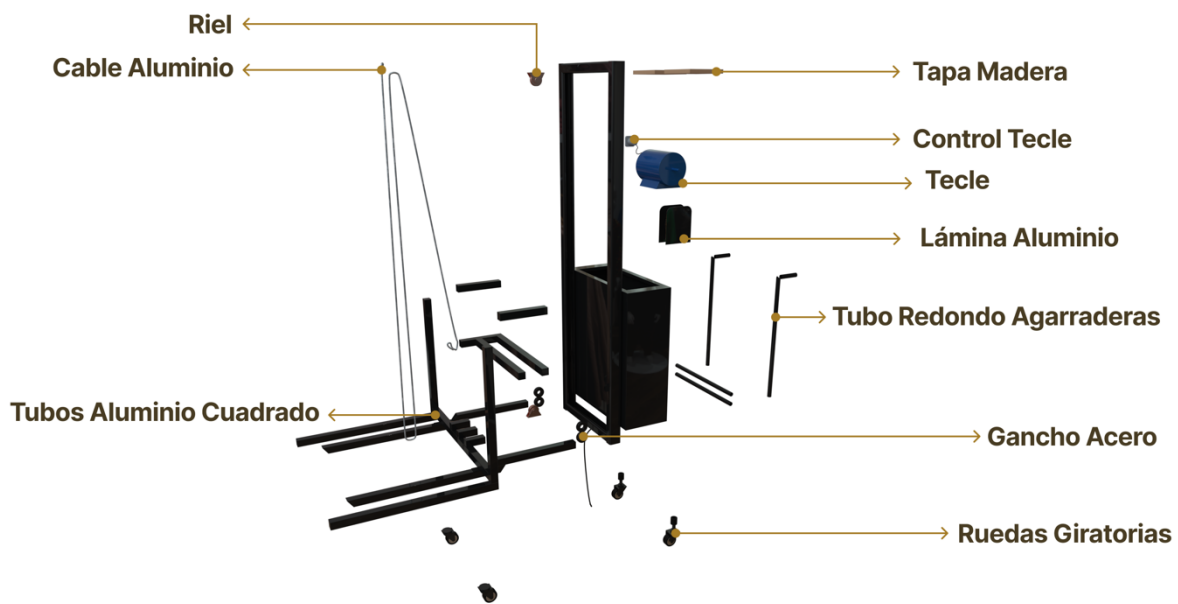


Figura 34. Exploso Componentes del Prototipo

Manual de Instrucciones del Movilizador de Féretros

Este manual proporciona instrucciones esenciales para la operación segura y efectiva del Movilizador de Ataúdes diseñado para mejorar la manipulación y movilidad de ataúdes dentro de las instalaciones de servicios funerarios.

Especificaciones Técnicas:

- Capacidad máxima de carga: 50 kg
- Dimensiones: (200cm*78cm*100cm)

- Materiales: Acero, aluminio, plástico, caucho

Instrucciones de Seguridad:

- Lea completamente este manual antes de usar el dispositivo.
- Verifique que el área esté despejada de obstáculos antes de operar el dispositivo.
- Asegúrese de que todas las partes móviles estén libres de obstrucciones.
- No exceda la capacidad máxima de carga del movilizador.

Operación del Movilizador de Ataúdes:

1. Preparación

- Verifique que el Movilizador esté en la posición correcta antes de cargar el ataúd.

2. Carga del Ataúd

- Posicione el Movilizador al lado del ataúd.
- Ajuste la altura de las barras para que queden abajo del féretro

3. Encendido

- Conecte el dispositivo al tomacorriente más cercano.

4. Maniobrabilidad

- Utilice el control remoto para elevar o bajar el ataúd.
- Para elevación, presione el botón correspondiente y sosténgalo hasta alcanzar la altura deseada.
- Para bajar, presione y sostenga el botón de descenso.

5. Traslado del Ataúd:

- Para mover el Movilizador, guíelo suavemente en la dirección deseada. Las ruedas giratorias facilitarán este proceso.

- Una vez que el ataúd esté elevado, use las ruedas giratorias para trasladar el ataúd a la ubicación deseada.
 - Maniobre el dispositivo con cuidado y evite movimientos bruscos.
6. Descarga del Ataúd:
- Posicione el Movilizador en el lugar donde el ataúd será colocado.
 - Utilice el control remoto para bajar el ataúd cuidadosamente.
 - Una vez en posición, retire el movilizador, haciéndolo hacia atrás.
7. Apagado:
- Una vez completada la transferencia, desconecte el dispositivo del tomacorriente.
8. Mantenimiento:
- Limpie regularmente el Movilizador con un paño seco para quitar el polvo y la suciedad.
 - Verifique el estado de las barras, cables y ruedas para asegurar su correcto funcionamiento.
9. Solución de Problemas:
- Si el Movilizador no responde, verifique la conexión de energía.
 - Si un ataúd no se mantiene fijo, revise las las barras de soporte, o verifique que el movilizador se encuentre bien centrado al ataúd.

Pruebas de Usuario

Para garantizar que el prototipo cumple con las necesidades del usuario y funciona según lo previsto, se diseñará y llevará a cabo un plan de pruebas de usuario exhaustivo.

Primero se definen cuatro tipos de tareas, se plantea un escenario lo más real posible y se pone a prueba el uso del prototipo.

Las tareas se describen a continuación:



Figura 35. Usuario realizando tarea 1

Tarea 1: Levantamiento de ataúd con un peso que ronda los 35kg-40kg ubicado en un catafalco a una altura de 54cm del suelo para ubicarlo en el segundo estante más alto de la sala de exhibición de la funeraria, el cual se ubica a una altura de 116cm del suelo.



Figura 36. Usuario realizando tarea 2

Tarea 2: "Levantamiento de ataúd con un peso que ronda los 25kg ubicado en el estante más bajo de la sala de exhibición de la funeraria, el cual se ubica a una altura de 14cm del suelo para ubicarlo en el catafalco a una altura de 54cm del suelo.



Figura 37. Usuario realizando tarea 3

Tarea 3: Levantamiento de ataúd con un peso que ronda los 30kg ubicado en un catafalco a una altura de 54cm del suelo para ubicarlo en el catafalco de la sala de velación ubicado a una altura de 70cm del suelo al lado izquierdo y 60cm del suelo al lado derecho.



Figura 38. Usuario realizando tarea 4

Tarea 4: Levantamiento de ataúd con un peso que ronda los 30kg ubicado en el estante más alto de la sala de exhibición de la funeraria, el cual se ubica a una altura de 170cm del suelo para ubicarlo en el estante más bajo a una altura de 14cm de altura del suelo.

Si desea visualizar los videos de las pruebas puede acceder al siguiente [enlace](#).

Análisis de Resultados

Los datos y comentarios recopilados serán analizados para identificar tendencias, problemas y gradientes de mejora. Este análisis ayudará a determinar si el prototipo cumple con los requisitos funcionales y ergonómicos establecidos.

Se realiza un comparativo de cada tarea previa a la solución de diseño versus las tareas con el uso del prototipo.

Tarea 1



Figura 39. Comparativo Tarea 1

Análisis Comparativo: El usuario no realiza levantamientos de cargas con su cuerpo ni posturas incómodas, sin embargo, debe halar el prototipo, pero el esfuerzo es mínimo, por lo cual el riesgo fue eliminado, y la tarea se vuelve segura (sin riesgos musculoesqueléticos) para el usuario.

Tarea 2



Figura 40. Comparativo Tarea 2

Análisis Comparativo: El usuario no realiza levantamientos de cargas con su cuerpo ni posturas incómodas, el riesgo fue eliminado, y la tarea se vuelve segura para el usuario.

Tarea 3



Figura 41. Comparativo Tarea 3

Análisis Comparativo: El usuario no realiza levantamientos de cargas con su cuerpo ni posturas incómodas, el riesgo fue eliminado y la tarea se vuelve segura (sin riesgos musculoesqueléticos) para el usuario.

Tarea 4



Figura 42. Comparativo Tarea 4

Análisis Comparativo: El usuario solamente debe estar en una posición de descanso de pie, utilizar el control para apretar los botones del prototipo, no realiza ningún esfuerzo físico ni levanta cargas pesadas, por lo cual, el riesgo fue eliminado.

Hallazgos Importantes

1. En todas las tareas analizadas, los riesgos musculoesqueléticos para los usuarios fueron eliminados, convirtiendo las tareas en seguras y libres de riesgo.

2. El prototipo eliminó la necesidad de levantamientos manuales de carga y posturas incómodas por parte del usuario.

3. Antes de la implementación del prototipo, las tareas presentaban un índice de riesgo mayor o igual a 3, lo cual se considera inaceptable. Después de la implementación, el índice de riesgo se redujo a 1 o menos, lo cual es aceptable.

4. El uso del prototipo reduce el esfuerzo físico al mínimo, ya que los usuarios solo necesitan utilizar un control para operar el prototipo sin realizar esfuerzo físico ni levantar cargas pesadas.

El prototipo para levantar ataúdes ha demostrado ser una solución ergonómica eficaz, eliminando riesgos musculoesqueléticos y posturas incómodas en diversas tareas de manipulación de féretros.

Al evitar el levantamiento manual y minimizar el esfuerzo físico, mejora significativamente la seguridad laboral y la eficiencia en el flujo de trabajo de la funeraria. Este enfoque centrado en el usuario y su ergonomía promueve la sostenibilidad de las tareas y el bienestar del personal, esto indica que el prototipo puede ser una contribución valiosa para la industria funeraria.

Valor agregado

El Movilizador de Ataúdes con diseño ergonómico agrega un valor significativo al proceso de selección en las funerarias, al ofrecer una solución que aborda directamente las necesidades emocionales y físicas de los clientes y empleados. Este enfoque centrado en el usuario proporciona una experiencia más digna y sin estrés durante la elección de un ataúd, al permitir una visualización y acceso sin esfuerzo. Al mejorar la eficiencia operativa, se reduce el esfuerzo físico requerido

por el personal y se minimizan los riesgos de lesiones, lo cual refleja una imagen de cuidado y consideración que es especialmente valorada en momentos de duelo. La integración de este producto representa un compromiso con la calidad del servicio y la innovación, diferenciando a la funeraria en el mercado y reforzando su reputación como una empresa que honra la importancia del confort y el respeto en todas las etapas del servicio fúnebre.

Resultados

El diseño del Movilizador de Ataúdes para Funeraria Soto apunta a lograr varios resultados clave que prometen revolucionar la operatividad interna. Se espera que la introducción de esta herramienta ergonómica disminuya y evite notablemente las lesiones entre el personal, al reducir la necesidad de levantar pesos pesados y adoptar posturas comprometedoras. En términos de operaciones, la eficiencia se verá mejorada, con una manipulación de féretros más ágil y segura. El proyecto no solo está diseñado para atender las necesidades inmediatas de la funeraria, sino que también está estratégicamente alineado para proporcionar a la empresa una ventaja competitiva significativa. Al cumplir con los estándares de seguridad y ergonomía.

La fase de pruebas de usuario validó la funcionalidad y aceptación del diseño, asegurando que se alinea con las expectativas y las necesidades del personal. La respuesta positiva y la adopción del nuevo sistema por parte de los empleados se ve como un indicador del éxito del proyecto, con la posibilidad de ajustes basados en comentarios directos para perfeccionar aún más la herramienta.

Conclusiones

El diseño e implementación del sistema mecánico para la manipulación de ataúdes en la sala de exhibición de Funeraria Soto se consolida como un éxito sustentado por seis factores clave.

- Eliminación de Riesgos Musculoesqueléticos: El prototipo diseñado para la manipulación de ataúdes ha demostrado eficacia al eliminar completamente los riesgos musculoesqueléticos asociados con el levantamiento manual de cargas pesadas, proporcionando así un entorno de trabajo más seguro para el personal.
- Mínimo Esfuerzo Físico: La implementación de mecanismos de elevación y traslado ha reducido significativamente el esfuerzo físico requerido por el personal, mejorando la eficiencia operativa y disminuyendo la fatiga asociada con las tareas de manipulación de ataúdes.
- Adaptabilidad a Diferentes Ataúdes: El diseño del sistema ergonómico permite la manipulación de ataúdes con diferentes pesos, dimensiones y formas, cumpliendo así con la diversidad de productos que pueden encontrarse en la sala de exhibición de la funeraria.
- Facilidad de Operación: El prototipo ha sido diseñado considerando la facilidad de operación, permitiendo que incluso tareas que antes requerían la colaboración de dos usuarios ahora puedan ser realizadas de manera eficiente por un solo operador.
- Plan de Pruebas Efectivo: La realización de pruebas específicas, como el levantamiento de ataúdes en diferentes escenarios, ha validado de

manera efectiva la eficacia del prototipo, asegurando que cumple con los requisitos y necesidades del personal de la Funeraria.

- Contribución a la Sostenibilidad Laboral: La reducción del esfuerzo físico y la eliminación de riesgos musculoesqueléticos no solo mejoran la seguridad laboral a corto plazo, sino que también contribuyen a la sostenibilidad a largo plazo del personal de la funeraria.

Recomendaciones

Iteración del Diseño

Sistema de Precisión con Control de Velocidad Variable: Introducir un sistema de precisión que permita un ajuste más fino en el acomodo de los ataúdes, facilitando una alineación más exacta. Además, la implementación de un control de velocidad variable permite adaptar la velocidad del prototipo según las necesidades específicas de cada tarea, mejorando así la experiencia de uso.

Sensores de Proximidad para Evitar Colisiones: Integrar sensores de proximidad que detecten obstáculos o posibles colisiones durante la manipulación de ataúdes. Estos sensores podrían alertar al operador y, en algunos casos, activar automáticamente mecanismos de frenado o ajuste de trayectoria para prevenir accidentes.

Diseño Colapsable/Plegable: Considerar la posibilidad de diseñar el prototipo de manera colapsable o plegable, permitiendo que pueda almacenarse en un espacio más reducido cuando no esté en uso. Esta característica no solo optimizaría el espacio de almacenamiento en la sala de exhibición, sino que también facilitaría su transporte entre diferentes áreas de la funeraria, aumentando así su versatilidad y practicidad.

Bibliografía

[1] D. Memorial, «Como Elegir un Ataúd | Féretros y Ataúdes Fúnebres», Dignity Memorial, 4 de enero de 2018. Disponible en:

<https://www.dignitymemorial.com/es-es/memorial-services/planning-a-funeral/how-to-choose-a-casket> . [Accedido: 03 Ago. 2023]

[2] «Funeraria Soto», Facebook, 2012. Disponible en: <https://www.facebook.com/funeraria.soto/> . [Accedido: 03 Ago. 2023].

[3] Trujillo, Aguilar, y Neira, Los métodos más característicos del diseño centrado en el usuario -DCU-, adaptados para el desarrollo de productos materiales, 19.a ed., vol. 12. Iconofacto, 2016. doi: 10.18566/iconofact.v12.n19.a09. Disponible en: <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/7541> [Accedido: 30 Ago. 2023]

[4] Villareal, «LA ERGONOMÍA ES PARTE DEL PROCESO DE DISEÑO INDUSTRIAL», Universidad de Monterrey. Disponible en: <http://www.semec.org.mx/archivos/5-4.pdf> . [Accedido: 28 Ago. 2023]

[5] Kelley y Kelley, «Design Thinking», ¿Qué es el Design Thinking?., Disponible en: <https://designthinking.es/> [Accedido: 03 Ago. 2023].

[6] H. Soto, "Experiencias y desafíos de trabajar en una funeraria", entrevista por D. Soto, Grecia, Alajuela, Costa Rica, [Realizado: 26 Jul. 2023].

[7] «INTE/ISO 6385:2016 Salud y Seguridad en el trabajo. Principios ergonómicos para el diseño de sistemas de trabajo.», Inteco. Disponible en: <https://erp.inteco.org/shop/inte-iso-6385-2016-salud-y-seguridad-en-el-trabajo-principios-ergonomicos-para-el-diseno-de-sistemas-de-trabajo-677#attr=> . [Accedido: 4 Sept. 2023]

[8] Ergonautas, «Informe de Evaluación Ergonómica, » Costa Rica, 2023.

[9] R. Ávila, L. Prado, y E. González, Dimensiones Antropométricas de la Población Latinoamericana (México, Cuba, Colombia, Chile), 2.a ed. Universidad de

Guadalajara, 2007. Disponible en: <https://docplayer.es/92409465-Dimensiones-antropometricas-de-la-poblacion-latinoamericana-mexico-cuba-colombia-chile-r-avila-chaurand.html> [Accedido: 22 Ago. 2023].

[10] Santos, Rojas, Yenque, y Lavado, «Diseño y construcción de pistón hidráulico», Diseño y construcción de pistón hidráulico, vol. 8, jun. 2005, [En línea]. Disponible en:

<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/idata/article/download/6146/5337/21392>

[11] Silvia, «ELEMENTOS DE SISTEMAS NEUMÁTICOS PARA LA INDUSTRIA», Royse, 2 de septiembre de 2022. <https://rodamientos.net/elementos-de-sistemas-neumaticos-para-la-industria/#:~:text=Un%20sistema%20neum%C3%A1tico%20es%20aquel,entonces%20de%20%E2%80%9C%20sistema%20hidr%C3%A9ulico%E2%80%9D>.

[12] H. S. Corvo, «Sistemas mecánicos», Lifeder, 5 de abril de 2021. <https://www.lifeder.com/sistemas-mecanicos/>

[13] A. Rivas, «Sistema eléctrico», Muy Tecnológicos, 10 de septiembre de 2022. <https://muytecnologicos.com/diccionario-tecnologico/sistema-electrico>

[14] Figueroa, «¿Qué es la ergonomía?», Universidad Anáhuac México. <https://www.anahuac.mx/mexico/noticias/Que-es-la-ergonomia>

[15] Valero, «Antropometría», <https://www.insst.es/documents/94886/524376/DTEAntropometriaDP.pdf>
032e8c34-f059-4be6-8d49-4b00ea06b3e6

[16] Technogym, «Biomecánica: conceptos básicos sobre el movimiento del cuerpo humano», Technogym - gym equipment and fitness solutions for home and business, 17 de enero de 2017. <https://www.technogym.com/mx/wellness/biomechanics-understanding-the-terms-that-make-our-bodies-move/#:~:text=Se%20denomina%20biomec%C3%A1nica%20al%20an%C3%A1lisis,la%20forma%20que%20lo%20hace.>

[17] Clínica Universidad de Navarra, «¿Qué es la tensión muscular?», <https://www.cun.es>, 2023. <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/tension-muscular>

[18] Spinel y Seyd, «CARACTERIZACION Y EVALUACION DEL DISEÑO DE PUESTOS DE TRABAJO PARA LA POBLACION DE CONDUCTORES DE TRANSPORTE DE CARGA TERRESTRE EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA – COLOMBIA», PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA, 2004.

[19] E. R. Arias, «Percentil», Economipedia, febrero de 2021. <https://economipedia.com/definiciones/percentil.html>

Anexos

Análisis Antropométrico

Se toman las dimensiones antropométricas de trabajadores industriales latinoamericanos de 18 a 65 años, tanto hombres como mujeres, con el fin de plantear especificaciones que debe cumplir el producto a diseñar.

Se realiza el análisis de las posibles zonas de interacción, con especial énfasis en el tronco y las extremidades superiores.

Medidas antropométricas

● Percentiles mínimos y máximos

Medida	Mujer latina (mm)			Hombre latino (mm)		
	P05	P50	P95	P05	P50	P95
Estatura	1471	1570	1658	1576	1668	1780
Altura hombro	1209	1290	1380	1281	1377	1477
Altura codo	941	1004	1080	988	1065	1145
Altura codo flexionado	906	969	1044	906	969	1046
Altura muñeca	727	776	840	757	822	919
Altura nudillo	663	704	769	680	740	800
Alcance brazo frontal	631	684	741	590	648	810
Alcance brazo lateral	645	700	750	581	738	818
Alcance máximo vertical	1761	1899	2026	1900	2043	2200
Longitud mano	158	171	185	158	170	185
Longitud palma mano	90	97	105	90	97	105
Anchura mano	83	92	104	83	92	103
Anchura palma mano	71	76	82	71	76	82

Datos extraídos de Dimensiones antropométricas de población latinoamericana (2007), Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño, Universidad de Guadalajara

Análisis Biomecánico

Se acompaña al usuario en una sesión de uso del producto actual con el objetivo de analizar los movimientos que realiza y los puntos de tensión que surgen en el momento.

Ángulos de confort

Movimiento	Ángulo obtenido	Ángulo de confort
a. Flexión de tronco A	12°	10°
b. Extensión de codo	114°	160°
c. Extensión de cuello	40°	50°
d. Flexión de hombro	148°	35°
e. Flexión de codo A	48°	80°
f. Flexión de tronco B	38°	10°
g. Flexión de codo B	49°	80°

Usuarios



El Cliente

Ricardo Pérez

45 años | Grecia, Costa Rica

Descripción

Ricardo, es un abogado que se dedica a laborar como profesor en la Universidad de Costa Rica, dedica parte de su tiempo libre a realizar labores privadas en su notaría, el resto de su ocio lo pasa con su familia.

Necesidades

- Seleccionar rápidamente un féretro que se adapte a sus necesidades y gustos.
- Que la funeraria se encargue de todos los trámites relacionados al sepelio.
- Dedicar completamente su tiempo a estar con su familia.

Contexto

Su madre acaba de fallecer y no contaba con un seguro funerario, por lo que debe apresurarse a conseguir una funeraria que cuente con paquetes para que le brinden todo lo necesario.

Preocupaciones

- Tardar demasiado en encontrar el ataúd deseado para su madre.
- Sentir mucho estrés en el proceso y trámites del funeral.
- Que la funeraria no cumpla con los servicios que contrató.



La Venderora

Cristina Morales

52 años | Palmares, Costa Rica

Descripción

Cristina es administradora de empresas, se encarga del área administrativa y ventas de una funeraria desde hace varios años. Tiene gran empatía y profesionalismo para atender a los clientes durante el proceso de pérdida de un ser querido.

Necesidades

- Proporcionar al cliente información directa y certera sobre los productos que ofrecen.
- Ser discreta y tener todo lo necesario a la mano para garantizar inmediatez al cliente y así facilitar el proceso fúnebre.

Contexto

El principal objetivo de Cristina al laborar en la funeraria es apoyar a los clientes y garantizarles un servicio fúnebre de alta calidad y entrega. Tiene relación directa con el cliente, ya que es la encargada de ofrecer los servicios que se requieren.

Preocupaciones

- No poder mostrar los productos con rapidez y detalle.
- Que su personal sufra lesiones musculoesqueléticas.
- Que la venta del servicio fúnebre sea muy lenta y estresante para el cliente.



El Empleado

Julián Meza

21 años | Sarchí, Costa Rica

Descripción

Julián es un joven estudiante universitario, proviene de una familia de escasos recursos por lo que debe costearse la universidad por sus propios medios, es muy responsable y busca siempre lograr sus labores con orden y rapidez.

Necesidades

- Cumplir con su trabajo de la forma más eficiente posible.
- Facilitarle el trabajo de mostrar los ataúdes a la vendedora de la funeraria.
- Cumplir con lo que se le solicite antes, durante y después de los actos fúnebres, con la mayor eficiencia posible.

Contexto

Está iniciando su puesto de empleado en la funeraria. Acomoda ataúdes para su exhibición, es chofer, realiza funerales y limpia los carros. Además, se encarga de brindar ayuda y atención durante la vela.

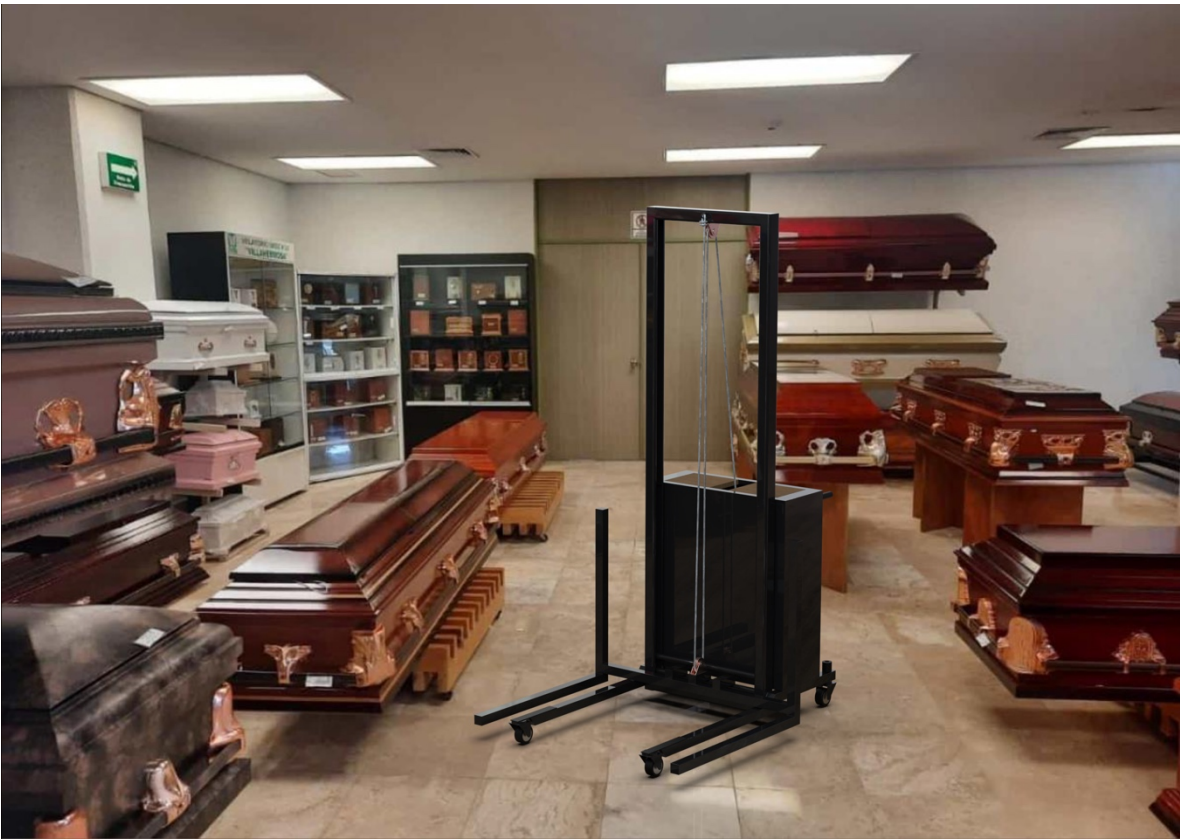
Preocupaciones

- Que las cargas pesadas comprometan su salud física.
- No cumplir con sus labores a tiempo.
- Causar daños en los productos y ataúdes de la funeraria.

Videos de Pruebas de Usuarios [aquí](#)

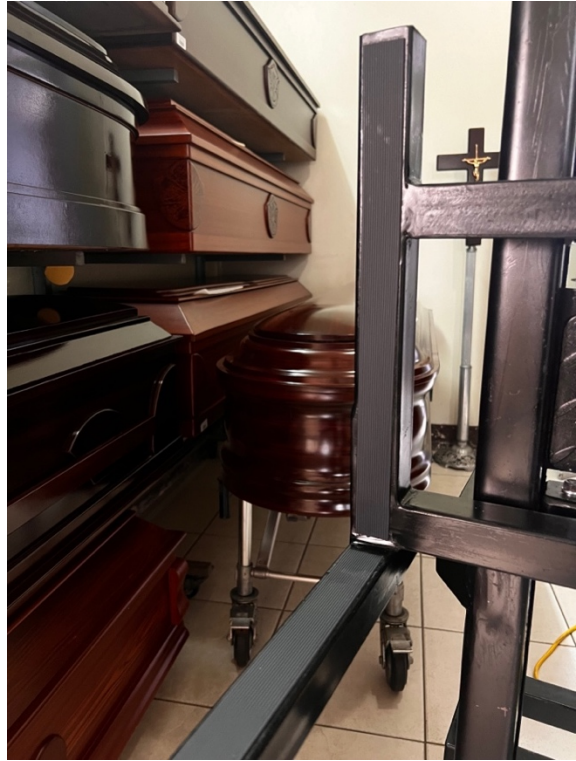
Renders





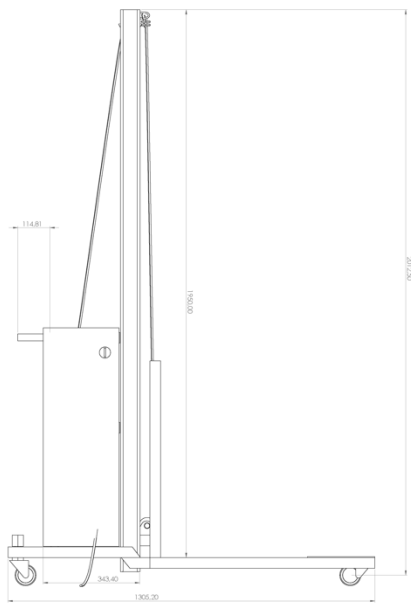
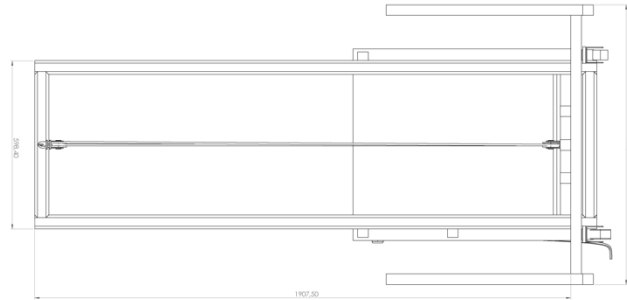
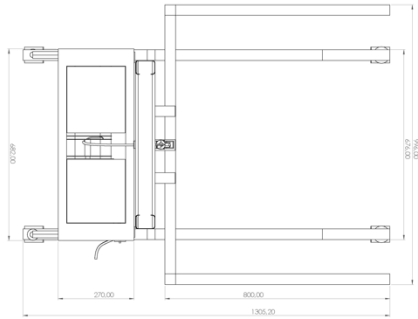


Prototipo





Planos





Ergonautas

*www.ergonautas.upv.es
ergonautas@ergonautas.com*

Informe de Evaluación Ergonómica

23/08/2023

Datos de la Evaluación

Información del puesto

Identificador del puesto: Empleado

Empresa: Funeraria Soto

Departamento/Área: Ventas

Sección:

Descripción: Levantamiento de Ataúdes de exhibidor fúnebre

Información del trabajador

Nombre/Identificador: Herbert Soto Bogantes *Edad:* 68 años

Antigüedad en el puesto: 15 años *Sexo:* Hombre

Tiempo que ocupa el puesto por jornada: 30 minutos

Duración de la jornada laboral: 12 horas

Información de la evaluación

Evaluador: Dariana Soto

Fecha de la evaluación: 23/08/2023 00:00

Firma del evaluador:



Observaciones:

Introducción

Imágenes de la Evaluación

Imagen 1



Imagen 2



Imagen 3



Imagen 4



La Ecuación de NIOSH

La ecuación de levantamiento de carga de Niosh evalúa tareas en las que se realizan levantamientos de carga. El resultado de la aplicación de la ecuación es el Peso Máximo Recomendado (RWL: Recommended Weight Limit) que se define como el peso máximo que es recomendable levantar en las condiciones del puesto para evitar el riesgo de lumbalgias o problemas de espalda. A partir del Peso Máximo Recomendado se obtiene el Índice de Levantamiento (LI), un indicador que permite valorar el riesgo que entraña la tarea para el trabajador. Niosh considera tres intervalos de riesgo:

LI	VALORACIÓN
Menor o igual a 1	La tarea puede ser realizada por la mayor parte de los trabajadores sin ocasionarles problemas
Entre 1 y 3	La tarea puede ocasionar problemas a algunos trabajadores. Conviene estudiar el puesto de trabajo y realizar las modificaciones pertinentes.
Mayor o igual a 3	La tarea ocasionará problemas a la mayor parte de los trabajadores. Debe modificarse.

Los resultados intermedios obtenidos durante la aplicación de la ecuación sirven de guía para establecer los cambios a introducir en el puesto para mejorar las condiciones del levantamiento.

Resultados de la Evaluación Ergonómica

Características de la Evaluación

Tipo de Evaluación: Multi-tarea *Número de tareas evaluadas:* 4

Duración global del levantamiento: 0 horas, 1 minutos. *Constante de carga (LC):* 23 Kg.

Riesgo y valoración de las Tareas evaluadas

Interpretación del Nivel de Riesgo según el Índice de Levantamiento (IL)

Riesgo Aceptable Índice de Riesgo ≤ 1	Riesgo Moderado $1 < \text{Índice de Riesgo} < 3$	Riesgo Inaceptable Índice de Riesgo ≥ 3
La tarea puede ser realizada por la mayor parte de los trabajadores sin ocasionarles problemas. No se requiere intervención.	La tarea puede ocasionar problemas a algunos trabajadores. Conviene estudiar el puesto de trabajo y realizar las modificaciones pertinentes.	La tarea ocasionará problemas a la mayor parte de los trabajadores. Es necesario tomar medidas para reducir el riesgo.

Tarea: 1-Tarea 1

Características de la Tarea

Peso de la carga en kilogramos: 30 *Calidad de agarre de la carga:* Malo

Número medio de levantamientos por minuto: 1

Tiempo de recuperación en la realización de la tarea en minutos: $\geq 1,2$ minutos

Manipulación con una sola mano: No *Levantamiento por varios trabajadores:* No

	Origen del levantamiento	Destino del levantamiento (*)
<i>Distancia vertical del centro de agarre de la carga:</i>	170	-
<i>Distancia horizontal del punto de agarre de la carga:</i>	50	-
<i>Ángulo entre la carga y el plano sagital del cuerpo:</i>	0	-

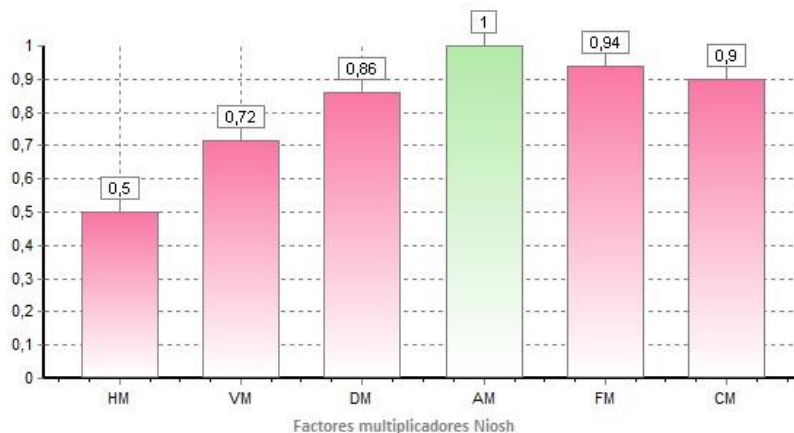
(*) No hay control significativo de la carga en el destino

Resultado

Factores multiplicadores de la ecuación de Niosh

	Origen del levantamiento	Destino del levantamiento (*)	Tarea
<i>Factor distancia horizontal (HM):</i>	0,5	-	0,5
<i>Factor posición vertical (VM):</i>	0,72	-	0,72
<i>Factor desplazamiento (DM):</i>	0,86	-	0,86

<i>Factor asimetría (AM):</i>	1	-	1
<i>Factor frecuencia (FM):</i>	0,94	-	0,94
<i>Factor agarre (CM):</i>	0,9	-	0,9

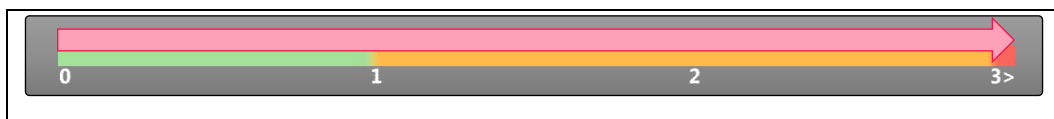


Peso Límite Recomendado en el Origen del Levantamiento: 5,97

Peso Límite Recomendado en el Destino del Levantamiento: 15,66

Peso Límite Recomendado de la Tarea (RWL): 5,97

Índice de Levantamiento (LI): 5,02



Riesgo:

Riesgo Inaceptable

Valoración: ILC > 3. La tarea debe ser rediseñada pues existe un acusado riesgo de lesiones o dolencias. Conviene estudiar el puesto de trabajo y realizar las modificaciones pertinentes o asignarse a operarios seleccionados para ella.

Recomendaciones:

El índice de levantamiento de la tarea es mayor que 3. La tarea debe ser rediseñada pues existe un acusado riesgo de lesiones o dolencias.

SE PUEDEN MEJORAR LAS CONDICIONES DE LEVANTAMIENTO CON LAS SIGUIENTES RECOMENDACIONES PARA EL REDISEÑO:

- Disminuir la distancia horizontal desde 50 cm. hasta un valor cercano a 25 cm. Acercar la carga al trabajador eliminando obstáculos o disminuyendo el tamaño del objeto levantado. Evitar levantamientos desde el suelo; si son inevitables procurar que puedan asirse fácilmente entre las piernas.
- Variar la altura vertical de la carga para aproximarla a 75 cm. Evitar levantamientos desde el suelo o sobre los hombros.
- Disminuir la distancia de elevación de la carga. Acercar el origen y el destino del levantamiento.
- Mejorar las condiciones de agarre de la carga. Emplear contenedores adecuados con asas o sistemas de agarre.
- Disminuir la frecuencia de la tarea y su duración, o proporcionar periodos de recuperación más largos.

Características de la tarea que pueden provocar infravaloración del riesgo:

- El levantamiento se realiza flexionando la espalda. Es recomendable que el levantamiento de la carga se realice flexionando las rodillas.
- El trabajador sostiene la carga más de unos segundos. Para estos casos podría ser necesario un análisis ergonómico específico.
- El trabajador asciende o desciende con la carga. Para estos casos podría ser necesario un análisis ergonómico específico.

- El trabajador empuja o tira de la carga más de un 10% del tiempo de actividad total. Para estos casos podría ser necesario un análisis ergonómico específico.
- La carga es inestable, o su centro de gravedad variable. El peso límite recomendado resultará sobreestimado.

Tarea: 2-Tarea 2

Características de la Tarea

Peso de la carga en kilogramos: 30 Calidad de agarre de la carga: Regular

Número medio de levantamientos por minuto: 1

Tiempo de recuperación en la realización de la tarea en minutos: $\geq 1,2$ minutos

Manipulación con una sola mano: No Levantamiento por varios trabajadores: No

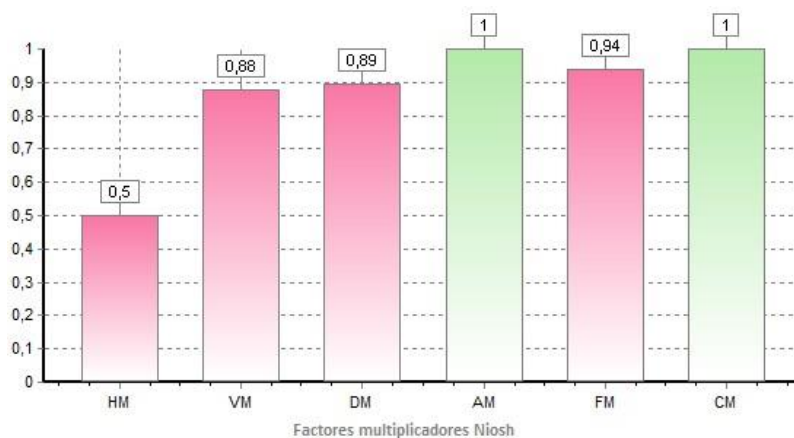
	Origen del levantamiento	Destino del levantamiento (*)
Distancia vertical del centro de agarre de la carga:	116	-
Distancia horizontal del punto de agarre de la carga:	50	-
Ángulo entre la carga y el plano sagital del cuerpo:	0	-

(*) No hay control significativo de la carga en el destino

Resultado

Factores multiplicadores de la ecuación de Niosh

	Origen del levantamiento	Destino del levantamiento (*)	Tarea
Factor distancia horizontal (HM):	0,5	-	0,5
Factor posición vertical (VM):	0,88	-	0,88
Factor desplazamiento (DM):	0,89	-	0,89
Factor asimetría (AM):	1	-	1
Factor frecuencia (FM):	0,94	-	0,94
Factor agarre (CM):	1	-	1

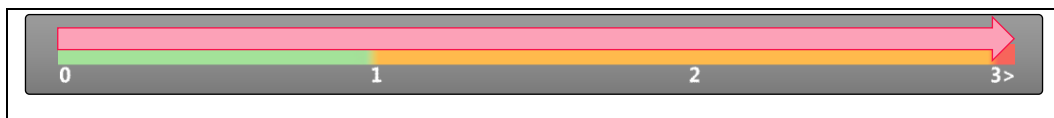


Peso Límite Recomendado en el Origen del Levantamiento: 8,46

Peso Límite Recomendado en el Destino del Levantamiento: 17,18

Peso Límite Recomendado de la Tarea (RWL): 8,46

Índice de Levantamiento (LI): 3,55



Riesgo:

Riesgo Inaceptable

Valoración: ILC > 3. La tarea debe ser rediseñada pues existe un acusado riesgo de lesiones o dolencias. Conviene estudiar el puesto de trabajo y realizar las modificaciones pertinentes o asignarse a operarios seleccionados para ella.

Recomendaciones:

El índice de levantamiento de la tarea es mayor que 3. La tarea debe ser rediseñada pues existe un acusado riesgo de lesiones o dolencias.

SE PUEDEN MEJORAR LAS CONDICIONES DE LEVANTAMIENTO CON LAS SIGUIENTES RECOMENDACIONES PARA EL REDISEÑO:

- Disminuir la distancia horizontal desde 50 cm. hasta un valor cercano a 25 cm. Acercar la carga al trabajador eliminando obstáculos o disminuyendo el tamaño del objeto levantado. Evitar levantamientos desde el suelo; si son inevitables procurar que puedan asirse fácilmente entre las piernas.
- Variar la altura vertical de la carga para aproximarla a 75 cm. Evitar levantamientos desde el suelo o sobre los hombros.
- Disminuir la distancia de elevación de la carga. Acercar el origen y el destino del levantamiento.
- Disminuir la frecuencia de la tarea y su duración, o proporcionar periodos de recuperación más largos.

Características de la tarea que pueden provocar infravaloración del riesgo:

- El levantamiento se realiza flexionando la espalda. Es recomendable que el levantamiento de la carga se realice flexionando las rodillas.
- El trabajador sostiene la carga más de unos segundos. Para estos casos podría ser necesario un análisis ergonómico específico.
- El trabajador asciende o desciende con la carga. Para estos casos podría ser necesario un análisis ergonómico específico.
- El trabajador empuja o tira de la carga más de un 10% del tiempo de actividad total. Para estos casos podría ser necesario un análisis ergonómico específico.
- La carga es inestable, o su centro de gravedad variable. El peso límite recomendado resultará sobreestimado.

Tarea: 3-Tarea 3

Características de la Tarea

Peso de la carga en kilogramos: 30 **Calidad de agarre de la carga:** Regular

Número medio de levantamientos por minuto: 1

Tiempo de recuperación en la realización de la tarea en minutos: >=1,2 minutos

Manipulación con una sola mano: No **Levantamiento por varios trabajadores:** No

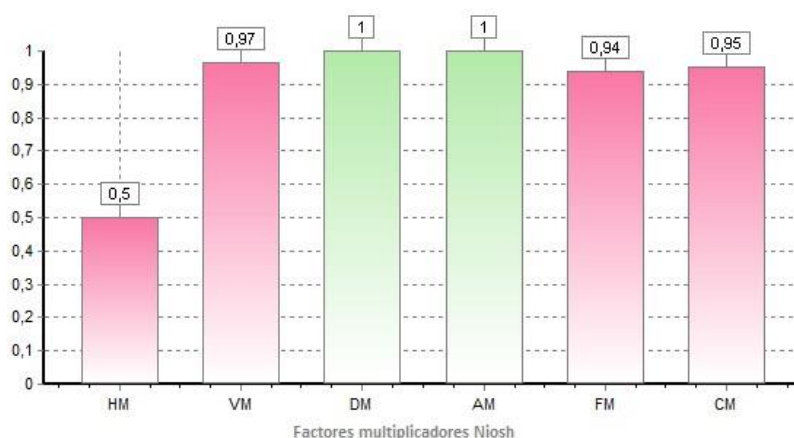
	Origen del levantamiento	Destino del levantamiento (*)
<i>Distancia vertical del centro de agarre de la carga:</i>	64	-
<i>Distancia horizontal del punto de agarre de la carga:</i>	50	-
<i>Ángulo entre la carga y el plano sagital del cuerpo:</i>	0	-

(*) No hay control significativo de la carga en el destino

Resultado

Factores multiplicadores de la ecuación de Niosh

	Origen del levantamiento	Destino del levantamiento (*)	Tarea
Factor distancia horizontal (HM):	0,5	-	0,5
Factor posición vertical (VM):	0,97	-	0,97
Factor desplazamiento (DM):	1	-	1
Factor asimetría (AM):	1	-	1
Factor frecuencia (FM):	0,94	-	0,94
Factor agarre (CM):	0,95	-	0,95

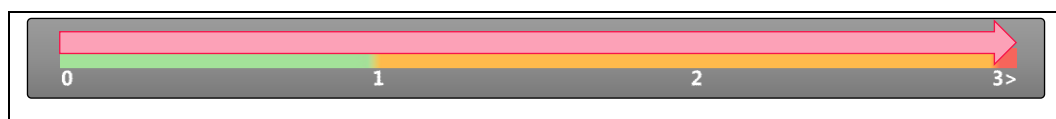


Peso Límite Recomendado en el Origen del Levantamiento: 9,93

Peso Límite Recomendado en el Destino del Levantamiento: 19,25

Peso Límite Recomendado de la Tarea (RWL): 9,93

Índice de Levantamiento (LI): 3,02



Riesgo:

Riesgo Inaceptable

Valoración: ILC > 3. La tarea debe ser rediseñada pues existe un acusado riesgo de lesiones o dolencias. Conviene estudiar el puesto de trabajo y realizar las modificaciones pertinentes o asignarse a operarios seleccionados para ella.

Recomendaciones:

El índice de levantamiento de la tarea es mayor que 3. La tarea debe ser rediseñada pues existe un acusado riesgo de lesiones o dolencias.

SE PUEDEN MEJORAR LAS CONDICIONES DE LEVANTAMIENTO CON LAS SIGUIENTES RECOMENDACIONES PARA EL REDISEÑO:

- Disminuir la distancia horizontal desde 50 cm. hasta un valor cercano a 25 cm. Acercar la carga al trabajador eliminando obstáculos o disminuyendo el tamaño del objeto levantado. Evitar levantamientos desde el suelo; si son inevitables procurar que puedan asirse fácilmente entre las piernas.
- Disminuir la frecuencia de la tarea y su duración, o proporcionar periodos de recuperación más largos.
- Mejorar las condiciones de agarre de la carga. Emplear contenedores adecuados con asas o sistemas de agarre.

- Variar la altura vertical de la carga para aproximarla a 75 cm. Evitar levantamientos desde el suelo o sobre los hombros.

Características de la tarea que pueden provocar infravaloración del riesgo:

- El levantamiento se realiza flexionando la espalda. Es recomendable que el levantamiento de la carga se realice flexionando las rodillas.
- El trabajador sostiene la carga más de unos segundos. Para estos casos podría ser necesario un análisis ergonómico específico.
- El trabajador asciende o desciende con la carga. Para estos casos podría ser necesario un análisis ergonómico específico.
- El trabajador empuja o tira de la carga más de un 10% del tiempo de actividad total. Para estos casos podría ser necesario un análisis ergonómico específico.
- La carga es inestable, o su centro de gravedad variable. El peso limite recomendado resultará sobreestimado.

Tarea: 4-Tarea 4

Características de la Tarea

Peso de la carga en kilogramos: 30 *Calidad de agarre de la carga:* Regular

Número medio de levantamientos por minuto: 1

Tiempo de recuperación en la realización de la tarea en minutos: >=1,2 minutos

Manipulación con una sola mano: No *Levantamiento por varios trabajadores:* No

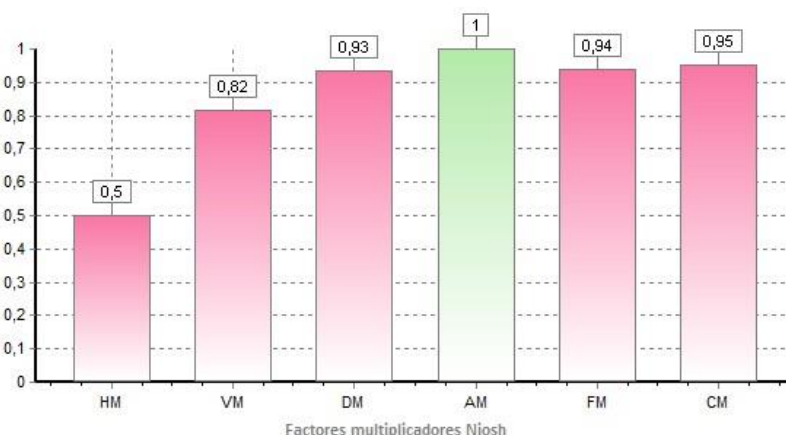
	Origen del levantamiento	Destino del levantamiento (*)
<i>Distancia vertical del centro de agarre de la carga:</i>	14	-
<i>Distancia horizontal del punto de agarre de la carga:</i>	50	-
<i>Ángulo entre la carga y el plano sagital del cuerpo:</i>	0	-

() No hay control significativo de la carga en el destino*

Resultado

Factores multiplicadores de la ecuación de Niosh

	Origen del levantamiento	Destino del levantamiento (*)	Tarea
<i>Factor distancia horizontal (HM):</i>	0,5	-	0,5
<i>Factor posición vertical (VM):</i>	0,82	-	0,82
<i>Factor desplazamiento (DM):</i>	0,93	-	0,93
<i>Factor asimetría (AM):</i>	1	-	1
<i>Factor frecuencia (FM):</i>	0,94	-	0,94
<i>Factor agarre (CM):</i>	0,95	-	0,95



Peso Límite Recomendado en el Origen del Levantamiento: 7,82

Peso Límite Recomendado en el Destino del Levantamiento: 17,95

Peso Límite Recomendado de la Tarea (RWL): 7,82

Índice de Levantamiento (LI): 3,83



Riesgo:

Riesgo Inaceptable

Valoración: ILC > 3. La tarea debe ser rediseñada pues existe un acusado riesgo de lesiones o dolencias. Conviene estudiar el puesto de trabajo y realizar las modificaciones pertinentes o asignarse a operarios seleccionados para ella.

Recomendaciones:

El índice de levantamiento de la tarea es mayor que 3. La tarea debe ser rediseñada pues existe un acusado riesgo de lesiones o dolencias.

SE PUEDEN MEJORAR LAS CONDICIONES DE LEVANTAMIENTO CON LAS SIGUIENTES RECOMENDACIONES PARA EL REDISEÑO:

- Disminuir la distancia horizontal desde 50 cm. hasta un valor cercano a 25 cm. Acercar la carga al trabajador eliminando obstáculos o disminuyendo el tamaño del objeto levantado. Evitar levantamientos desde el suelo; si son inevitables procurar que puedan asirse fácilmente entre las piernas.
- Variar la altura vertical de la carga para aproximarla a 75 cm. Evitar levantamientos desde el suelo o sobre los hombros.
- Disminuir la distancia de elevación de la carga. Acercar el origen y el destino del levantamiento.
- Disminuir la frecuencia de la tarea y su duración, o proporcionar periodos de recuperación más largos.
- Mejorar las condiciones de agarre de la carga. Emplear contenedores adecuados con asas o sistemas de agarre.

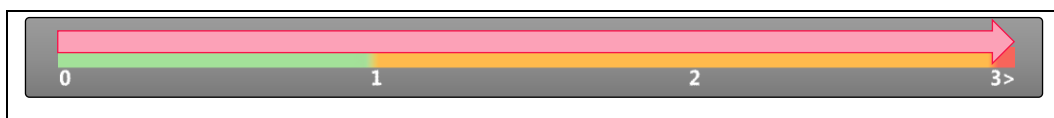
Características de la tarea que pueden provocar infravaloración del riesgo:

- El levantamiento se realiza flexionando la espalda. Es recomendable que el levantamiento de la carga se realice flexionando las rodillas.
- El trabajador sostiene la carga más de unos segundos. Para estos casos podría ser necesario un análisis ergonómico específico.
- El trabajador asciende o desciende con la carga. Para estos casos podría ser necesario un análisis ergonómico específico.
- El trabajador empuja o tira de la carga más de un 10% del tiempo de actividad total. Para estos casos podría ser necesario un análisis ergonómico específico.
- La carga es inestable, o su centro de gravedad variable. El peso límite recomendado resultará sobreestimado.

Resultado global

Índice de Levantamiento Compuesto: 5,43

Tipo de Índice de Levantamiento Compuesto: Riesgo acumulado



Riesgo:

Riesgo Inaceptable

Valoración: ILC > 3. La tarea debe ser rediseñada pues existe un acusado riesgo de lesiones o dolencias. Conviene estudiar el puesto de trabajo y realizar las modificaciones pertinentes o asignarse a operarios seleccionados para ella.

Resumen de resultados por tareas

La siguiente tabla muestra un resumen de los resultados obtenidos por tareas:

Tarea	Carga	LC	RWL-O	RWL-D	RWL	IL
1-Tarea 1	30	23	5,97	-	5,97	5,02
2-Tarea 2	30	23	8,46	-	8,46	3,55
3-Tarea 3	30	23	9,93	-	9,93	3,02
4-Tarea 4	30	23	7,82	-	7,82	3,83

(*) Carga: Peso levantado por el trabajador - LC: Constante de Carga - RWL-O: Peso límite recomendado para la tarea en el Origen del Levantamiento - RWL-D: Peso límite recomendado para la tarea en el Destino del Levantamiento - RWL: Peso límite recomendado para la tarea - IL: Índice de Levantamiento.

Conclusiones