



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

TESIS ORDINARIA

TESIS

**Para Optar el Título Profesional de
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**“Diseño de mecanismo de transporte con capacidad
de 150 kg y conexión bluetooth para traslado de
pacientes con discapacidad motriz en el hospital
Belén - Lambayeque”**

Presentado Por:

Bach. Roy Eduardo Espinoza Pérez

Asesor:

Ing. Robinson Tapia Asenjo

LAMBAYEQUE – PERÚ

2026

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 02 DE JULIO DEL 2026



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

TESIS ORDINARIA

TESIS

**Para Optar el Título Profesional de
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**“Diseño de mecanismo de transporte con capacidad
de 150 kg y conexión bluetooth para traslado de
pacientes con discapacidad motriz en el hospital
Belén - Lambayeque”**

Presentado Por:

Bach. Roy Eduardo Espinoza Pérez

Aprobado por el Jurado Examinador

PRESIDENTE:	Dr. Ing. Fredy Dávila Hurtado
SECRETARIO:	Mg. Ing. Jorge Rolando Tello Rodríguez
VOCAL:	Mg. Ing. Héctor Antonio Oliden Núñez
ASESOR:	Mg. Ing. Robinson Tapia Asenjo

Lambayeque – Perú

2026



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA y ELÉCTRICA



TESIS ORDINARIA

TESIS

TÍTULO

“Diseño de mecanismo de transporte con capacidad de 150 kg y conexión bluetooth para traslado de pacientes con discapacidad motriz en el hospital Belén - Lambayeque”

CONTENIDOS

CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.

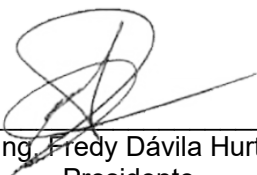
CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO.

CAPITULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

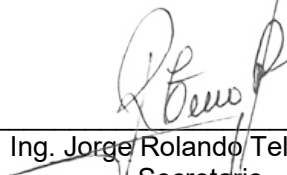
CAPITULO V: ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

AUTOR: Bach. Roy Eduardo Espinoza Pérez



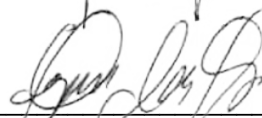
Dr. Ing. Fredy Dávila Hurtado
Presidente



Mg. Ing. Jorge Rolando Tello Rodríguez
Secretario



Mg. Ing. Héctor Antonio Oñden Núñez
Vocal



Mg. Ing. Robinson Tapia Asenjo
Asesor

Lambayeque – Perú

2026



ACTA DE SUSTENTACION N°0170-2026-FIME



En la ciudad de Lambayeque, siendo las 08:00 a.m. del día jueves 02 de julio 2026. Se reunieron los miembros del jurado, designados mediante Resolución N°120-2026-D-FIME-UNPRG, de fecha 30 de junio 2026, con la finalidad de Evaluar y Calificar la sustentación de la Tesis, conformado por los siguientes catedráticos:

- | | |
|--|------------|
| ▪ Dr. Ing. FREDY DAVILA HURTADO | PRESIDENTE |
| ▪ M.Sc. Ing. JORGE ROLANDO TELLO RODRIGUEZ | SECRETARIO |
| ▪ M.Sc. Ing. HÉCTOR ANTONIO OLIDEN NÚÑEZ | MIEMBRO |
| ▪ M.Sc. Ing. ROBINSON TAPIA ASENJO | ASESOR |

Se recibió la Tesis titulada:

"DISEÑO DE MECANISMOS DE TRANSPORTE CON CAPACIDAD DE 150KG Y CONEXIÓN BLUETOOTH PARA TRASLADO DE PACIENTES CON DISCAPACIDAD MOTRIZ EN EL HOSPITAL BELEN, LAMBAYEQUE"

Presentada y sustentada por su autor, Bachiller: **ESPINOZA PEREZ ROY EDUARDO.**

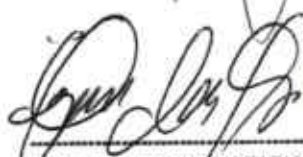
Finalizada la sustentación de la Tesis, el sustentante respondió las preguntas y observaciones de los miembros del jurado examinador, quienes procedieron a deliberar y acordaron otorgar el calificativo de **APROBADO**, Nota (17) en la escala vigesimal, mención BUENO. Quedando el sustentante apto para obtener el Título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, de acuerdo a la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente, de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 9:00 a.m. del mismo día se da por concluido el acto académico, firmando la presente acta el jurado respectivo:


Dr. Ing. FREDY DAVILA HURTADO
PRESIDENTE


M.Sc. Ing. HÉCTOR ANTONIO OLIDEN NÚÑEZ
MIEMBRO


M.Sc. Ing. JORGE ROLANDO TELLO RODRIGUEZ
SECRETARIO


M.Sc. Ing. ROBINSON TAPIA ASENJO
ASESOR


Dr. Ing. AMADO AGUILAR PAZ
Decano



ANEXO 01

CONSTANCIA DE VERIFICACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, **M.Sc. Ing. Robinson Tapia Asenjo**, usuario revisor del documento titulado: “.

“DISEÑO DE MECANISMO DE TRANSPORTE CON CAPACIDAD DE 150 KG Y CONEXIÓN BLUETOOTH PARA TRASLADO DE PACIENTES CON DISCAPACIDAD MOTRIZ EN EL HOSPITAL BELÉN - LAMBAYEQUE”

Cuyo autor es, **Espinoza Pérez Roy Eduardo**, identificado con documento de identidad **N° 48453842** declaro que la evaluación realizada por el Programa informático, ha arrojado un porcentaje de similitud de **12%**, verificable en el Resumen de Reporte automatizado de similitudes que se acompaña.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no constituyen plagio y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos.

Se cumple con adjuntar el Recibo Digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso.

Lambayeque 05 de octubre del 2026


.....
M.SC. ING. ROBNSON TAPIA ASENJO
DNI: 16742683
ASESOR

Se adjunta:

*Resumen del Reporte automático de similitudes

*Recibo Digital

Diseño de mecanismo de transporte con capacidad de 150 kg y conexión bluetooth para traslado de pacientes con discapacidad motriz en el hospital Belén - Lambayeque

INFORME DE ORIGINALIDAD

12%	12%	1%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.usat.edu.pe	6%
	Fuente de Internet	
2	repositorio.urp.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
3	revistas.uis.edu.co	1%
	Fuente de Internet	
4	Submitted to Universidad Autonoma del Peru	<1%
	Trabajo del estudiante	
5	www.dspace.espol.edu.ec	<1%
	Fuente de Internet	
6	alicia.concytec.gob.pe	<1%
	Fuente de Internet	
7	repositorio.upla.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
8	Submitted to Universidad Senor de Sipan	<1%
	Trabajo del estudiante	
9	docslib.org	<1%
	Fuente de Internet	
10	repositorio.uni.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
11	www.slideshare.net	<1%
	Fuente de Internet	
12	dspace.ups.edu.ec	<1%
	Fuente de Internet	
13	Submitted to Facultad de Gestión Empresarial	<1%
	Trabajo del estudiante	
14	repositorio.ulc.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	

repositorioacademico.upc.edu.pe


Ing. Robinson Tapia Asenjo
DNI: 16742683

15	Fuente de Internet	<1 %
16	Submitted to Desarrollo Educativo S.A. Instituto Toulouse Lautrec Trabajo del estudiante	<1 %
17	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.utn.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
19	Submitted to Universidad Mariano Gálvez de Guatemala Trabajo del estudiante	<1 %
20	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Exclude assignment template

Activo

Excluir bibliografía

Activo

Excluir coincidencias

≤ 15 words


Ing. Robinson Tapia Asenjo
DNI: 16742683



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Roy Eduardo Espinoza Perez
Título del ejercicio:	Revision
Título de la entrega:	Diseño de mecanismo de transporte con capacidad de 150 kg ...
Nombre del archivo:	TESIS_ROY_ESPINOZA_22-6-2026.docx
Tamaño del archivo:	18.27M
Total páginas:	149
Total de palabras:	14,477
Total de caracteres:	80,605
Fecha de entrega:	25-jun-2026 10:18p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega:	2989657814



Ing. Robinson Tapia Asenjo
DNI: 16742683

DEDICATORIA

Dedico este logro, fruto de un gran esfuerzo y dedicación, en primer lugar, a Dios, por ser la fuente de mi fortaleza y sabiduría. Él me guio y me dio la luz para perseverar en cada etapa de este camino.

A mi amada madre, mi pilar, mi inspiración y mi mayor apoyo. Gracias por tus incontables sacrificios, por creer en mí y por ser el ejemplo de perseverancia que siempre he admirado.

A toda mi familia, quienes me acompañaron y me alentaron con su amor y su apoyo incondicional. Sus palabras de aliento fueron el impulso que necesitaba para no rendirme.

A mi docente asesor, por su invaluable guía y paciencia. Su sabiduría y sus enseñanzas fueron clave para la culminación de este proyecto.

Roy Eduardo Espinoza Pérez

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a mis padres, por ser mi mayor inspiración y por apoyarme incondicionalmente en cada paso de este camino. A mis amigos, gracias por estar siempre, por las risas, el aliento y la compañía en los momentos difíciles. Y a mis docentes de la UNPRG, mi reconocimiento por compartir su conocimiento con pasión y compromiso; su guía ha sido fundamental en mi formación. Cada uno de ustedes ha dejado una huella imborrable en esta etapa de mi vida, y les dedico con gratitud este logro que también es suyo.

Roy Eduardo Espinoza Pérez

RESUMEN

En la investigación se planteó como objetivo diseñar un mecanismo de transporte con capacidad de 150 kg y conexión bluetooth para traslado de pacientes con discapacidad motriz en el hospital Belén – Lambayeque. El estudio fue aplicado, con enfoque no experimental y cuantitativo. La muestra vino a ser igual que la población, para este caso son los pacientes con discapacidad motriz del hospital Belén en Lambayeque. El estudio realizado en el Hospital Belén de Lambayeque evidenció la necesidad de un mecanismo seguro para el traslado de pacientes con discapacidad motriz, dado que actualmente se efectúa de manera improvisada y riesgosa. A partir de ello, se planteó un diseño con capacidad de 150 kg, controlado mediante tecnología Bluetooth y estructurado en acero A500 con componentes clave como brazo móvil, columna y base de soporte, ruedas hospitalarias y un actuador lineal LINAK LA76. El sistema se integró con control electrónico basado en Nano Arduino, módulo Bluetooth, sensores y batería, garantizando confiabilidad y operatividad remota. Las simulaciones en SolidWorks confirmaron la resistencia del diseño, con esfuerzos y desplazamientos dentro de parámetros aceptables y factores de seguridad superiores a 3. Finalmente, se determinó un costo total de S/.8118.00, confirmando su viabilidad económica y técnica.

Palabras clave: Diseño mecánico, pacientes discapacitados, dispositivos de control remoto.

ABSTRACT

The research objective was to design a transport mechanism with a 150 kg capacity and Bluetooth connection for the transfer of patients with motor disabilities at the Belén Hospital in Lambayeque. The study was applied, with a non-experimental and quantitative approach. The sample was identical to the population; in this case, it was patients with motor disabilities at the Belén Hospital in Lambayeque. The study conducted at the Belén Hospital in Lambayeque demonstrated the need for a safe mechanism for the transfer of patients with motor disabilities, given that this is currently carried out in an improvised and risky manner. Based on this, a design with a 150 kg capacity was proposed, controlled via Bluetooth technology and structured in A500 steel with key components such as a mobile arm, column and support base, hospital-grade wheels, and a LINAK LA76 linear actuator. The system was integrated with electronic control based on Nano Arduino, a Bluetooth module, sensors, and a battery, ensuring reliability and remote operation. SolidWorks simulations confirmed the design's strength, with stresses and displacements within acceptable parameters and safety factors greater than 3. Ultimately, a total cost of S/.8118.00 was determined, confirming its economic and technical feasibility.

Keywords: Mechanical design, disabled patients, remote control devices.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
ÍNDICE	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
INTRODUCCIÓN	15
Capítulo I : PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	16
1.1. Realidad problemática	16
1.2. Formulación del problema.....	17
1.3. Delimitación de la investigación	17
1.4. Justificación e importancia	18
1.4.1. Justificación económica	18
1.4.2. Justificación Científica	18
1.4.3. Justificación Ambiental	18
1.4.4. Justificación Social.....	19
1.5. Limitaciones	19
1.6. Objetivos	19
1.6.1. Objetivo General	19
1.6.2. Objetivos Específicos.....	19
Capítulo II : MARCO TEÓRICO	21
2.1. Antecedentes de estudio.....	21
2.2. Discapacidad motriz.....	24

2.3. Definición conceptual de la terminología empleada	29
Capítulo III : MARCO METODOLÓGICO	32
3.1. Tipo y diseño de investigación	32
3.2. Población y muestra.....	32
3.3. Hipótesis	32
3.4. Variables – Operacionalización.....	33
3.5. Métodos y técnicas de investigación.....	35
3.5.1. Métodos de investigación	35
3.5.2. Técnicas de investigación.....	35
3.6. Descripción de los instrumentos utilizados	36
3.7. Análisis estadístico e interpretación de los datos.....	36
Capítulo IV : PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN.....	37
Capítulo V : ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	39
5.1. Resultados	39
5.1.1. Recopilación de información de los pacientes con discapacidad motriz	39
5.1.2. Selección de los elementos que conforman la estructura del mecanismo de transporte	43
5.1.3. Simulación del diseño propuesto con software CAD/CAE	62
Simulación estática en posición de altura máxima	67
Simulación estática en posición de altura media	71
Simulación estática en posición de mínima altura	75
5.1.4. Presupuesto que conlleva implementar el mecanismo para traslado	83
5.2. Discusión de resultados	86
Capítulo VI : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	89

6.1. Conclusiones	89
6.2. Recomendaciones	91
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
ANEXOS	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cuadro de Operacionalización de variables.....	34
Tabla 2 Peso máximo de pacientes con discapacidad motriz según género	41
Tabla 3 <i>Dimensión de ambientes del área de traumatología y mobiliario empleado en el hospital</i>	42
Tabla 4 <i>Dimensión de ambientes del área de traumatología y mobiliario empleado en el hospital</i>	46
Tabla 5 <i>Presupuesto sobre insumos y materiales para el mecanismo de transporte</i>	83
Tabla 6 <i>Costo de mano de obra para fabricación estructural además de montaje</i>	83
Tabla 7 <i>Costo de materiales e insumos para sistema de control</i>	84
Tabla 8 <i>Costo total por mano de obra para sistema de control</i>	84
Tabla 9 <i>Resumen de costos para obtener el costo global para el mecanismo de transporte</i>	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Grúa empotrada en piso	25
Figura 2 Grúa para piscina	25
Figura 3 Grúa para techo.....	26
Figura 4 Grúa para arnés	26
Figura 5 Grúa para baño	27
Figura 6 Proceso de control.....	27
Figura 7 Control de lazo abierto	28
Figura 8 Control de lazo cerrado	29
Figura 9 Elementos que conforman la estructura del mecanismo de transporte para traslado de pacientes con discapacidad motriz	44
Figura 10 Brazo de soporte para cálculo de fuerzas internas	45
Figura 11 Fuerzas internas calculadas en brazo de soporte con MDSolids 3.5 ..	46
Figura 12 Imagen referencial del actuador seleccionado (Linear Actuator LA76)	47
Figura 13 Esquema para calcular las reacciones en base de soporte	50
Figura 14 Imagen referencial de rueda HOD con capacidad de 100 kg	52
Figura 15 Imagen referencial de módulo Nano Arduino	53
Figura 16 Imagen referencial del módulo Bluetooth seleccionado	54
Figura 17 Esquema de simulación en programa Proteus	56
Figura 18 Esquema de la configuración de la placa a utilizar para controlar el actuador electromecánico	57
Figura 19 Esquema de distribución de los elementos electrónicos en placa.....	58
Figura 20 Esquema de las pistas en placa para el sistema de control	58
Figura 21 Esquema de referencia para la etapa de potencia para el sistema de control	60
Figura 22 Imagen referencial del módulo Bluetooth seleccionado	60
Figura 23 Esquema de las pistas para el puente H	61

Figura 24 Esquema de distribución de los elementos del esquema en programa Eagle 6.2	61
Figura 25 Modelado referencial del brazo móvil para el mecanismo de transporte	63
Figura 26 Modelado referencial de la columna de soporte para el mecanismo de transporte	64
Figura 27 Modelado referencial de la base de soporte para el mecanismo de transporte	65
Figura 28 Modelado referencial del ensamblaje de los componentes para el mecanismo de transporte	66
Figura 29 Esfuerzos calculados de la simulación en el ensamblaje con altura máxima.....	68
Figura 30 Desplazamientos calculados de la simulación en el ensamblaje con altura máxima.....	69
Figura 31 Factores de seguridad calculados de la simulación en el ensamblaje con altura máxima.....	70
Figura 32 Esfuerzos calculados de la simulación en el ensamblaje con altura media	72
Figura 33 Desplazamientos calculados de la simulación en el ensamblaje con altura media	73
Figura 34 Factores de seguridad calculados de la simulación en el ensamblaje con altura media.....	74
Figura 35 Esfuerzos calculados de la simulación en el ensamblaje con altura mínima	76
Figura 36 Desplazamientos calculados de la simulación en el ensamblaje con altura mínima	77
Figura 37 Factores de seguridad calculados de la simulación en el ensamblaje con altura mínima.....	78
Figura 38 Análisis de pandeo a ensamblaje con altura máxima.....	80

Figura 39 Análisis de pandeo a ensamble con altura media.....	81
Figura 40 Análisis de pandeo a ensamble con altura mínima.....	82

INTRODUCCIÓN

La atención médica a personas con discapacidad motriz exige soluciones técnicas que garanticen su movilidad de manera segura, eficiente y digna dentro de los establecimientos de salud. Considerando dicho contexto, el Hospital Belén ubicado en Lambayeque presentó la necesidad de mejorar los medios disponibles para el traslado de pacientes con discapacidad motriz, lo cual motivó el desarrollo del presente estudio orientado al diseño de un mecanismo de transporte con capacidad de carga de hasta 150 kg, debiendo incorporar un sistema de control mediante tecnología Bluetooth.

La investigación inicia con la recopilación de datos importantes sobre los pacientes con discapacidad motriz que se atienden en el hospital mencionado, con el propósito de obtener los parámetros clave como dimensiones corporales promedio, frecuencia de traslados y condiciones del entorno hospitalario, ya que dicha información sirvió de base para poder definir los requerimientos técnicos del mecanismo de traslado propuesto.

Posteriormente, se llevó a cabo la selección de los componentes estructurales que conforman al mecanismo de traslado, priorizando criterios de resistencia mecánica, ergonomía y viabilidad de fabricación. además, se seleccionaron los dispositivos electrónicos adecuados para el mecanismo de transporte con una capacidad de 150 kg y conexión vía Bluetooth, permitiendo una operación remota y segura por parte del personal de salud.

El diseño conceptual y detallado del mecanismo de transporte fue simulado empleando herramientas de modelado y análisis asistido por computadora, específicamente el software SolidWorks, ya que en esta etapa se pudo evaluar los esfuerzos máximos, deformaciones y factores de seguridad obtenidos en cada componente y en el ensamblaje final, asegurando de ese modo la integridad estructural del mecanismo de transporte propuesto bajo condiciones reales de uso.

Finalmente, se efectuó una estimación económica del proyecto, contemplando los costos de materiales, mano de obra, transporte, entre otros, a fin de poder determinar la viabilidad financiera de su implementación en el entorno hospitalario.

CAPÍTULO I : PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Realidad problemática

La movilidad de pacientes con discapacidad motriz en entornos hospitalarios presenta desafíos significativos, especialmente en instituciones que carecen de grúas móviles adecuadas. Esta carencia obliga al personal sanitario a realizar maniobras que requieren esfuerzos físicos considerables, incrementando el riesgo de lesiones tanto para el paciente como para el cuidador. En respuesta a esta problemática, se han desarrollado diversos diseños de dispositivos mecánicos destinados a facilitar el traslado seguro y eficiente de estos pacientes. Por ejemplo, en el Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo, se diseñó una grúa móvil que, según análisis en software especializado, mostró un esfuerzo máximo de 50,356 MPa, inferior al esfuerzo admisible de 90 MPa, y un factor de seguridad de 5,362, superando el mínimo requerido de 3, lo que indica un diseño estructuralmente sólido y funcional (Chang, 2022).

Sin embargo, la implementación de estas soluciones enfrenta obstáculos, principalmente debido a los altos costos asociados y a la falta de recursos en muchas instituciones de salud. Estudios han propuesto diseños de grúas eléctricas para el manejo y traslado de pacientes con movilidad limitada, enfocándose en brindar condiciones ergonómicas y reducir riesgos durante la movilización. Estas grúas funcionan mediante actuadores lineales capaces de elevar y descender al paciente de manera segura, con una capacidad máxima de carga de 184 kg, y están diseñadas para ser operadas fácilmente por el personal médico sin riesgos adicionales (Álvarez & Paredes, 2019). Asimismo, se han desarrollado dispositivos mecánicos que cumplen con normativas de seguridad y diseño establecidas, ofreciendo seguridad y comodidad tanto al paciente como al cuidador responsable de su manipulación y traslado (Morales-Pérez et al., 2021). Estas iniciativas destacan la importancia de invertir en tecnologías asistidas, accesibles y adaptadas a las necesidades específicas de los pacientes y del personal sanitario, con el fin de mejorar la calidad de la atención y reducir riesgos asociados a la movilización manual.

Las personas con discapacidad motriz no pueden movilizarse por sí solas para poder realizar sus tareas de forma correcta, y generalmente deben tener la ayuda de otra persona para poder hacerlo, por ello se debe buscar una solución factible para poder ayudar a mejorar dicho problema de movilidad, tanto para el paciente con discapacidad como para la persona encargada de cuidarla, considerando que no realice mucho esfuerzo y que sea ergonómico, por lo que usar un mecanismo de transporte (grúa móvil) para pacientes con discapacidad motriz sería lo adecuado, el mismo que debe ser manipulado por una sola persona de manera sencilla y simple. Y para lograr dicho propósito, es necesario considerar aspectos como sustentabilidad, esto significa que mejore la calidad de vida y servicio que reciben dichas personas con discapacidad motriz en un determinado hospital. Dicho mecanismo debe tener la capacidad de transportar a pacientes con hemiplejia, cuadriplejia, tetraplejia, paraplejia, distrofia muscular, etcétera, a los distintos ambientes del hospital donde deben ser atendidos, en este caso, el hospital docente Belén, ubicado en la ciudad de Lambayeque, distrito y provincia de Lambayeque. Adicionalmente, contará con un sistema bluetooth para poder ser monitoreado por medio de un smartphone, por ejemplo, poder visualizar la capacidad que está cargando, la cantidad de carga restante, la velocidad a la que se mueve, el tiempo restante de batería en horas, entre otros parámetros, de modo que sea de gran utilidad al momento de ser utilizado.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo se mejora el traslado de pacientes con discapacidad motriz en el hospital Belén de Lambayeque mediante el diseño de un mecanismo de transporte con capacidad de 150 kg y conexión bluetooth?

1.3. Delimitación de la investigación

La investigación se delimita al diseño de un mecanismo de transporte con capacidad de 150 kg y conexión bluetooth para el traslado de pacientes con discapacidad motriz en el hospital Belén ubicado en la ciudad de Lambayeque, departamento de Lambayeque, el cual fue simulado empleando software SolidWorks, de modo que se pueda verificar como se comportaría en

un entorno real al ser utilizada, para verificar que la estructura diseñada es adecuada y correcta, además de realizar una evaluación financiera del diseño propuesto.

1.4. Justificación e importancia

1.4.1. Justificación económica

Desde el punto de vista económico, el desarrollo del presente proyecto resulta justificable al demostrar que es posible diseñar una solución técnica viable y de bajo costo para poder trasladar pacientes con discapacidad motriz en hospitales como es el Hospital Belén de Lambayeque, y esto se logró por medio de la estimación detallada de materiales, componentes electrónicos y procesos de manufactura, lo cual evidenció que el mecanismo de transporte propuesto puede ser económicamente accesible en comparación con equipos comerciales similares. Asimismo, como integra tecnología bluetooth y se optimizó la selección de los materiales estructurales, representa una alternativa eficiente que de ser ejecutada, contribuye a reducir costos operativos que se relacionan con el traslado manual además de mejorar la gestión del tiempo del personal involucrado.

1.4.2. Justificación Científica

La propuesta de diseño se fundamenta científicamente en principios de la mecánica, la ergonomía y el control electrónico, aplicados al diseño de un sistema funcional y seguro para el traslado de pacientes con discapacidad motriz, que mediante simulaciones en SolidWorks se validaron las condiciones estructurales del diseño, permitiendo garantizar su resistencia y estabilidad. Agregado a ello, la integración de tecnología Bluetooth demuestra la aplicabilidad de sistemas de control modernos en entornos clínicos, fortaleciendo así el enfoque multidisciplinario de la investigación.

1.4.3. Justificación Ambiental

El proyecto propuso un mecanismo de transporte reutilizable y de bajo consumo energético, lo que reduce el impacto ambiental frente a soluciones desechables o de alta demanda eléctrica, también al optimizar materiales y evitar desperdicios en el diseño, se promueve una alternativa sostenible en

el entorno hospitalario.

1.4.4. Justificación Social

El desarrollo de este proyecto respondió a la necesidad de mejorar las condiciones al momento de trasladar personas con discapacidad motriz, promoviendo su dignidad, seguridad y comodidad dentro del entorno hospitalario. Al proponer una solución que facilita el trabajo del personal de salud y atiende directamente a una población vulnerable, se fortaleció el compromiso con la inclusión y el bienestar social en el ámbito asistencial.

1.5. Limitaciones

Entre las limitaciones que se presentaron al momento de desarrollar la presente investigación, es que no se tuvo un fácil acceso a la información del hospital, pero haciendo las gestiones pertinentes se logró adquirir dicha información que permitieron realizar adecuadamente el diseño del mecanismo de transporte.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Diseñar un mecanismo de transporte con capacidad de 150 kg y conexión bluetooth para traslado de pacientes con discapacidad motriz en el hospital Belén – Lambayeque.

1.6.2. Objetivos Específicos

- a) Recopilar información sobre los pacientes con discapacidad motriz en el hospital Belén de Lambayeque para obtener los parámetros de diseño del mecanismo de traslado.
- b) Seleccionar los elementos que conforman la estructura del mecanismo para traslado además de los componentes para el sistema de control mediante tecnología Bluetooth.

- c) Simular el mecanismo de traslado propuesto mediante el uso de software CAD/CAE SolidWorks para estimar los esfuerzos máximos y factores de seguridad de cada componente.
- d) Calcular el presupuesto que conlleva implementar el mecanismo para traslado con capacidad de 150 kg y conexión bluetooth.

CAPÍTULO II : MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Contexto Internacional

En la ciudad de Loja ubicada en Ecuador, se tuvo la investigación realizada por Tene & Sozoranga (2022), donde plantearon como objetivo general diseñar y construir un prototipo de vehículo monoplaza con motor eléctrico empleando un programa de diseño CAD/CAE para personas con discapacidad motora en extremidades inferiores que se transportar por medio de silla de ruedas en la ciudad de Loja. Analizaron los trayectos donde se moviliza una persona con dicha discapacidad, además del tipo de transporte empleado y de sus dimensiones, para luego realizar mediciones con la persona, para obtener el distancia máxima y la máxima altura. Para la estructura emplearon soldadura eléctrica revestida, además de hacerle ajustes a las demás partes como motor, eje y chasis para que puedan acoplarse adecuadamente. Dicho proyecto será un atractivo interesante para las personas que lo requieran, brindando una gran ayuda en el ámbito social. Finalmente, concluyó que la estructura y demás elementos estructurales cumplen los requisitos solicitados como un correcto factor de seguridad, fácil manejo y de bajo costo en relación las funciones que ofrece.

En la ciudad de Guayaquil ubicada en Ecuador, se encontró la investigación desarrollada por Ajila & Cruz (2022), planteando como objetivo general diseñar y construir una caminadora pasiva mediante la aplicación de normas, principios mecánicos y manufactura aditiva para la rehabilitación motriz de niños con movilidad reducida. Para poder realizar el diseño contaron con la colaboración de un niño de 12 años con discapacidad, proponiendo un modelo seguro, ergonómico y ajustable para que logre acompañar al paciente durante toda su vida, es decir, desde su adolescencia hasta la adultez. Emplearon un método analítico, con un análisis por elementos finitos para estimar los esfuerzos, deformaciones y factores de seguridad de los elementos. El material empleado fue el acero con sección circular y cuadrada, empleando además accesorios obtenidos con impresión 3D para poder efectuar las

conexiones en el interior de la caminadora. De los resultados, logró obtener un mecanismo tipo plegable y desarmable, con una capacidad de 100 kg. Finalmente, el costo de la caminadora fue de \$ 260, logrando ser económico para competir en el mercado local.

En la ciudad de Nariño ubicada en Colombia, se tuvo el artículo de investigación elaborado por Villareal et al. (2021), planteando el objetivo de desarrollar un triciclo para personas con capacidad diferencial en sus miembros inferiores. Para poder lograr desarrollar el objetivo planteando emplearon componentes encontrados en el ámbito local y con tecnología asequible para poder ser empleado masivamente. Para el análisis emplearon la metodología de diseño mecánico propuesta por Shigley. El motor tuvo una potencia de 1 kW, con un tiempo de carga de 6 a 8 horas, una capacidad de carga máxima de 120 kg y con un kit de batería de litio de 48 V 6 Ah. De los resultados, lograron demostrar que el triciclo contaba con un equilibrio correcto, excelente funcionalidad y un costo relativamente bajo en consideración con otros productos.

Contexto Nacional

En la ciudad de Trujillo ubicada en el departamento de La Libertad, se encontró la investigación efectuada por Arias (2020), planteando como objetivo general diseñar un dispositivo de traslado y elevación el cual ayude a las personas con discapacidad motriz que cumpla las siguientes características: ensamblaje fácil, mantenimiento sencillo, estabilidad correcta, con un peso bajo y un costo asequible. Para poder realizar el objetivo planteado, identificó las necesidades de los pacientes, por medio de encuestas realizadas a una muestra de 10 personas con discapacidad motriz o a las personas encargadas de su cuidado. Propusieron 6 conceptos como alternativas mediante una matriz ponderada para poder elegir la mejor opción. Seguidamente, para el diseño aplicó una configuración que le permitió estimar la opción óptima, para elegir la base y que se adapte a cualquier lugar, logrando ampliar el rango de acción donde se pueda emplear dicho dispositivo. Para la simulación empleó el programa SolidWorks, validando

mediante un análisis estático las distintas condiciones mecánicas, para decidir si el material y medidas seleccionadas son adecuadas. Finalmente, del análisis de costos logró demostrar que era más económico que otros dispositivos ofertados en el mercado local y nacional.

En la ciudad de Lima se encontró la investigación desarrollada por Flores & Rodríguez (2019), planteando como objetivo general diseñar e implementar una grúa de bipedestación controlada por lógica difusa para la movilización de pacientes con grados de dependencia 3 y 4 en el Hospital de Emergencias Gau EsSalud. Dicho dispositivo permitió prevenir la aparición de úlceras debido a la presión y escaras originadas por estar con la misma postura por un largo tiempo, efectuar el aseo básico del paciente, la limpieza del espacio de reposo, el traslado del paciente entre áreas del hospital y la prevención de riesgos cuando son trasladados, caídas y posturas inadecuadas que pueden complicar aún más la salud del paciente. Además, de prevenir los factores de riesgos ergonómicos, sobreesfuerzos y movimientos repetitivos a los cuales se expone el personal asistencial al movilizar a los pacientes de manera manual. Obteniendo como resultados en las pruebas de operatividad, la factibilidad del diseño mecánico al fabricar una grúa a escala de acero galvanizado sometida a diversas pruebas de carga, la factibilidad del diseño eléctrico-electrónico al alimentar todo el sistema con una sola fuente de alimentación de 12V DC y protegerlo mediante un pulsador de emergencia; la factibilidad del diseño informático al controlar el sistema mediante reglas difusas obteniendo los valores difusos adecuados para controlar el recorrido de un actuador lineal comprobando así la funcionalidad del prototipo de grúa de bipedestación capaz de operar en espacios reducidos, como lo es un baño, para la satisfacción de las necesidades básicas de los pacientes durante su estancia hospitalaria.

Contexto Local

En la ciudad de Chiclayo, en el departamento de Lambayeque se encontró la investigación desarrollada por Chang (2022), planteando como objetivo general diseñar una grúa móvil para mejorar el traslado de pacientes con

discapacidad motriz del área de traumatología del Hospital Almanzor Aguinaga Asenjo. Inicialmente se recopiló información que luego fue analizada para poder identificar las propiedades más resaltantes ha considerar para el adecuado diseño de la grúa. Luego, se realizaron los cálculos y selección de los elementos estructurales y de control. Para el análisis utilizó el software SolidWorks, que permitió verificar el cumplimiento de los requerimientos de la propuesta. Los resultados obtenidos del software fue un máximo esfuerzo de 50.356 MPa, estando por debajo del esfuerzo permisible de 90 MPa. El factor de seguridad calculado fue de 5.362; el cual fue superior al empleado en los cálculos, por encima de 3. El costo total estimado fue de S/. 4 530.50. Finalmente, concluyó que el diseño es funcional y adecuado para el propósito que fue diseñado.

2.2. Discapacidad motriz

Se define a la discapacidad motriz o motora como la pérdida de movilidad y que se engloba como una discapacidad física, además de que abarca también las orgánicas como pérdida de funcionamiento de los órganos internos (Arranz, 2023).

Mecanismo de transporte

Es un aparato electromecánico que permite transportar personas con distintas discapacidades motrices para que se logre mejorar la calidad de vida. Cuenta con distintos elementos y dispositivos necesarios para brindar la seguridad, confort y estabilidad adecuada para su fácil manejo (Chang, 2022).

Tipos de grúas para personas discapacitadas

Se clasifica a las grúas dependiendo a la función que debe desempeñar y se tienen los siguientes tipos:

Grúa fija

Son aquellas que se mantienen en un solo lugar, es decir, rotan con respecto a un eje fijo y no se pueden movilizar sobre el suelo. Se tienen a las grúas

empotradas en piso, grúa para piscina y grúa para techo (Avilez & Fajardo, 2019).

Figura 1

Grúa empotrada en piso



Fuente: (Sunrise Medical, 2020).

Figura 2

Grúa para piscina



Fuente: (Crisnebar, 2024).

Figura 3

Grúa para techo



Fuente: (STS Medical, 2024).

Grúa móvil

Es un tipo de dispositivo que posee ruedas para poder desplazarse en cualquier dirección en los distintos ambientes de un hospital o recinto en particular (Camargo et al., 2005).

Figura 4

Grúa para arnés



Fuente: (Ortopedia Mimas, 2021).

Figura 5

Grúa para baño



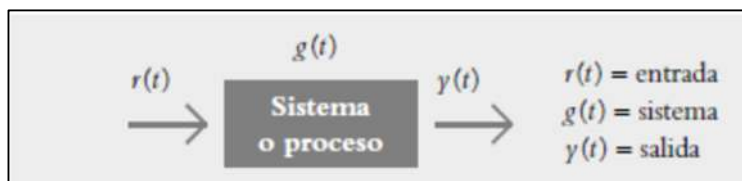
Fuente: (Equipamiento Tapia, 2024).

Sistema de control

Es una interconexión de diferentes elementos para formar una determinada configuración de sistema. Un sistema o componente del sistema susceptible de ser controlado, al cual se le aplica una señal $r(t)$ de entrada para obtener una respuesta o salida $y(t)$, puede representarse mediante bloques. Se pueden clasificar en dos tipos: lazo abierto o no automático y de lazo cerrado o automático. Para controlar la salida se debe tomar en cuenta qué señal es la que está ingresando al sistema por eso se da una salida proporcional a la entrada deseada (Hernández, 2010).

Figura 6

Proceso de control



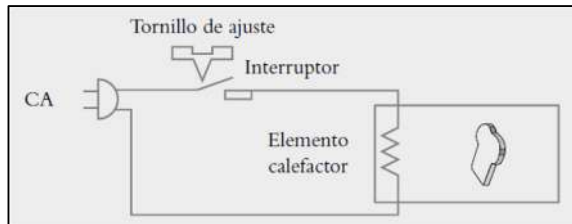
Fuente: (Hernández, 2010).

Sistema de control de lazo abierto

Este tipo de sistema, la acción del control es independiente de la salida. Prácticamente se hace uso de un actuador o regulador con el propósito de producir una respuesta específica. Por lo general los sistemas de lazo abierto tienen como control el ajuste de tiempo de activación del sistema; un ejemplo claro se puede observar en la figura 7 en una tostadora donde se ajusta el tiempo que se quiere que el pan se tueste (Hernández, 2010).

Figura 7

Control de lazo abierto



Fuente: (Hernández, 2010).

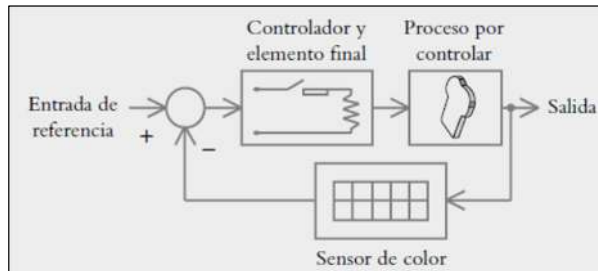
Sistema de control de lazo cerrado

Este sistema se caracteriza porque la acción de control es dependiente de la salida. Este utiliza un sensor para detectar la respuesta en tiempo real para compararla y luego crear una referencia a manera de entrada. También por eso se les denomina sistemas retroalimentados. Ya que retroalimentar es lo mismo que decir comparar; es decir, se comparan la salida real respecto al término retroalimentar significa comparar; en este caso, la salida real se compara con respecto proceso que se desea, de tal manera que, si el sistema lo requiere, se puede aplicar una acción de corrección encima del proceso por controlar (Hernández, 2010).

El controlador PID es la solución más común a los problemas prácticos de control. En la figura 80 se observa un tostador automático, ya que tiene un sensor para determinar cuándo el pan está listo, independientemente del tiempo que transcurra (Hernández, 2010).

Figura 8

Control de lazo cerrado



Fuente: (Hernández, 2010).

2.3. Definición conceptual de la terminología empleada

Bluetooth

Es una tecnología inalámbrica de corto alcance que permite la conexión entre dispositivos electrónicos sin necesidad de cables. En este proyecto, se empleó para facilitar el control remoto del mecanismo de traslado, mejorando su operatividad y seguridad.

CAE (Computer-Aided Engineering)

Se refiere al uso de herramientas computacionales que permiten analizar el comportamiento de estructuras y mecanismos antes de su construcción, mediante simulaciones que predicen esfuerzos, deformaciones y otros factores físicos.

Capacidad de carga

Este concepto define el peso máximo que una estructura o sistema puede soportar sin fallar. En el diseño de mecanismos de traslado, es crucial para garantizar que el dispositivo funcione de forma segura al transportar pacientes.

Costo estimado

Hace referencia al cálculo preliminar de los recursos económicos necesarios para llevar a cabo un proyecto. Incluye el valor de materiales, componentes, herramientas y procesos involucrados en la fabricación del mecanismo.

Discapacidad motriz

Es una condición física que limita el movimiento voluntario de una persona, impidiéndole desplazarse por sí misma. Generalmente requiere asistencia humana o técnica para realizar actividades de movilidad.

Ergonomía

Campo del conocimiento que se enfoca en adaptar productos y entornos a las características físicas y cognitivas del ser humano. En esta investigación, se aplicó para asegurar que el mecanismo sea cómodo y seguro tanto para el paciente como para el operador.

Factores de seguridad

Son coeficientes incluidos en el diseño de estructuras para garantizar que estas resistan cargas superiores a las esperadas, reduciendo el riesgo de fallos ante imprevistos o condiciones extremas.

Mecanismo de traslado

Dispositivo diseñado para facilitar el movimiento de personas u objetos de un lugar a otro. En el caso del estudio, se desarrolló para transportar pacientes con movilidad reducida dentro de un entorno hospitalario.

Modelado 3D

Técnica digital que permite representar gráficamente objetos en tres dimensiones. Su uso en ingeniería facilita el diseño y la visualización detallada de piezas antes de su fabricación.

Movilidad asistida

Se refiere al conjunto de tecnologías o dispositivos diseñados para ayudar a personas con limitaciones físicas a desplazarse con mayor independencia, promoviendo su inclusión y bienestar.

Resistencia de materiales

Es una rama de la ingeniería que estudia cómo reaccionan los materiales frente a cargas externas. Permite determinar si una pieza puede soportar fuerzas aplicadas sin romperse ni deformarse de forma permanente.

Simulación estructural

Es la representación digital de las condiciones físicas a las que será sometido un diseño. Permite anticipar su comportamiento bajo carga y validar su seguridad antes de fabricar el prototipo.

Sistema de control

Conjunto de elementos electrónicos y lógicos que regulan o dirigen el funcionamiento de un mecanismo. En este proyecto, se utilizó un sistema basado en Bluetooth para controlar los movimientos de forma remota.

SolidWorks

Software especializado en diseño mecánico y análisis estructural que permite crear modelos 3D de piezas y ensamblajes. Se empleó para desarrollar y simular el mecanismo propuesto en la investigación.

Viabilidad técnica

Es el análisis que determina si un proyecto puede llevarse a cabo con los conocimientos, herramientas y recursos disponibles, garantizando su funcionalidad y eficacia dentro de ciertos límites operativos.

CAPÍTULO III : MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación fue aplicada, ya que se aplicó conceptos, teorías y fórmulas de la mecánica para poder realizar el diseño del mecanismo de transporte para mejorar el proceso de traslado de pacientes con discapacidad motriz, considerando una capacidad de 150 kg y que tenga tecnología bluetooth.

Se utilizó un diseño de investigación no experimental, ya que la información recopilada en el hospital Belén de Lambayeque, se utilizó tal cual fue obtenida en el momento de ser recolectada, de manera que no se manipuló la información ni fue adulterada o modificada.

El enfoque empleado fue cuantitativo, porque se fueron cuantificando los indicadores con sus dimensiones para las variables de estudio, de manera que se pudo responder a los objetivos planteados en la investigación.

Además, fue un estudio con un alcance transversal, ya que se desarrolló en un determinado periodo de tiempo, donde los resultados pueden diferir de una investigación a otra, dependiendo del momento en que se realiza la investigación, es decir, que, si se llega a realizar una investigación similar en otro hospital o el mismo, pero en diferente época de tiempo, los resultados pueden tener diferencias significativas.

3.2. Población y muestra

La población viene a ser los pacientes con discapacidad motriz del hospital Belén en Lambayeque.

La muestra viene a ser igual que la población, es decir, los pacientes con discapacidad motriz del hospital Belén en Lambayeque.

3.3. Hipótesis

Se mejora significativamente el traslado de pacientes con discapacidad motriz

mediante el diseño de un mecanismo de transporte con capacidad de 150 kg y conexión bluetooth en el hospital Belén de Lambayeque.

3.4. Variables – Operacionalización

Variable independiente: Diseño de mecanismo con capacidad de 150 kg y conexión bluetooth

Es un aparato electromecánico que permite transportar personas con distintas discapacidades motrices para que se logre mejorar la calidad de vida. Cuenta con distintos elementos y dispositivos necesarios para brindar la seguridad, confort y estabilidad adecuada para su fácil manejo (Chang, 2022). Tendrá una capacidad máxima de 150 kg y contará con conexión bluetooth para poder ser monitoreada y controlada.

Variable dependiente: Traslado de pacientes con discapacidad motriz

Es la acción de llevar a una persona de un lugar a otro, pero considerando las condiciones limitantes debido a la condición física de una persona. Se puede medir considerando la velocidad y tiempo que lleva trasladar una persona en una distancia específica (Chang, 2022).

Tabla 1

Cuadro de Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Independiente Diseño de mecanismo con capacidad de 150 kg y conexión bluetooth	Es un aparato electromecánico que permite transportar personas con distintas discapacidades motrices para que se logre mejorar la calidad de vida. Cuenta con distintos elementos y dispositivos necesarios para brindar la seguridad, confort y estabilidad adecuada para su fácil manejo (Chang, 2022). Tendrá una capacidad máxima de 150 kg y contará con conexión bluetooth para poder ser monitoreada y controlada.	Se pudo calcular los elementos estructurales a partir de las características requeridas como carga máxima, altura máxima, velocidad, entre otros parámetros.	Parámetros de diseño	- Arquitectura del recinto - Velocidad - Radio de giro - Fuerzas - Ancho y altura de puertas	Razón
			Presupuesto	- Costo de materiales - Costo de equipos - Costo de mano de obra - Costo por sistema electrónico	
Dependiente Traslado de pacientes con discapacidad motriz	Es la acción de llevar a una persona de un lugar a otro, pero considerando las condiciones limitantes debido a la condición física de una persona. Se puede medir considerando la velocidad y tiempo que lleva trasladar una persona en una distancia específica (Chang, 2022).	Se mide tomando en cuenta el peso, la velocidad y el tiempo que lleve transportar a una persona discapacitada una determinada distancia.	Propiedades para el traslado	- Velocidad - Distancia a recorrer - Altura - Tiempo	Razón

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Métodos y técnicas de investigación

3.5.1. Métodos de investigación

El método empleado en la investigación fue de tipo aplicado, con enfoque cuantitativo y diseño no experimental, ya que se propuso una solución técnica sin la necesidad de manipular variables en un entorno real. Se inició con la recopilación de información relevante sobre las características físicas y necesidades de los pacientes con discapacidad motriz del Hospital Belén de Lambayeque, con el fin de establecer los parámetros de diseño. Luego, se realizó la selección teórica de materiales estructurales y componentes electrónicos, incluyendo un sistema de control basado en tecnología Bluetooth. Posteriormente, se elaboró el modelo tridimensional del mecanismo en el software SolidWorks, donde se efectuaron simulaciones estructurales para estimar esfuerzos, deformaciones y factores de seguridad. Finalmente, se calculó un presupuesto referencial que permitió analizar la viabilidad económica del proyecto propuesto.

3.5.2. Técnicas de investigación

Entrevista

Esta técnica sirvió para obtener información y determinar lo que se necesita en el Hospital Belén para cubrir la necesidad en los pacientes con discapacidad motriz para su traslado y movilización, considerando la comodidad, confort y ergonomía para ellos, en el diseño de un mecanismo de transporte (grúa móvil).

Observación Directa

También se obtuvo información respecto a las dimensiones de los lugares por donde debe circular la grúa móvil para poder determinar la geometría y dimensiones adecuadas para su correcto funcionamiento.

Análisis de Contenido

Sirvió para obtener información de las diferentes bibliografías existentes

sobre mecanismos de transporte para personas con discapacidad motriz. Además de información referente sobre el personal encargado de operar la maquinaria, para poder diseñar la grúa móvil para una fácil operación y traslado.

3.6. Descripción de los instrumentos utilizados

Cuestionario

Se realizó una serie de preguntas a los pacientes con discapacidad motriz del área de traumatología del hospital Belén de Lambayeque, con el fin de poder obtener información valiosa para la realización del diseño del mecanismo de transporte (grúa móvil), de manera que sea cómodo, confortable, económico, ergonómico y de fácil manejo.

3.7. Análisis estadístico e interpretación de los datos

Para el análisis estadístico y la interpretación de los resultados, en primer lugar, se efectuó el cálculo justificativo para poder seleccionar los elementos adecuados para el mecanismo de transporte, donde se utilizó una calculadora Casio fx-570 LA PLUS además de Microsoft Excel para cálculos un poco más complejos o para realizar tablas y gráficas. Para la simulación se empleó el software SolidWorks, que permitió obtener los esfuerzos máximos, deformaciones máximas y factores de seguridad mínimos para validar el correcto diseño del mecanismo de transporte, considerando ciertos principios y teorías de la mecánica para responder a los objetivos de la investigación.

CAPÍTULO IV : PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación tuvo como propósito el diseño de un mecanismo de transporte orientado al traslado de pacientes con discapacidad motriz dentro del Hospital Belén de Lambayeque. Esta iniciativa surgió ante la necesidad de brindar una solución técnica que facilite el movimiento seguro y eficiente de personas con movilidad reducida, considerando las limitaciones físicas de los usuarios y las exigencias operativas del personal de salud.

La propuesta consistió en el desarrollo de un sistema estructural con capacidad de carga de hasta 150 kilogramos, el cual incorporaría un sistema de control inalámbrico mediante tecnología Bluetooth. Para ello, en primer lugar, se llevó a cabo un análisis del contexto hospitalario, recopilando datos relacionados con las dimensiones corporales de los pacientes, frecuencia de traslados, condiciones del entorno y prácticas actuales de movilización. Esta etapa permitió definir los criterios técnicos que guiarían el diseño del mecanismo.

A partir de esa información, se realizó una selección teórica de materiales y componentes estructurales que cumplieran con requisitos de resistencia, bajo peso y facilidad de manufactura. De igual manera, se identificaron los elementos electrónicos necesarios para implementar un sistema de control remoto, con el objetivo de reducir el esfuerzo físico del personal durante el traslado y mejorar la precisión en las maniobras.

El diseño propuesto fue desarrollado en el entorno CAD del software SolidWorks, donde se elaboraron modelos tridimensionales de cada componente y se ensambló virtualmente el sistema completo. A través de herramientas CAE del mismo programa, se realizaron simulaciones que permitieron analizar el comportamiento del mecanismo bajo diferentes condiciones de carga, estimando los esfuerzos máximos, las deformaciones posibles y los factores de seguridad correspondientes.

Finalmente, se elaboró una estimación presupuestaria que consideró los costos de materiales, componentes electrónicos y procesos de fabricación, con la finalidad de evaluar la viabilidad económica de llevar a cabo la propuesta. Si bien el proyecto no contempló la construcción física del mecanismo, permitió demostrar que es

posible plantear una solución viable, segura y de bajo costo, destinada a mejorar la atención de personas con discapacidad motriz en un entorno hospitalario. Esta investigación, por tanto, constituye una base sólida para futuros desarrollos técnicos e implementaciones reales en centros de salud con necesidades similares.

CAPÍTULO V : ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. Resultados

5.1.1. Recopilación de información de los pacientes con discapacidad motriz

Para responder a este objetivo, se aplicó un instrumento de recolección de datos llamado cuestionario, el cual se adjuntó en el Anexo 1, y que se obtuvieron las siguientes respuestas además de información importante respecto a los pacientes con discapacidad motriz que son atendidos en el hospital Belén de Lambayeque.

Cuidado del área de enfermería

1. Al momento de iniciar con el traslado de los pacientes con discapacidad motriz ¿Utiliza una postura adecuada para no dañar su cuerpo debido al peso?

En consideración con la técnica de la entrevista, los profesionales del área de enfermería indicaron todos los traslados se efectúan de forma aleatoria, es decir, en el momento que es necesario y son improvisados, por lo que, debido a ello las posturas adoptadas por dicho personal por lo general con inapropiadas e incómodas para su cuerpo, lo cual aumenta la dificultad si se trata de un paciente con una masa superior a los 80 kg.

2. Cuando se presenta un tipo de traslado con un riesgo alto ¿Suele solicitar apoyo de sus colegas u otras personas cercanas al paciente?

De acuerdo con los profesionales de enfermería, es necesaria la ayuda para poder trasladar a los pacientes con discapacidad motriz, pero que generalmente los más comprometidos son la enfermera, el terapeuta además de uno o más familiares que se encuentren disponibles al momento del traslado, pudiendo emplearse de 3 a 5 personas.

3. ¿Utiliza algún medio o mecanismo de transporte para el traslado del paciente con el fin de poder contrarrestar el sobreesfuerzo que se puede generar?

Según la entrevista efectuada, el hospital Belén no cuenta con ningún tipo de mecanismo o medio para el traslado de pacientes con discapacidad motriz, aunque para poder realizar un traslado adecuado se sigue un protocolo pero que es algo complicado de realizar, porque generalmente se cuenta con poco personal a cargo y a veces solo existe un familiar sin la fuerza necesaria para poder ayudar ya que los traslados son imprevistos. Por tanto, para poder trasladar a un paciente con discapacidad motriz en el hospital de estudio, es necesario contar con un profesional de enfermería y los mismos familiares del paciente.

4. ¿Cuál es la frecuencia con que efectúa el traslado de pacientes con discapacidad motriz?

De acuerdo con los profesionales de enfermería, las veces pueden variar de un día a otro, dependiendo de la necesidad del paciente.

5. ¿Puede brindar algún aporte para poder mejorar o corregir el proceso de traslado de pacientes con discapacidad motriz?

Si, una de las alternativas más seguras y eficientes puede ser emplear una grúa móvil o mecanismo de transporte, ya que todo el peso del paciente se lleva en la estructura y solo queda guiarlo para los diferentes ambientes donde es necesario que se encuentre dependiendo de los análisis, procedimientos u otros factores que sean necesarios para su correcta atención y mejoría.

6. ¿Con que frecuencia se presentan pacientes con discapacidad motriz en el hospital?

Generalmente llegan personas con un rango de edad entre 70 a 80 años, donde la lesión que más se presenta en dichos ancianos es la fractura de cadera, también llegan pacientes que debido a un accidente pueden manifestar hemiplejía, cuadriplejía, monoplejía, aunque tetraplejía son pocos, pudiendo llegar al hospital alrededor de 1 a 2 pacientes por mes. Cabe indicar, que los días que permanece en el hospital un paciente con discapacidad motriz depende de la complejidad y disponibilidad, estando en

un rango de entre 7 a 20 días, y que, si es necesario de una operación posterior para su mejoría, dichos días pueden incrementarse.

7. ¿Podría brindarme información sobre el peso de los pacientes con discapacidad motriz que se atendieron en el hospital durante los últimos 5 meses?

Dicho dato puede variar, dependiendo de la contextura del paciente, pero que si existen casos donde el paciente puede superar el peso de más de 100 kg, lo que dificulta trasladarlo con seguridad.

Peso del paciente

Los profesionales de enfermería brindaron información sobre el peso máximo que se presentó en los pacientes con discapacidad motriz durante los meses de enero a mayo del 2025, que se detalla en la Tabla 2.

De acuerdo con la Tabla 2, que resume el peso máximo de los pacientes con discapacidad motriz de acuerdo al género, pero durante los meses de enero a mayo del 2025, se obtuvo que el peso máximo se dio en el mes de abril para el género masculino con 99 kg, en tanto, para el género femenino fue en enero con un valor de 85 kg, siendo menor al peso que se plantea pueda manejar el mecanismo de transporte propuesto.

Tabla 2

Peso máximo de pacientes con discapacidad motriz según género

Género	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Masculino	92	83	90	99	94
Femenino	85	73	82	84	77

Fuente: Elaboración propia.

Dimensiones de los ambientes por donde se desplaza el mecanismo de transporte

Como parte fundamental para el desarrollo del estudio y del diseño propuesto, es necesario contar con información importante respecto a las dimensiones de los ambientes por donde se desplaza el mecanismo de transporte, y que dicha información se obtuvo al ir al hospital a realizar

mediciones ya que no se contaban con los planos en formato DWG para abrirse en AutoCAD. Dicha información se obtuvo al aplicar el instrumento de recolección de datos denominado registro de datos y que se adjuntó en el Anexo 1.

En la Tabla 3 se aprecian las dimensiones de los ambientes del área de traumatología donde son hospitalizados los pacientes con discapacidad motriz y por donde puede pasar el mecanismo de transporte propuesto. Por tanto, la altura máxima que debe alcanzar dicho mecanismo de transporte debe ser inferior a 2.10 m debido a la altura de las puertas, con una altura mínima superior a 0.35 m, el ancho máximo debe ser inferior a 0.70 m debido al ancho de las puertas de los servicios higiénicos para que pueda pasar, pero el largo si depende del diseño, aunque por lo general no pasa de los 2 m.

Tabla 3

Dimensión de ambientes del área de traumatología y mobiliario empleado en el hospital

Ambiente	Dimensiones
Pasillos	Anchura: 2.20 m Altura: 2.40 m
Cuartos	Anchura: 3.10 m Altura: 2.40 m Largo: 3.20 m
Camilla	Anchura: 0.80 m Altura: 0.85 m
Cama (variable)	Altura mínima: 0.35 m Altura máxima: 0.60 m Anchura: 0.95 m
Puertas	Anchura: 1.15 m (cuartos); 0.70 m (SS.HH.) Altura: 2.10 m

Fuente: Elaboración propia.

Se logra concluir, que es necesario e importante evaluar el diseño de un mecanismo de transporte para el traslado de pacientes con discapacidad motriz para el hospital Belén de Lambayeque, porque con ello se logra beneficiar a los profesionales de enfermería, encargados de velar por la seguridad y salud de los pacientes mencionados.

5.1.2. Selección de los elementos que conforman la estructura del mecanismo de transporte

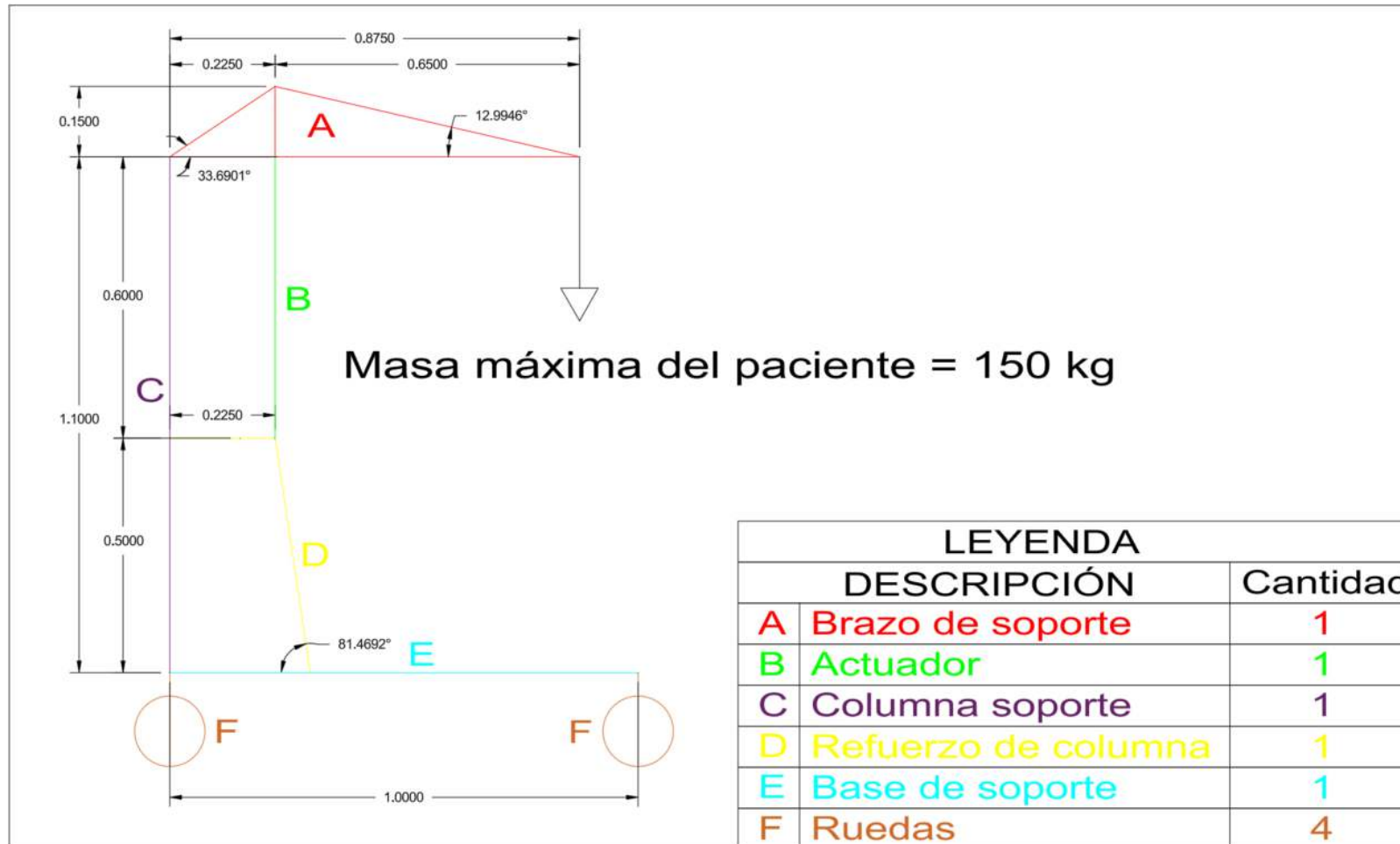
De acuerdo con la Figura 9 se puede observar los elementos que conforman la estructura del mecanismo de transporte para el traslado de pacientes con discapacidad motriz, el cual cuenta con un brazo de soporte, un actuador, una columna de soporte, 2 refuerzos para la columna de soporte, una base de soporte y cuatro ruedas para la estabilidad además de su movilización.

Cabe precisar que el material para el diseño y simulación del mecanismo de transporte es el acero A500, con un esfuerzo de fluencia de 250 MPa, pero que al aplicar un factor de seguridad de 5, se obtuvo un esfuerzo de diseño admisible de 50 MPa, y las secciones de cada elemento son calculadas de acuerdo a los cálculos efectuados considerando una masa máxima del paciente que actúa en el extremo libre del brazo de soporte que posee forma de una estructura en forma de triángulo con un refuerzo en el interior para darle una mejor estabilidad.

En la Figura 9 también se aprecian las dimensiones de cada componente, además de los ángulos, los mismos que sirven para los cálculos respectivos, datos que son relevantes para empezar el diseño del mecanismo de transporte.

Figura 9

Elementos que conforman la estructura del mecanismo de transporte para traslado de pacientes con discapacidad motriz

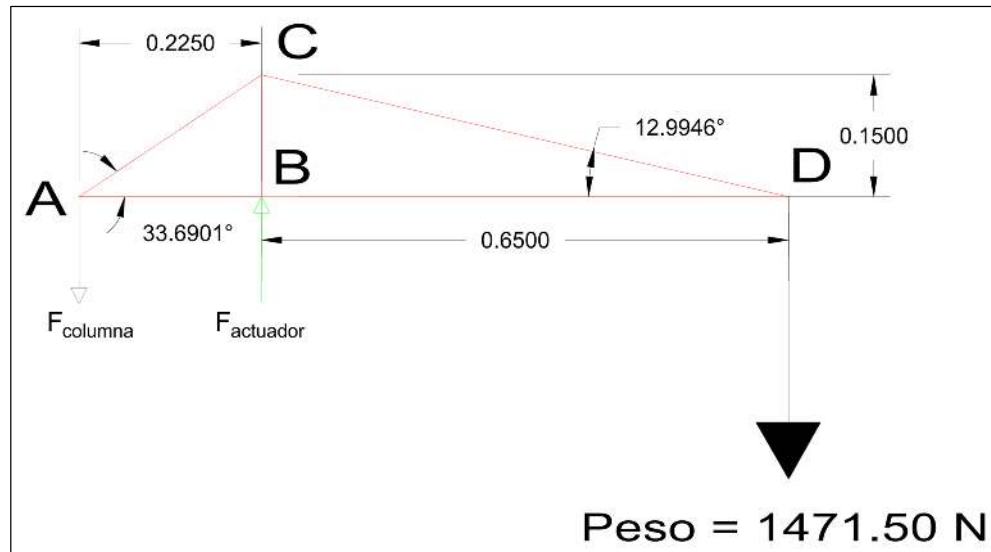


Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 10 se puede apreciar el brazo de soporte para el cálculo de fuerzas internas y las fuerzas de apoyo que vienen a ser los elementos que forman parte de la columna de soporte y actuador, realizando los cálculos respectivos, se obtuvo:

Figura 10

Brazo de soporte para cálculo de fuerzas internas



Fuente: Elaboración propia.

Resolviendo aplicando las fórmulas de equilibrio de la estática:

$$\Sigma M_C = 0$$

$$(F_{actuador})(0.225 \text{ m}) - (1471.50 \text{ N})(0.875 \text{ m}) = 0$$

$$F_{actuador} = \frac{(1471.50 \text{ N})(0.875 \text{ m})}{0.225 \text{ m}}$$

$$F_{actuador} = 5722.50 \text{ N}$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$F_{actuador} - F_{columna} - 1471.50 \text{ N} = 0$$

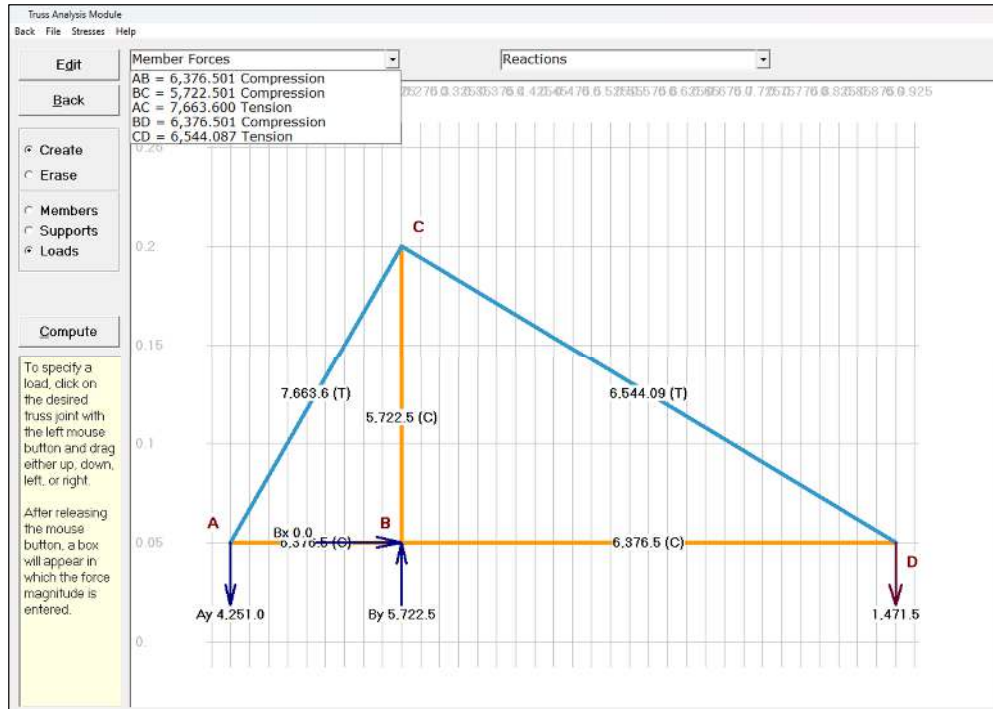
$$F_{columna} = 5722.50 \text{ N} - 1471.50 \text{ N}$$

$$F_{columna} = 4251.00 \text{ N}$$

Luego, se utilizó el software MDSolids 3.5 para calcular las fuerzas internas en el brazo de soporte para la cercha, obteniendo la Figura 11.

Figura 11

Fuerzas internas calculadas en brazo de soporte con MDSolids 3.5



Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, las fuerzas internas en cada elemento estructural del brazo de soporte se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4

Dimensión de ambientes del área de traumatología y mobiliario empleado en el hospital

Elemento estructural	Fuerza (N)	Estado
AB	6376.501	Compresión
BC	5722.501	Compresión
AC	7663.600	Tensión
BD	6376.501	Compresión
CD	6544.087	Tensión

Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, los elementos AB, BC y BD se encuentran trabajando a compresión y los elementos AC y CD están trabajando a tensión.

Selección del actuador

La fuerza que debe soportar el actuador tanto en compresión como tensión debe ser de 5722.50 N o superior a dicho valor, que, al buscar en el mercado, se encontró al actuador lineal LINAK LA76 que puede soportar una carga máxima de 6800 N y sus datos técnicos se pueden visualizar en el Anexo 2.

Figura 12

Imagen referencial del actuador seleccionado (Linear Actuator LA76)



Fuente: Obtenida de la ficha técnica del actuador lineal LINAK LA76 (Anexo 2).

Selección de tubo cuadrado en acero ASTM A36/A500

Brazo de soporte para cercha

Para este apartado, se considera la mayor fuerza interna generada en el elemento estructural del brazo de soporte, que es de 7663.60 N en tensión y considerando un factor de seguridad de 10 por tratarse de vidas humanas que son transportadas, con un límite elástico de 270 MPa, se obtuvo:

$$\tau_{adm} = \sigma_{adm} = \frac{270 \text{ MPa}}{10}$$

$$\tau_{adm} = \sigma_{adm} = 27 \text{ MPa}$$

El elemento estructural debe tener un área de:

$$A_{elem.estruct.bs} = \frac{F_{m\acute{a}xima \text{ bs}}}{\sigma_{adm}}$$

$$A_{elem.estruct.bs} = \frac{7663.60 \text{ N}}{27 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}$$

$$A_{elem.estruct.bs} = 0.00028384 \text{ m}^2$$

$$A_{elem.estruct.bs} = 283.84 \text{ mm}^2$$

Siendo necesaria un área mínima de 283.84 mm², donde el tubo cuadrado de 40mmx40mmx2.5mm cumple con dicho requerimiento, con un área aproximada de 375 mm² (Anexo 3).

Columna de soporte

Para este apartado, se considera la fuerza interna generada en el elemento estructural de la columna de soporte, que es de 4251 N en tensión y considerando un factor de seguridad de 10 por tratarse de vidas humanas que son transportadas, con un límite elástico de 270 MPa, se obtuvo:

$$\tau_{adm} = \sigma_{adm} = \frac{270 \text{ MPa}}{10}$$

$$\tau_{adm} = \sigma_{adm} = 27 \text{ MPa}$$

El elemento estructural debe tener un área de:

$$A_{elem.estruct.cs} = \frac{F_{columna}}{\sigma_{adm}}$$

$$A_{elem.estruct.cs} = \frac{4251 \text{ N}}{27 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}$$

$$A_{elem.estruct.cs} = 0.00015744 \text{ m}^2$$

$$A_{elem.estruct.cs} = 157.44 \text{ mm}^2$$

Siendo necesaria un área mínima de 157.44 mm², donde el tubo cuadrado de 30mmx30mmx1.5mm cumple con dicho requerimiento, con un área aproximada de 171 mm² (Anexo 3).

Refuerzo de columna

Para este apartado, se considera la fuerza interna generada en el elemento estructural denominado refuerzo de columna, que es de 5722.50 N en compresión y considerando un factor de seguridad de 10 por tratarse de vidas humanas que son transportadas, con un límite elástico de 270 MPa, se obtuvo:

$$\tau_{adm} = \sigma_{adm} = \frac{270 \text{ MPa}}{10}$$

$$\tau_{adm} = \sigma_{adm} = 27 \text{ MPa}$$

El elemento estructural debe tener un área de:

$$A_{elem.estruct.rc} = \frac{F_{actuador}}{\sigma_{adm}}$$

$$A_{elem.estruct.rc} = \frac{5722.50 \text{ N}}{27 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}$$

$$A_{elem.estruct.rc} = 0.00021194 \text{ m}^2$$

$$A_{elem.estruct.rc} = 211.94 \text{ mm}^2$$

Siendo necesaria un área mínima de 211.94 mm², donde el tubo cuadrado de 40mmx40mmx2mm cumple con dicho requerimiento, con un área aproximada de 304 mm² (Anexo 3).

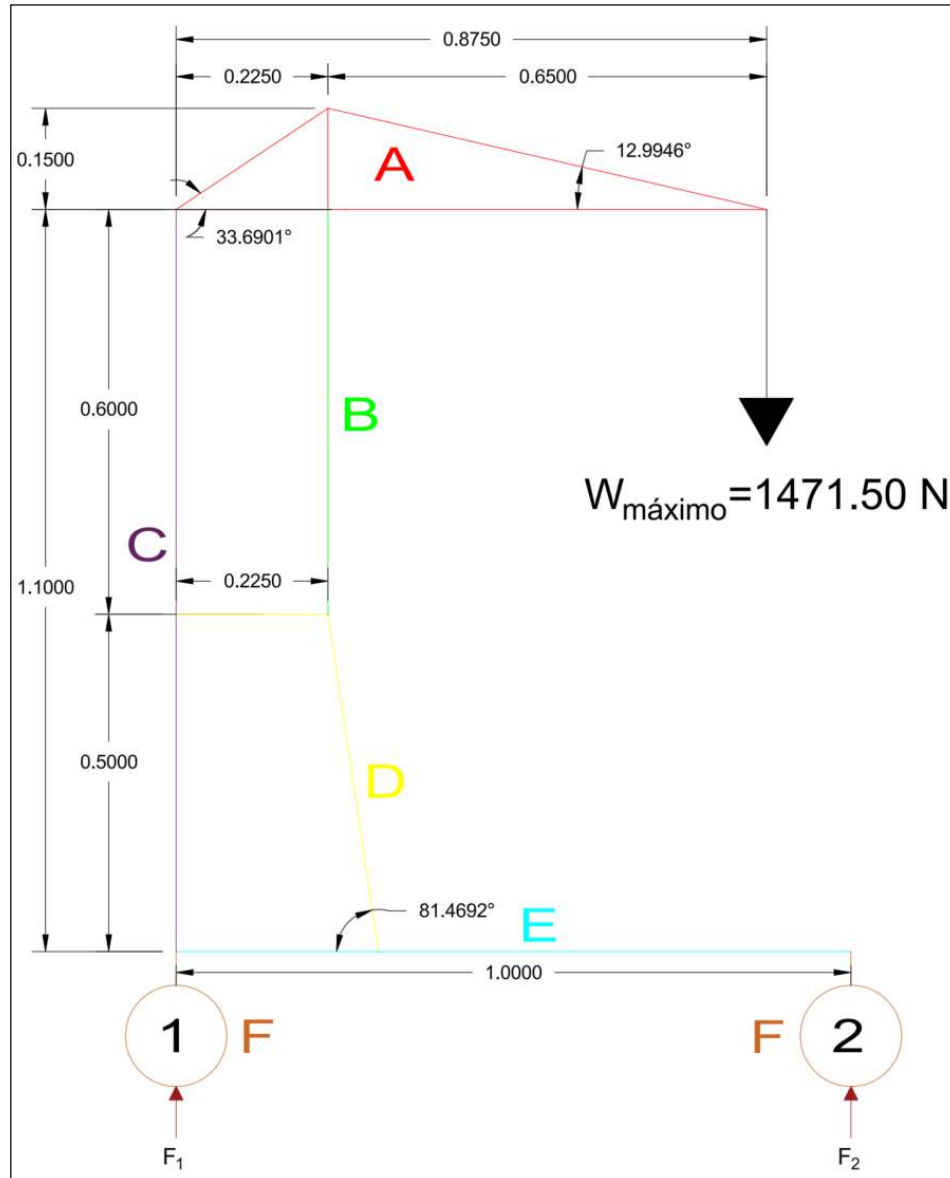
Base de soporte

Para poder dimensionar adecuadamente este elemento estructural, se procedió a determinar las reacciones en las ruedas, para calcular la máxima fuerza que es empleada para hallar las dimensiones del tubo cuadrado

necesario, procediendo de la siguiente manera:

Figura 13

Esquema para calcular las reacciones en base de soporte



Fuente: Elaboración propia con AutoCAD 2025.

Aplicando las ecuaciones de equilibrio o estática tomando como referencia a la Figura 13.

$$\Sigma M_1 = 0$$

$$(F_2)(1.000 \text{ m}) - (1471.50 \text{ N})(0.875 \text{ m}) = 0$$

$$F_2 = \frac{(1471.50 \text{ N})(0.875 \text{ m})}{1 \text{ m}}$$

$$F_2 = 1287.5625 \text{ N}$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$F_1 + F_2 - 1471.50 \text{ N} = 0$$

$$F_1 = 1471.50 \text{ N} - 1287.5625 \text{ N} = 183.9375 \text{ N}$$

El área necesaria para dicho elemento estructural considerando un factor de seguridad de 10 por tratarse de vidas humanas que son transportadas, con un límite elástico de 270 MPa, se obtuvo:

$$\tau_{adm} = \sigma_{adm} = \frac{270 \text{ MPa}}{10}$$

$$\tau_{adm} = \sigma_{adm} = 27 \text{ MPa}$$

El elemento estructural debe tener un área de:

$$A_{elem.estruct.base} = \frac{F_{m\acute{a}ximo \text{ base}}}{\tau_{adm}}$$

$$A_{elem.estruct.base} = \frac{1287.5625 \text{ N}}{27 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}$$

$$A_{elem.estruct.base} = 0.00004769 \text{ m}^2$$

$$A_{elem.estruct.base} = 47.69 \text{ mm}^2$$

Siendo necesaria un área mínima de 47.69 mm², donde el tubo cuadrado de 40mmx40mmx1.5mm cumple con dicho requerimiento, con un área aproximada de 231 mm² (Anexo 3), además para que pueda encajar con los demás elementos por tener medidas menores para encajar.

Selección de ruedas

En total son cuatro ruedas, que se reparten dos en la parte delantera y dos en

la parte de atrás, que se asumen todas de una misma capacidad para estética del mecanismo de transporte o grúa móvil propuesta. Por lo tanto, se obtiene lo siguiente:

$$m_{ruedas} = \frac{F_2}{2g}$$

$$m_{ruedas} = \frac{1287.5625 \text{ N}}{2 \left(9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)}$$

$$m_{ruedas} = 65.625 \text{ kg}$$

Al efectuar el análisis, es necesario utilizar ruedas con capacidad de 65.625 kg o superior, pero sin sobredimensionar. Por temas de diseño se seleccionaron ruedas con una capacidad máxima de 100 kg cada una, ya que no se ha tomado en cuenta el peso propio de la estructura y accesorios, pero que se comprobará al momento de la simulación con el software CAD/CAE empleado. En el Anexo 4 se puede visualizar los datos técnicos de la rueda hospitalaria seleccionada (Ver Figura 14).

Figura 14

Imagen referencial de rueda HOD con capacidad de 100 kg



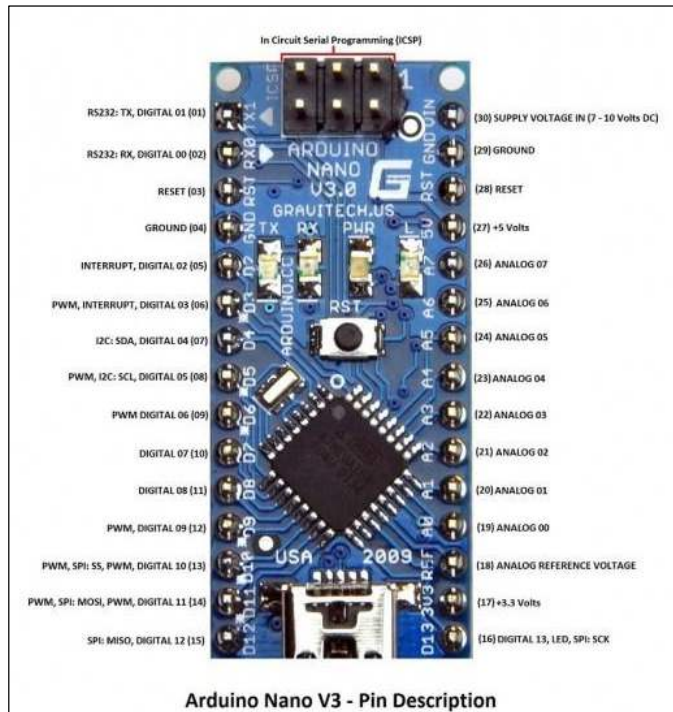
Fuente: Obtenida del Anexo 4.

Selección del módulo para monitoreo bluetooth

Es necesario emplear un módulo compatible con el actuador lineal seleccionado, pudiendo emplearse una placa Nano Arduino, que se adjuntó sus datos en el Anexo 5. La Figura 15 muestra una imagen referencial de dicho módulo.

Figura 15

Imagen referencial de módulo Nano Arduino



Fuente: (Mundo NANO, 2025).

Selección de módulo Bluetooth

El módulo Bluetooth permite transmitir datos sin cables de manera eficiente y resulta sencillo de operar.

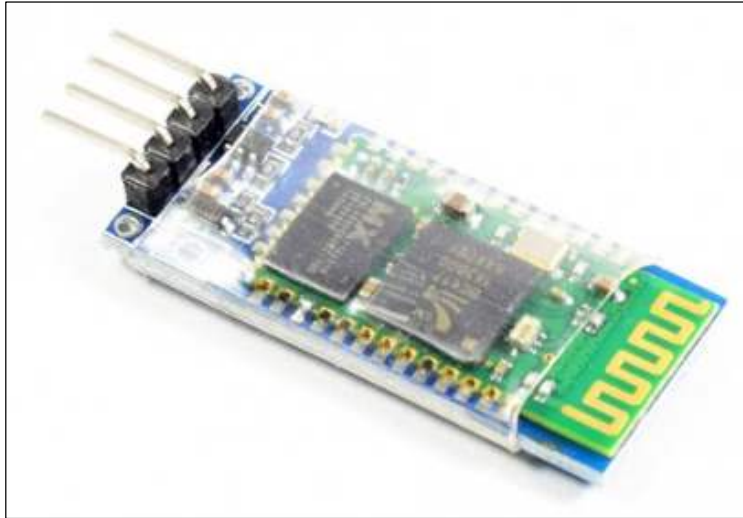
Se enlaza a los pines de entrada y salida del puerto serial (RX0 y TX0) de la placa Nano Arduino o de cualquier otra tarjeta compatible.

Opera a una velocidad de 9600 b/s. En la fase de control mediante aplicación móvil, es posible utilizar una app gratuita ya desarrollada por terceros; sin embargo, para que el sistema funcione correctamente, es necesario ajustar los comandos de control (como los caracteres E y R, usados para invertir el giro del motor) a los códigos específicos que maneje dicha aplicación.

La Figura 16 muestra una imagen referencial del módulo bluetooth seleccionado y en el Anexo 6 se aprecia sus datos técnicos del módulo bluetooth HC-06.

Figura 16

Imagen referencial del módulo Bluetooth seleccionado



Fuente: (WordPress, 2018).

Ejemplos de algunas aplicaciones

- Bluetooth controller
- Arduino Bluetooth control
- Bluetooth Serial controller

Sistema de control

Extender o retraer el brazo del actuador requiere considerar las especificaciones técnicas del equipo, ya que estas determinan el diseño de la placa electrónica encargada de su automatización.

Se emplea una galga extensiométrica tipo suspensión para calcular el peso del paciente en kilogramos (función de balanza). La capacidad máxima dependerá del modelo de galga utilizado, siendo posible su escalabilidad. Se monitoreará el nivel de carga de la batería del sistema; si este desciende por debajo del 11%, se activará una señal sonora de alerta.

El sistema de control recibe energía mediante una batería LINAK BAJL (ver Anexo 8).

Tarjeta electrónica

La placa electrónica se segmenta en dos fases claramente definidas:

Controlador Digital

En esta fase, el elemento central es la placa Nano Arduino, encargada de identificar qué botón ha sido pulsado para iniciar el accionamiento del actuador lineal, mediante dos señales de control de 5VDC que se dirigen hacia la etapa de potencia siguiente.

Asimismo, puede registrar el valor de la galga para visualizar el peso del paciente en una pantalla LCD de dos filas con dieciséis caracteres por línea. La misma pantalla también indicará el estado de carga de la batería.

Cabe señalar que el sistema de control digital puede desarrollarse con distintas tecnologías; sin embargo, en este proyecto se prioriza el bajo costo y la simplicidad en la programación de las tarjetas utilizadas.

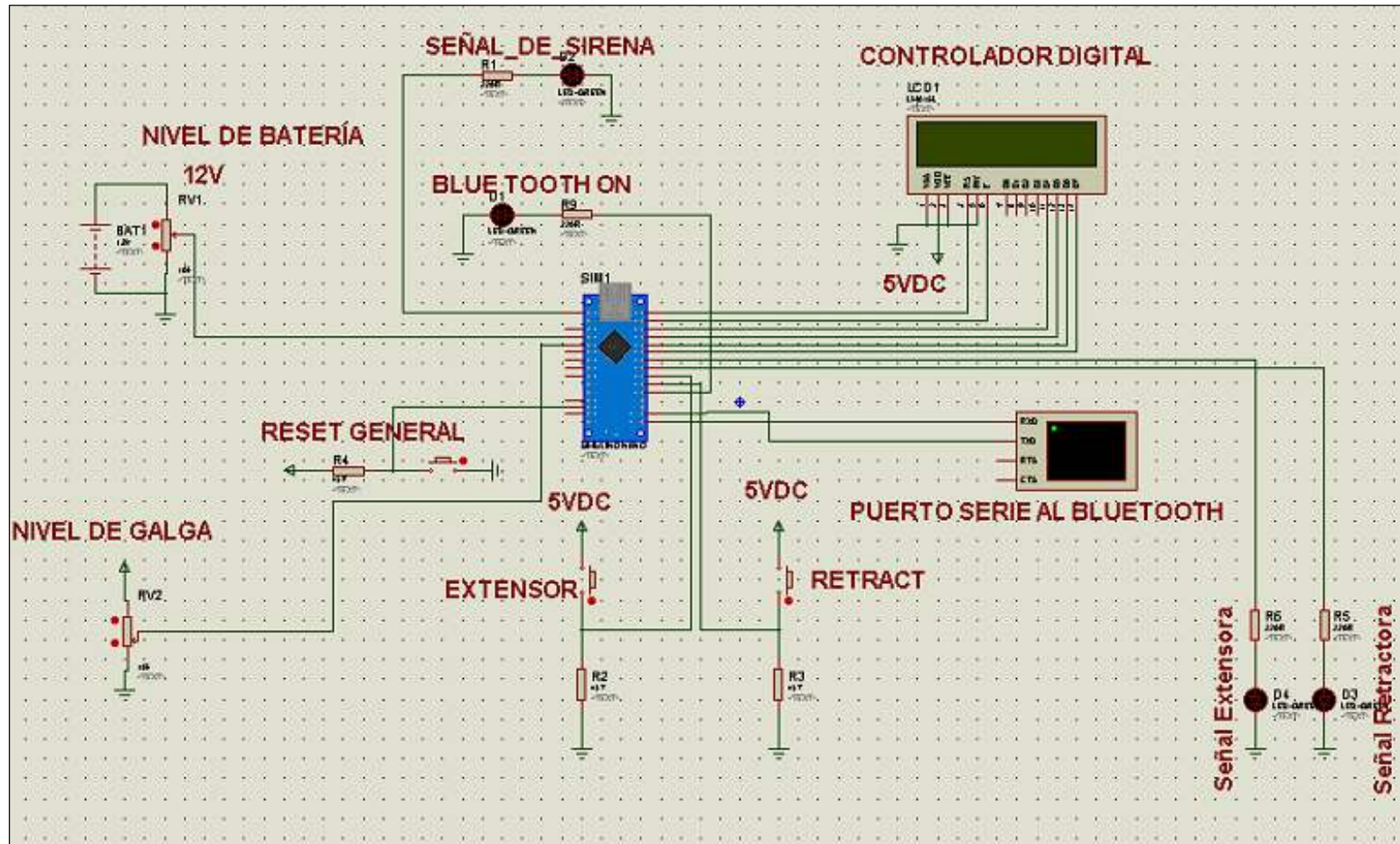
En el Anexo 7 se adjunta el código fuente empleado para programar toda la parte de control.

La Figura 17 ilustra el esquema utilizado para la simulación en Proteus.

En la Figura 18 se detalla el diseño esquemático de la placa destinada al control del actuador lineal.

Figura 17

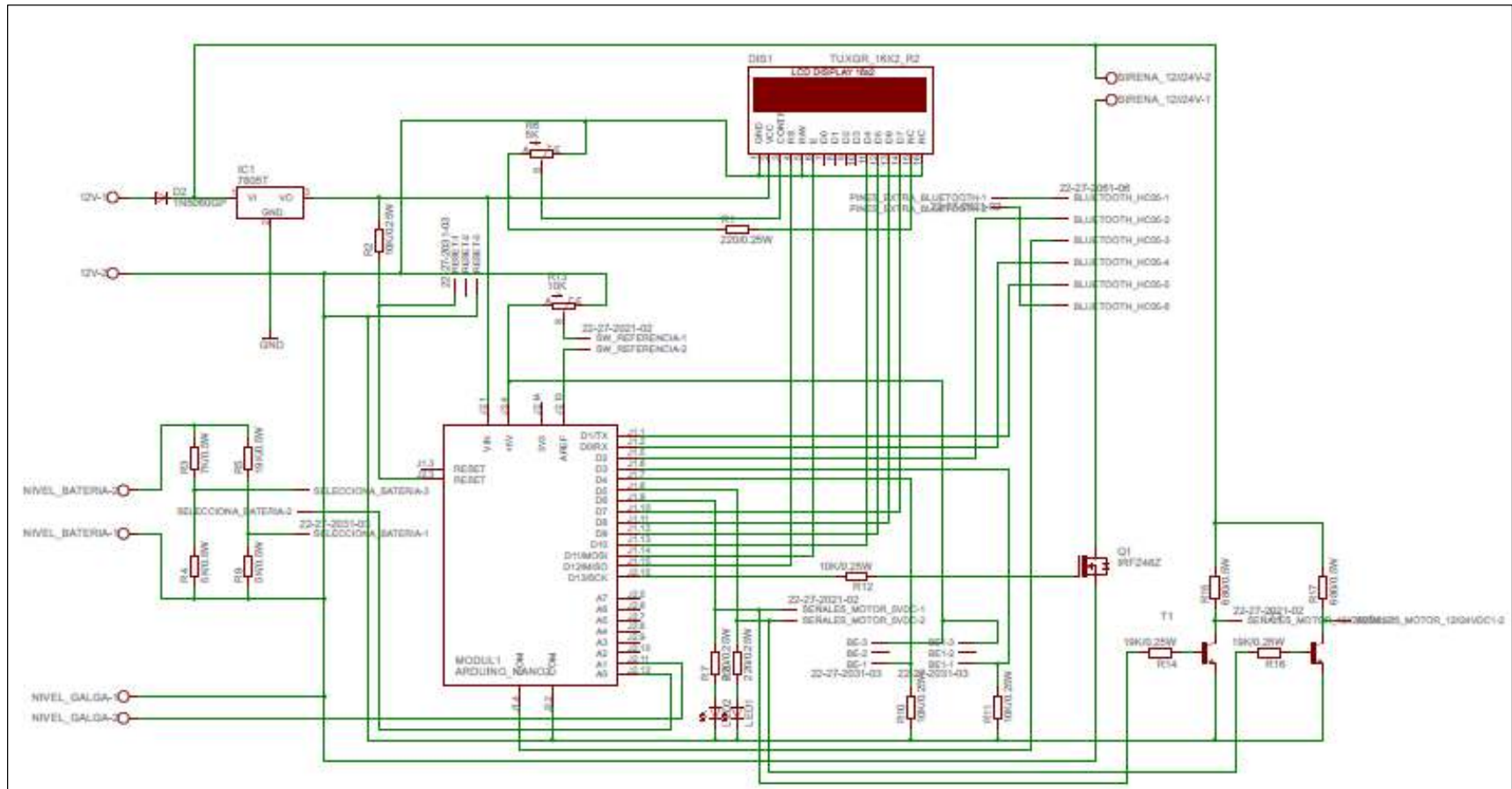
Esquema de simulación en programa Proteus



Fuente: (WordPress, 2018).

Figura 18

Esquema de la configuración de la placa a utilizar para controlar el actuador electromecánico

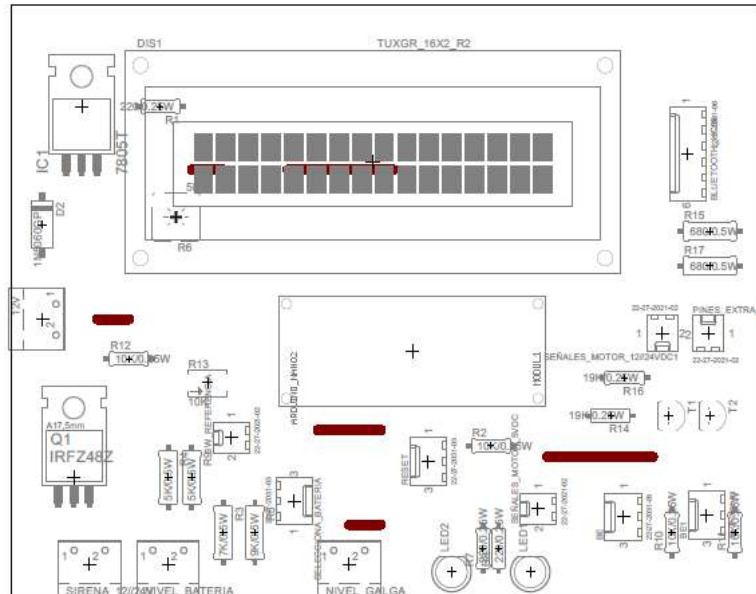


Fuente: Elaboración propia.

La Figura 19 presenta la disposición de los elementos sobre la placa diseñada para el control del actuador electromecánico.

Figura 19

Esquema de distribución de los elementos electrónicos en placa

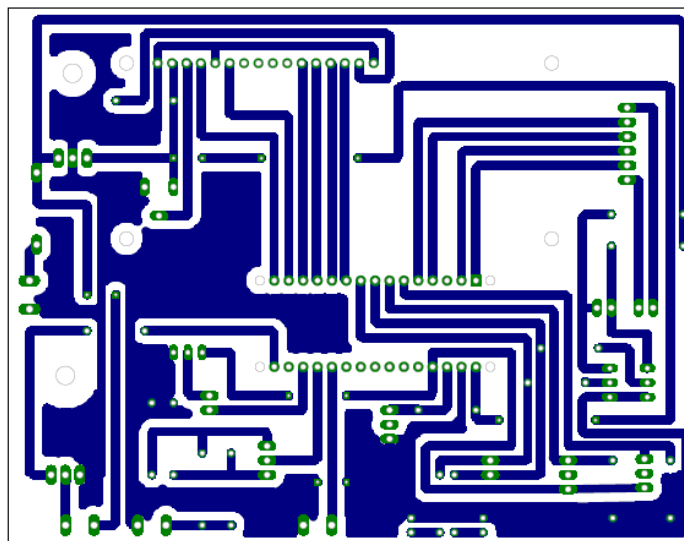


Fuente: Elaboración propia.

La Figura 20 muestra el trazado de pistas correspondiente al diseño de la placa.

Figura 20

Esquema de las pistas en placa para el sistema de control



Fuente: Elaboración propia.

Etapas de potencia

Durante esta fase se gestiona la dirección de operación del actuador lineal, utilizando una configuración ampliamente reconocida: un puente H compuesto por cuatro transistores Mosfet (VN66) y dos transistores BJT (BC548).

Esta fase puede modificarse libremente para ajustar la capacidad eléctrica según las necesidades del actuador. En su configuración actual, el puente H está diseñado para manejar tensiones entre 12VDC y 24VDC, con una corriente nominal máxima de 20A. Esto se debe a que el actuador operará con 24VDC y una corriente de trabajo de 13A, cumpliendo con los parámetros establecidos. La alimentación del sistema de control se realizará mediante una batería LINAK BAJL (consultar Anexo 8). Es importante considerar la hoja técnica del actuador, la cual, en síntesis, especifica lo siguiente:

Cables de alimentación:

Rojo (+): 12VDC // 24VDC

Black (-): GND (tierra)

Cables de control

Para activar (extender) el brazo

Marrón (Brown): 12VDC// 24VDC

Azul (Blue): 0VDC (GND)

Para activar (recoger) el brazo

Marrón (Brown): 0VDC (GND)

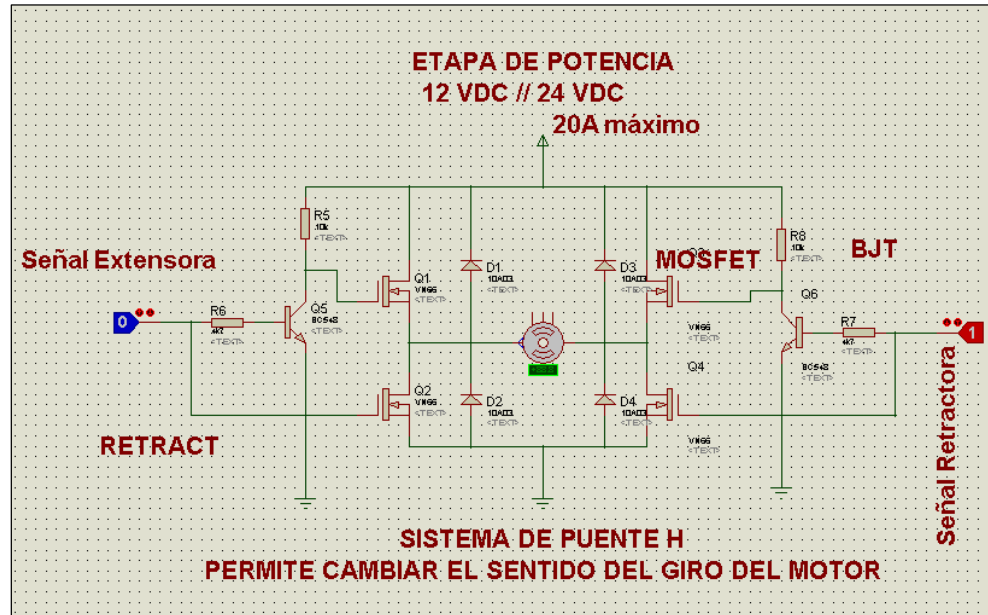
Azul (Blue): 12VDC// 24VDC

La Figura 21 exhibe el esquema de potencia correspondiente al sistema de

control desarrollado en Proteus 7.5.

Figura 21

Esquema de referencia para la etapa de potencia para el sistema de control

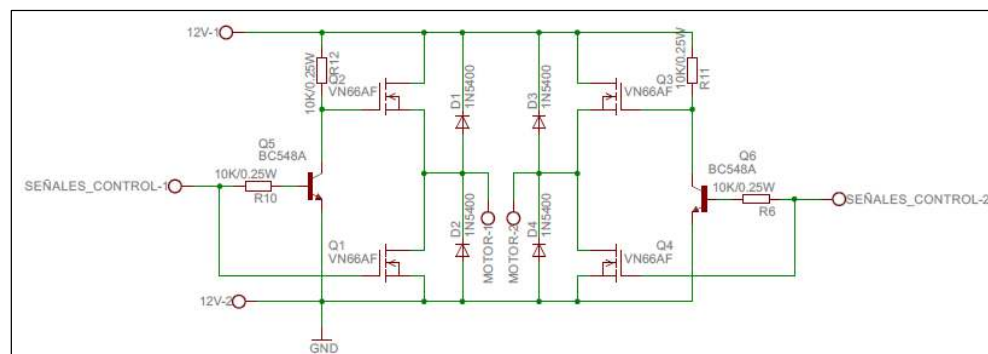


Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la Figura 22 se presenta el esquema electrónico elaborado en el software Eagle 6.2.

Figura 22

Imagen referencial del módulo Bluetooth seleccionado

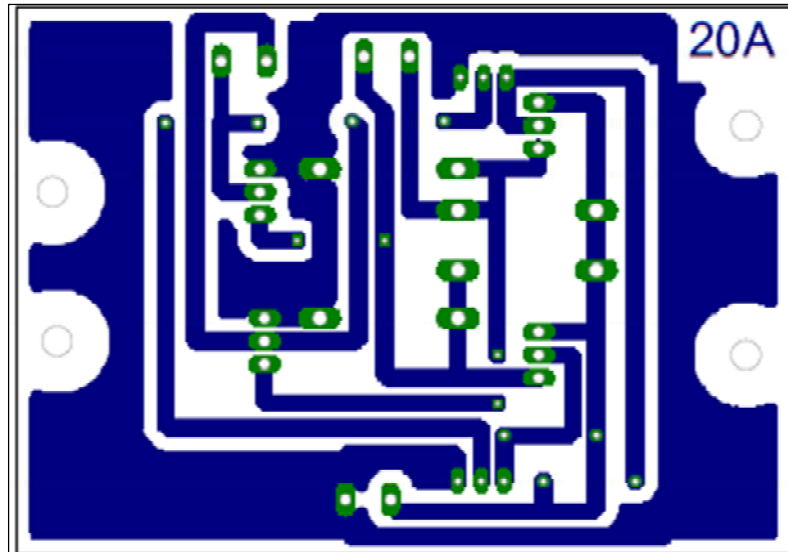


Fuente: Elaboración propia.

La Figura 23 presenta el trazado de pistas del puente H destinado al sistema de control.

Figura 23

Esquema de las pistas para el puente H

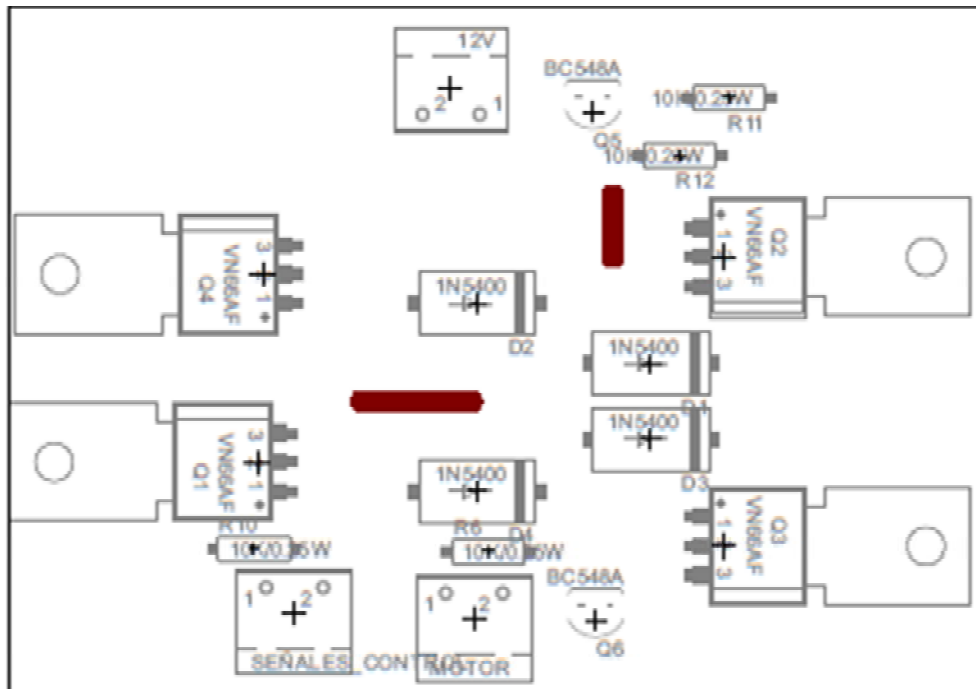


Fuente: Elaboración propia.

La Figura 24 exhibe la disposición de los componentes del esquema elaborado en Eagle 6.2 que será implementado en la placa.

Figura 24

Esquema de distribución de los elementos del esquema en programa Eagle 6.2



Fuente: Elaboración propia.

5.1.3. Simulación del diseño propuesto con software CAD/CAE

Para poder efectuar adecuadamente la simulación del diseño del mecanismo de transporte para una capacidad de 150 kg con tecnología bluetooth, se modelaron las piezas una por una para luego realizar el ensamblaje de todos para poder obtener el mecanismo de transporte propuesto. Luego de tener el ensamblaje completo, se procedió a realizar la simulación estática considerando tres posiciones del mecanismo de transporte, cuando se encuentra levantando la carga a la máxima altura, posteriormente cuando se encuentra levantando la carga con el brazo en posición horizontal o posición media, por último, cuando se encuentra levantando la carga a la altura mínima. Seguidamente se adjuntan cada elemento estructural que conforma al mecanismo de transporte.

La Figura 25 permite observar el modelado referencial del brazo móvil para el mecanismo de transporte, apreciando la forma que posee para una mejor comprensión de cómo debe ser fabricada.

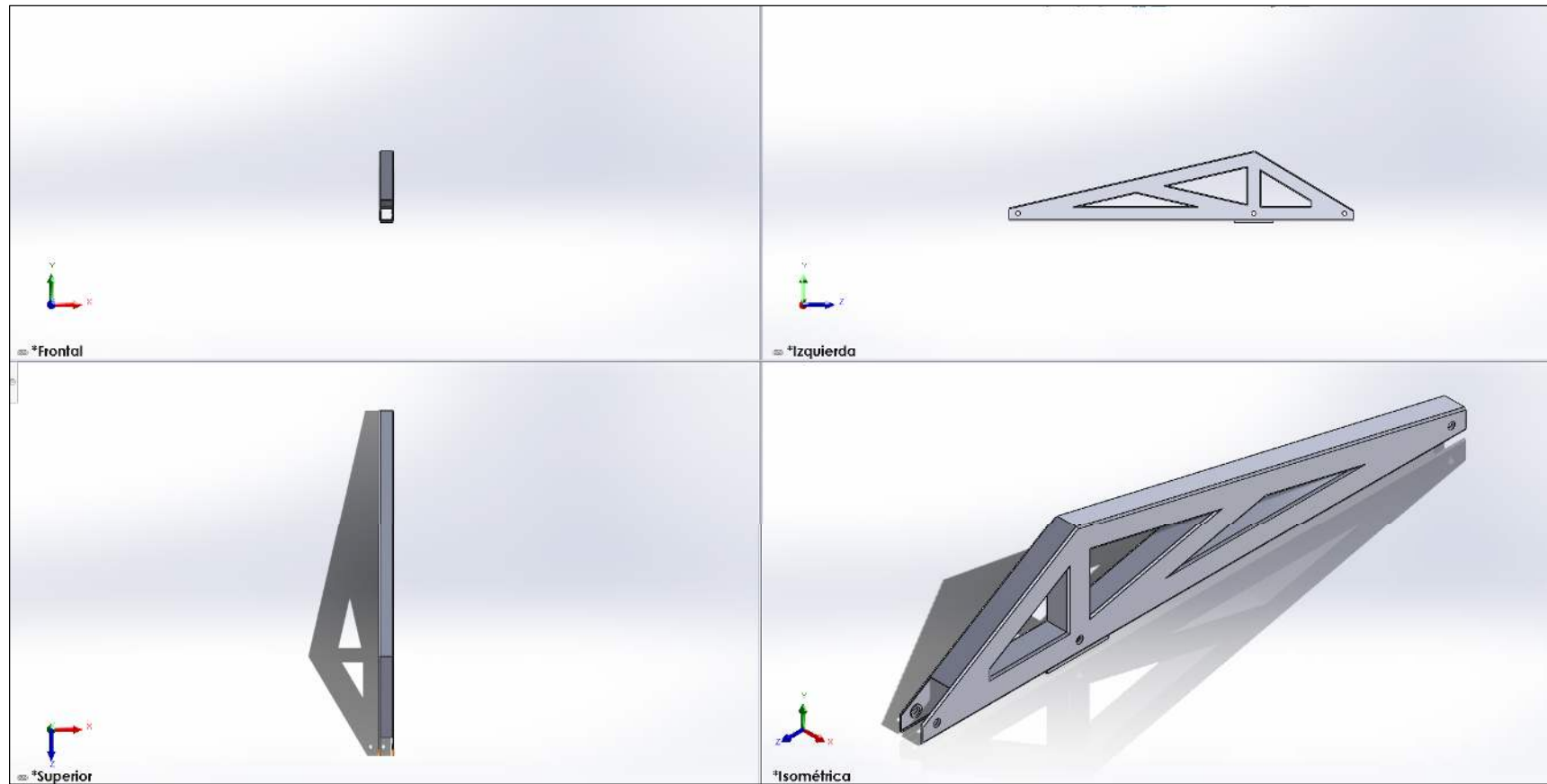
La Figura 26 permite observar el modelado referencial de la columna de soporte para el mecanismo de transporte, de igual modo se puede apreciar la forma que posee y sus características para su posterior fabricación.

La Figura 27 permite observar el modelado referencial de la base de soporte para el mecanismo de transporte, observando de igual manera como está configurado para su fabricación.

La Figura 28 permite observar el modelado referencial del ensamblaje de los componentes para el mecanismo de transporte, observando como se configuran y ensamblan todos sus elementos para obtener dicho mecanismo propuesto.

Figura 25

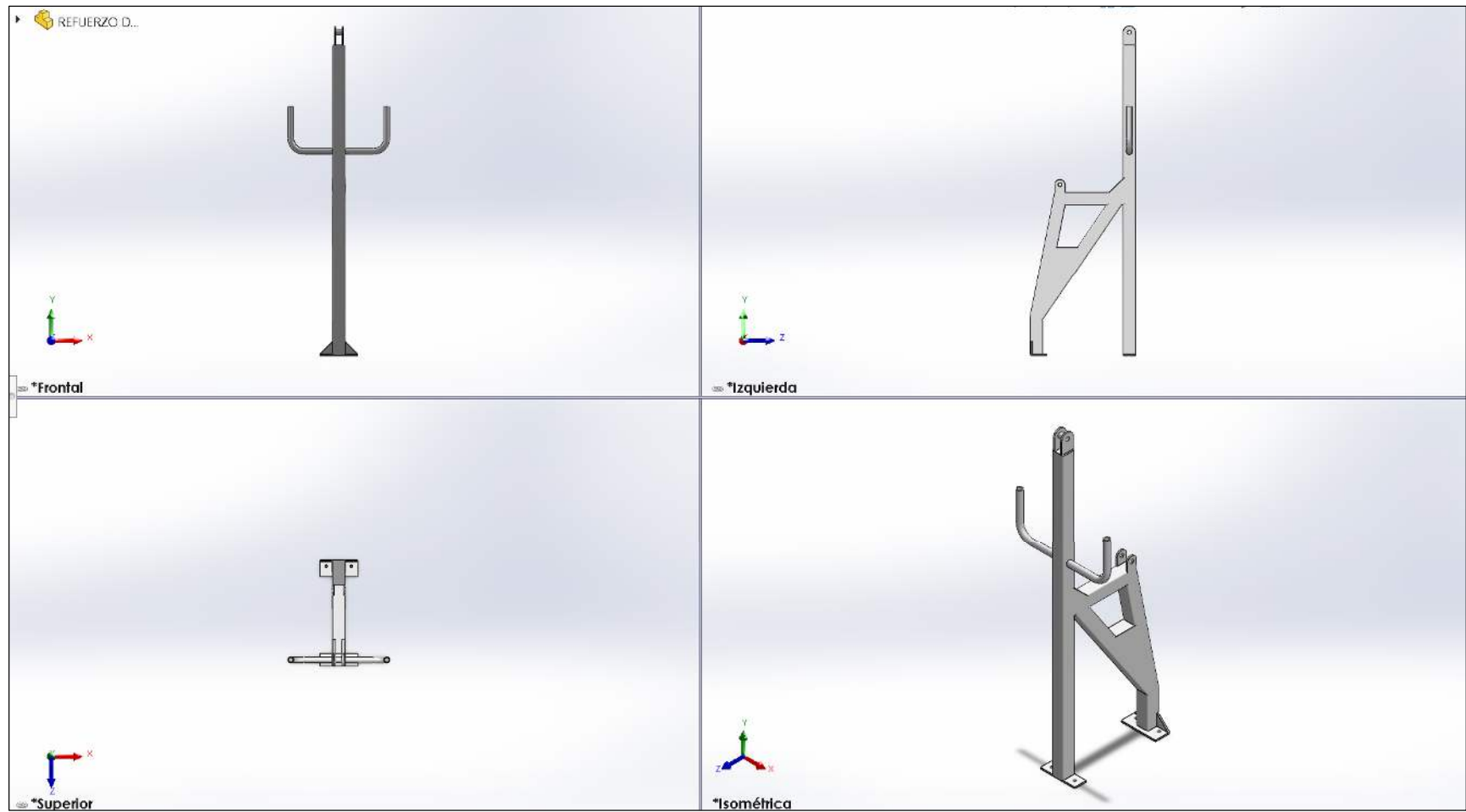
Modelado referencial del brazo móvil para el mecanismo de transporte



Fuente: Elaboración propia con SolidWorks 2022.

Figura 26

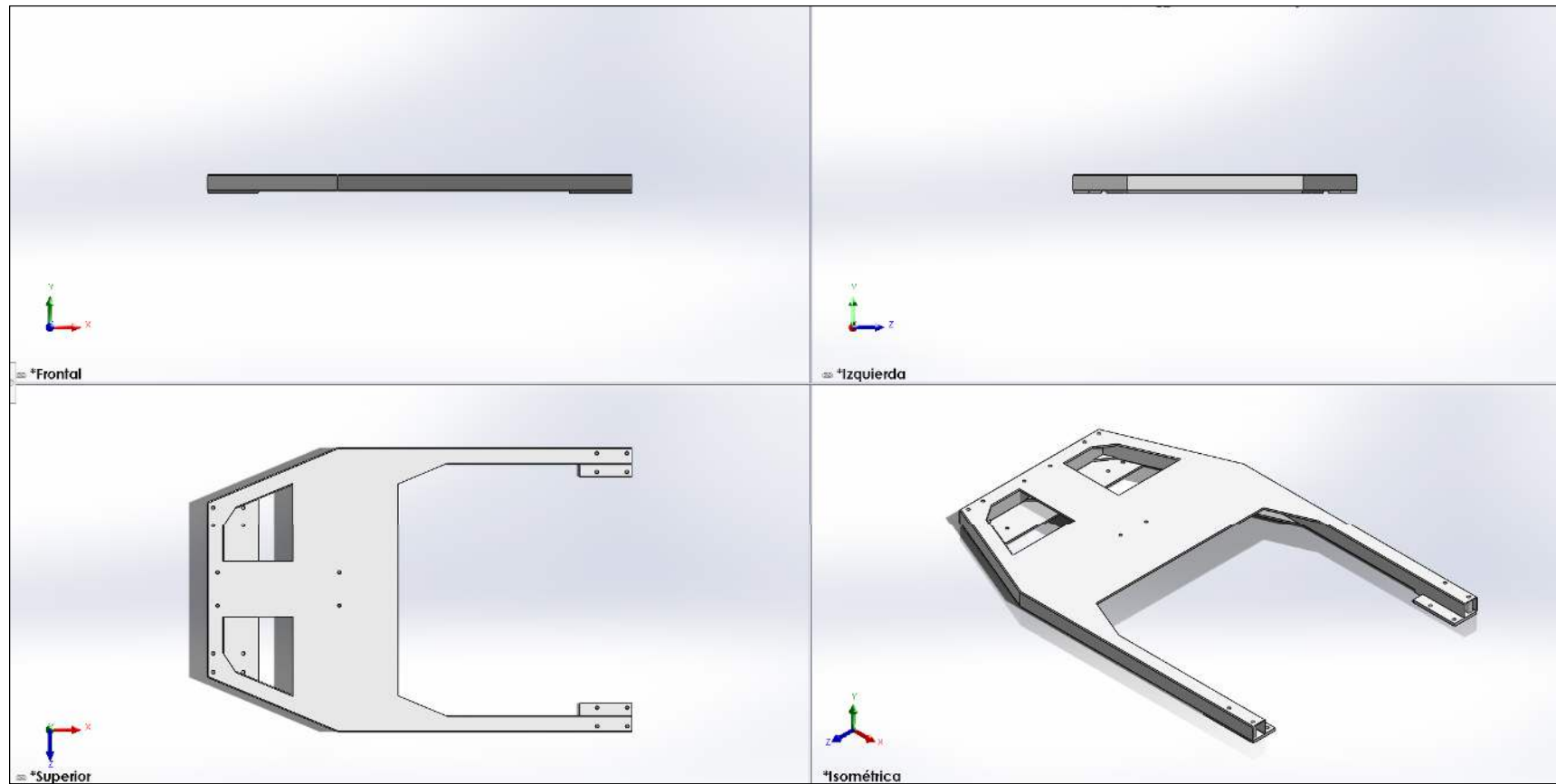
Modelado referencial de la columna de soporte para el mecanismo de transporte



Fuente: Elaboración propia con SolidWorks 2022.

Figura 27

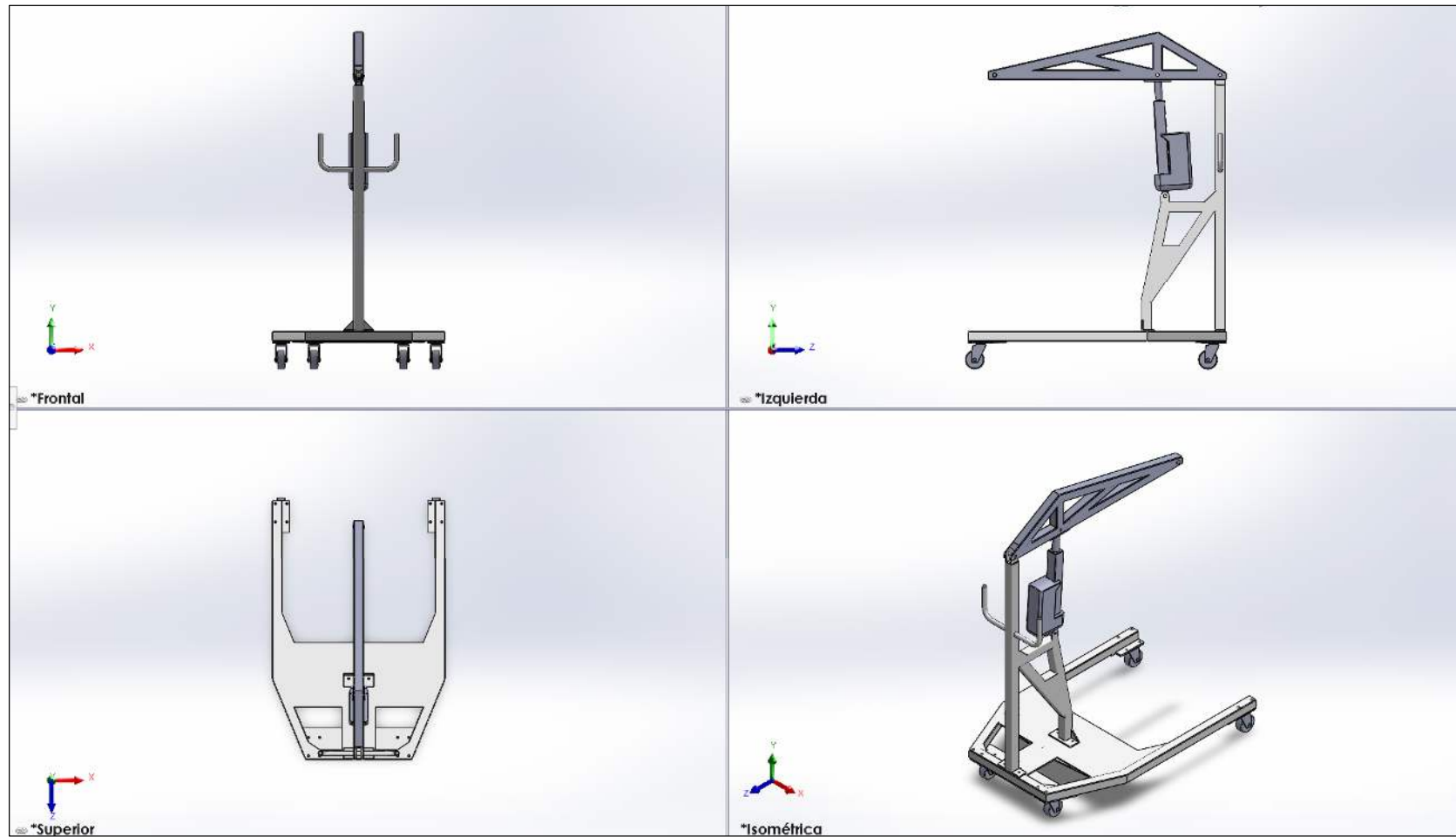
Modelado referencial de la base de soporte para el mecanismo de transporte



Fuente: Elaboración propia con SolidWorks 2022.

Figura 28

Modelado referencial del ensamblaje de los componentes para el mecanismo de transporte



Fuente: Elaboración propia con SolidWorks 2022.

Simulación estática en posición de altura máxima

Para la simulación en posición de altura máxima se añade la carga máxima que debe levantar el mecanismo de transporte, que es de 150 kg equivalente a 1471.50 N, ubicada en el extremo libre del brazo móvil encargado de dicha función. Luego se agregó el material empleado para cada elemento estructural, se ha modelado de forma referencial al actuador lineal seleccionado al igual que las ruedas seleccionadas, para luego iniciar con las simulaciones respectivas obteniendo lo siguiente:

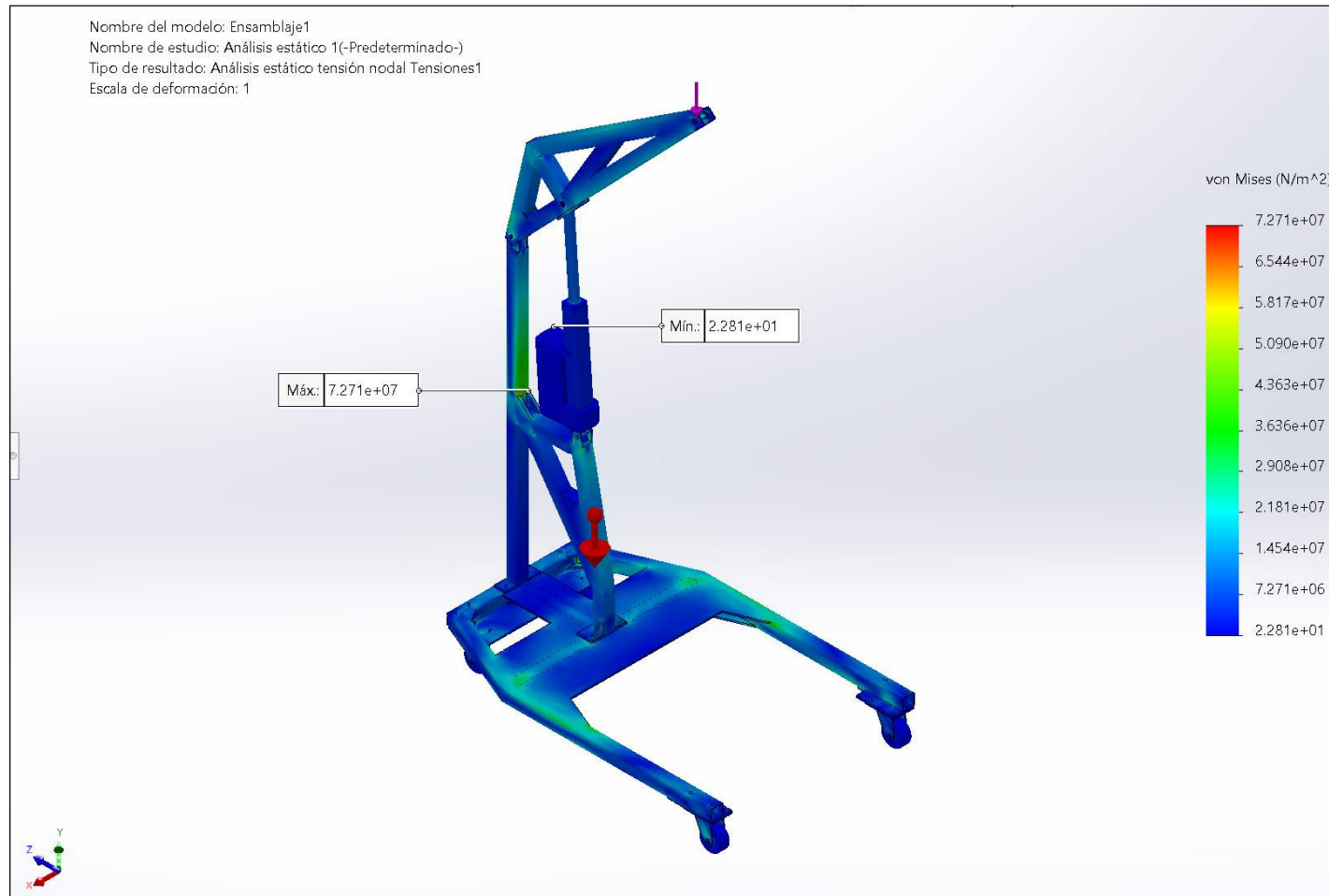
La Figura 29 detalla los esfuerzos calculados de la simulación en el ensamblaje con altura máxima, donde se obtuvo un máximo esfuerzo de 72.71 MPa ubicados en un punto de la columna de soporte.

La Figura 30 detalla los desplazamientos calculados de la simulación en el ensamblaje con altura máxima, donde se obtuvo un máximo desplazamiento de 2.963 mm, un valor bastante pequeño que no afecta al buen funcionamiento del mecanismo de transporte diseñado.

La Figura 31 detalla los factores de seguridad calculados de la simulación en el ensamblaje con altura máxima, obteniéndose un mínimo valor de 3.713 logrando verificar que el material empleado y el diseño propuesto es adecuado.

Figura 29

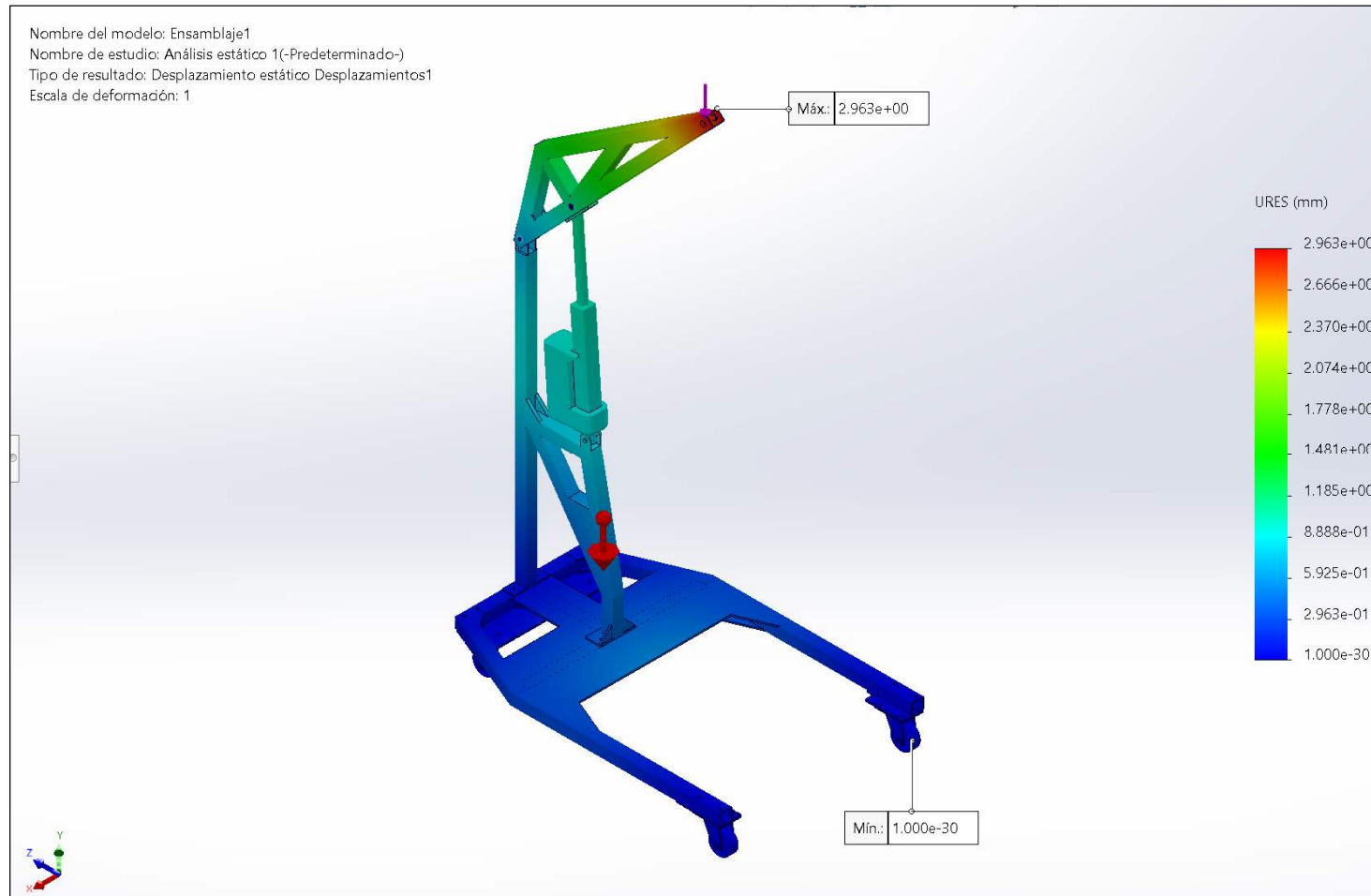
Esfuerzos calculados de la simulación en el ensamblaje con altura máxima



Fuente: Elaboración propia con SolidWorks 2022.

Figura 30

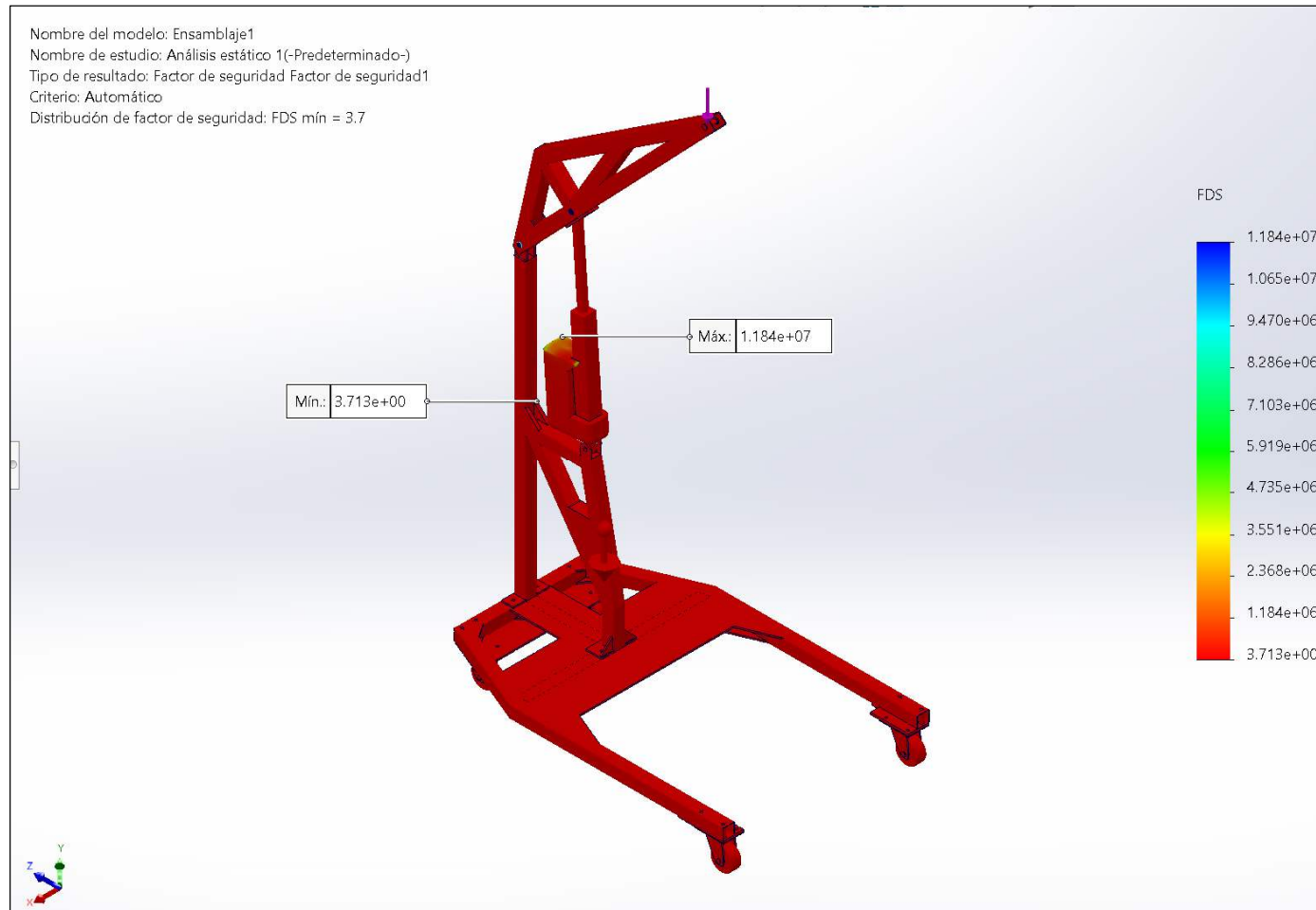
Desplazamientos calculados de la simulación en el ensamblaje con altura máxima



Fuente: Elaboración propia con SolidWorks 2022.

Figura 31

Factores de seguridad calculados de la simulación en el ensamble con altura máxima



Fuente: Elaboración propia con SolidWorks 2022.

Simulación estática en posición de altura media

Para la simulación en posición de altura media se añade la carga máxima que debe levantar el mecanismo de transporte, que es de 150 kg equivalente a 1471.50 N, ubicada en el extremo libre del brazo móvil encargado de dicha función. Luego se agregó el material empleado para cada elemento estructural, se ha modelado de forma referencial al actuador lineal seleccionado al igual que las ruedas seleccionadas, para luego iniciar con las simulaciones respectivas obteniendo lo siguiente:

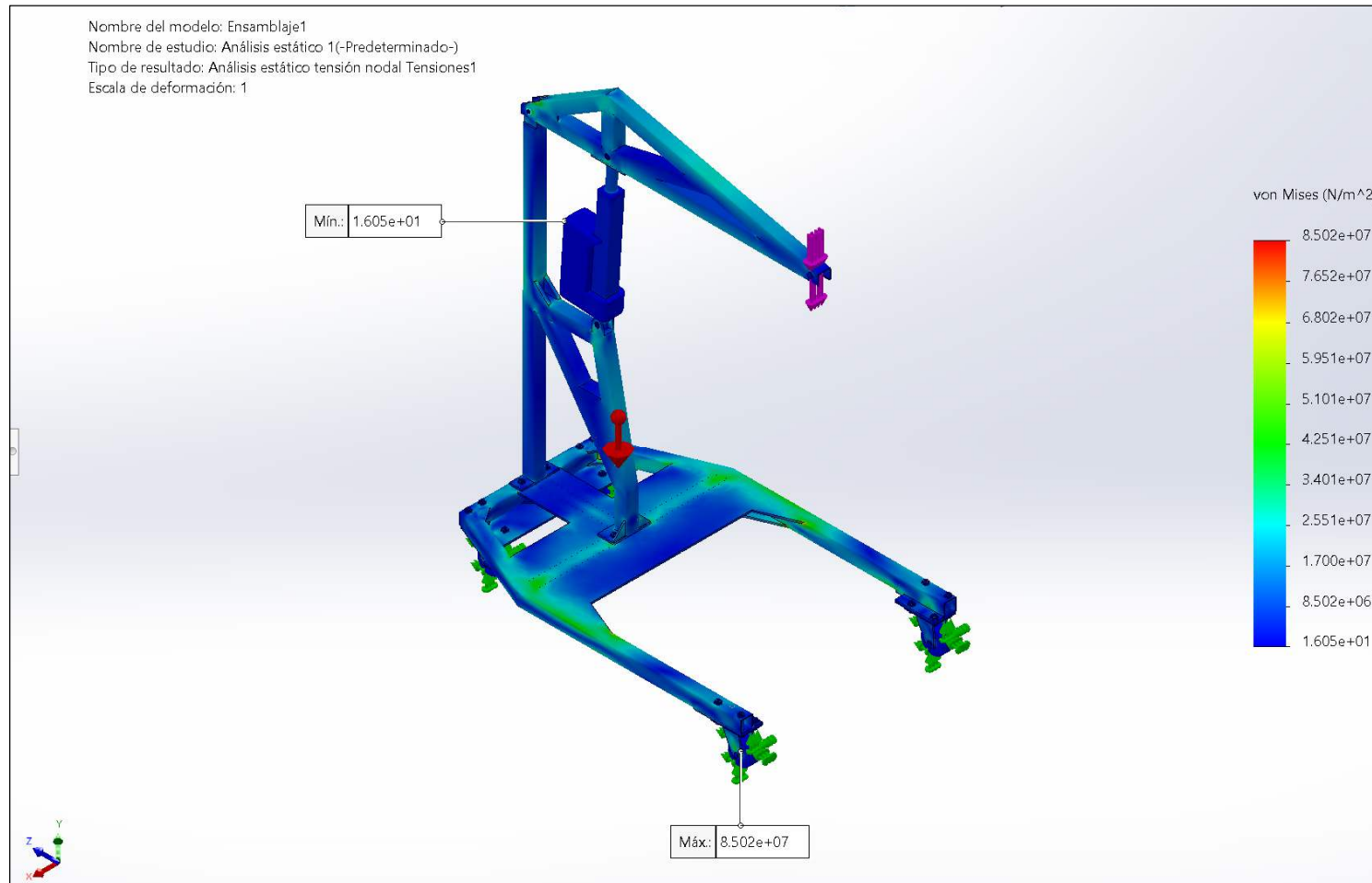
La Figura 32 detalla los esfuerzos calculados de la simulación en el ensamblaje con altura media, donde se obtuvo un máximo esfuerzo de 85.02 MPa ubicados en un punto de una rueda delantera.

La Figura 33 detalla los desplazamientos calculados de la simulación en el ensamblaje con altura media, donde se obtuvo un máximo desplazamiento de 4.421 mm, un valor bastante pequeño que no afecta al buen funcionamiento del mecanismo de transporte diseñado.

La Figura 34 detalla los factores de seguridad calculados de la simulación en el ensamblaje con altura media, obteniéndose un mínimo valor de 3.228 logrando verificar que el material empleado y el diseño propuesto es adecuado.

Figura 32

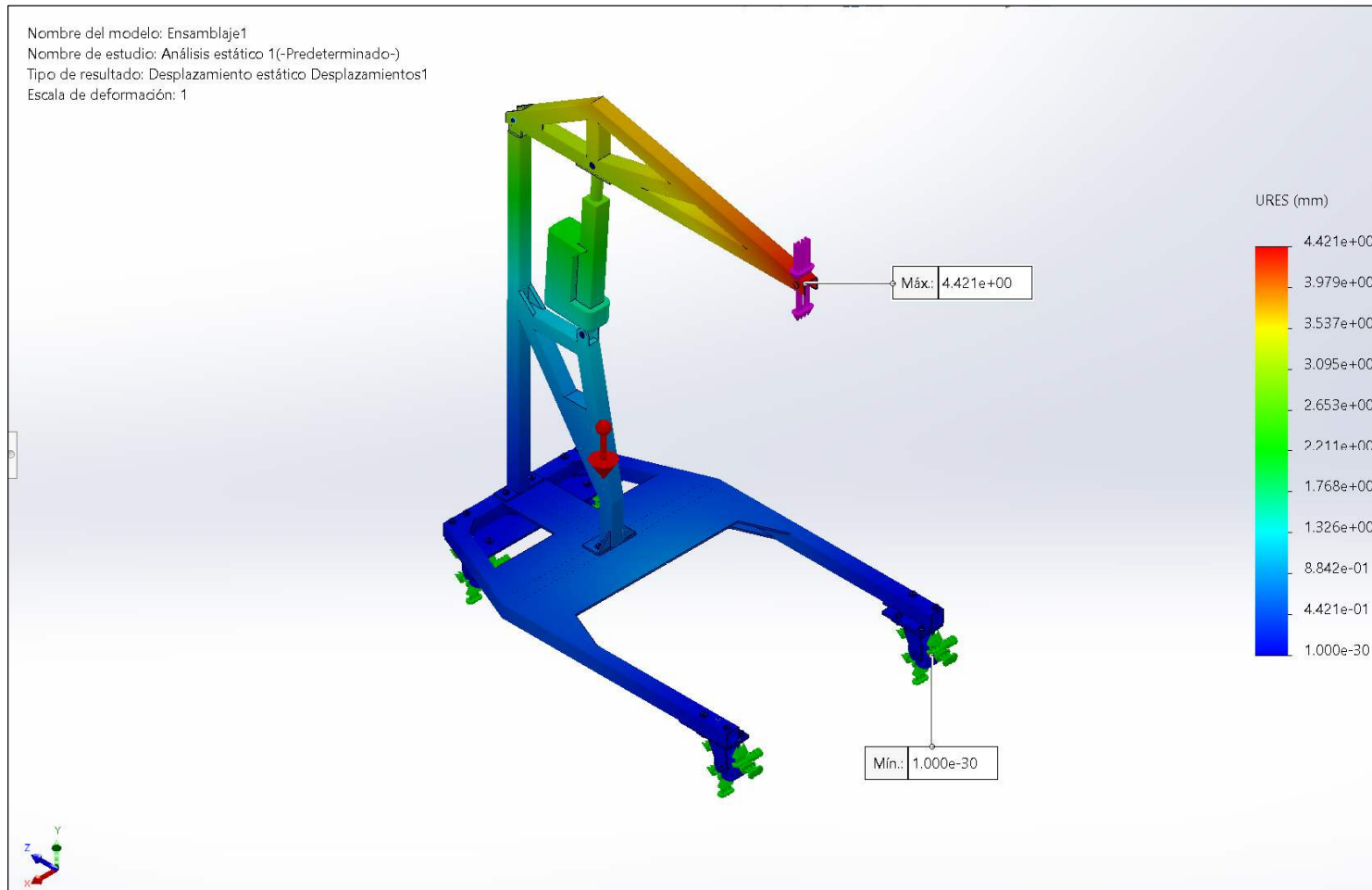
Esfuerzos calculados de la simulación en el ensamblaje con altura media



Fuente: Elaboración propia con SolidWorks 2022.

Figura 33

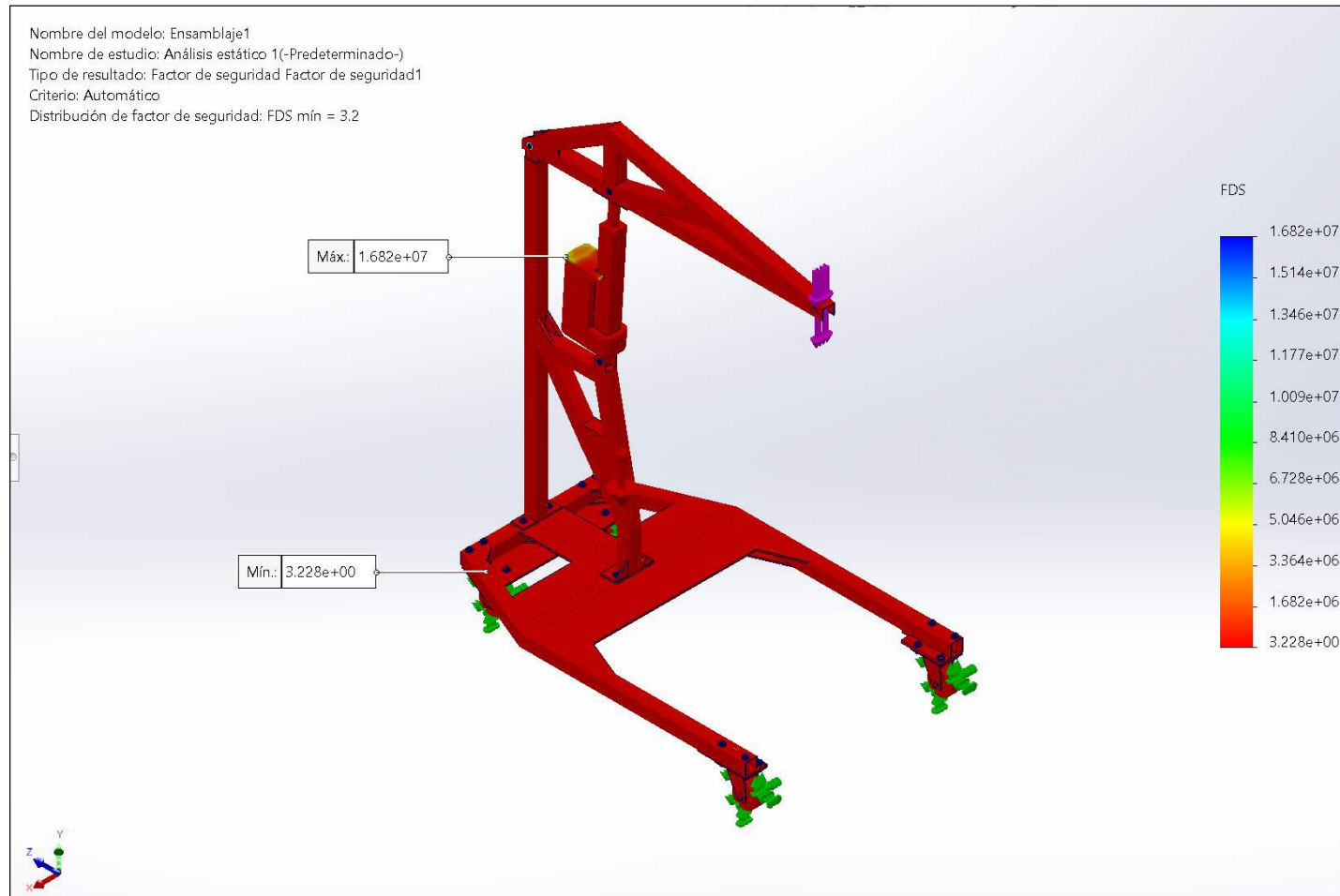
Desplazamientos calculados de la simulación en el ensamblaje con altura media



Fuente: Elaboración propia con SolidWorks 2022.

Figura 34

Factores de seguridad calculados de la simulación en el ensamblaje con altura media



Fuente: Elaboración propia con SolidWorks 2022.

Simulación estática en posición de mínima altura

Para la simulación en posición de mínima altura se añade la carga máxima que debe levantar el mecanismo de transporte, que es de 150 kg equivalente a 1471.50 N, ubicada en el extremo libre del brazo móvil encargado de dicha función. Luego se agregó el material empleado para cada elemento estructural, se ha modelado de forma referencial al actuador lineal seleccionado al igual que las ruedas seleccionadas, para luego iniciar con las simulaciones respectivas obteniendo lo siguiente:

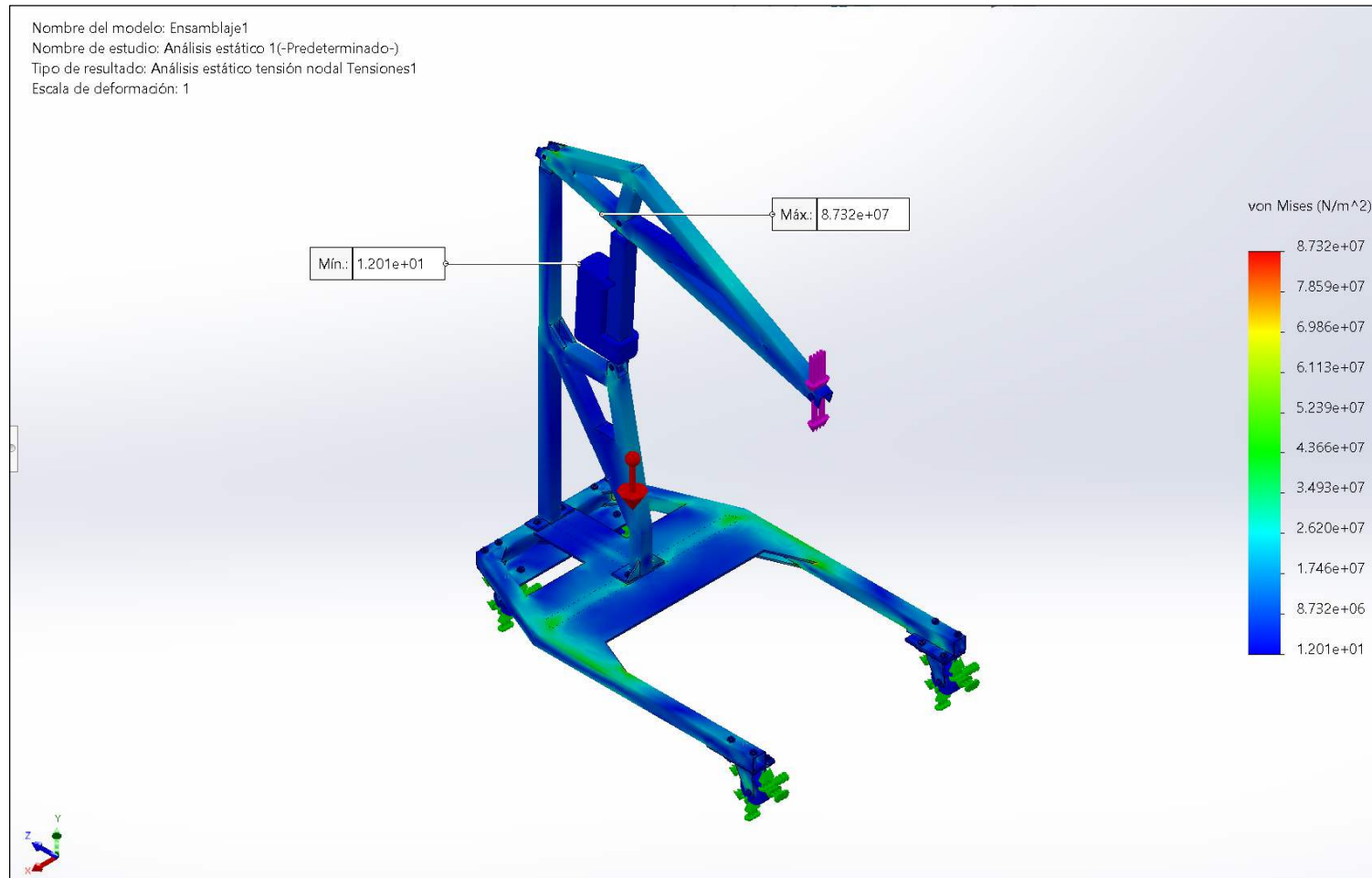
La Figura 35 detalla los esfuerzos calculados de la simulación en el ensamblaje con mínima altura, donde se obtuvo un máximo esfuerzo de 87.32 MPa ubicados en un punto del brazo móvil.

La Figura 36 detalla los desplazamientos calculados de la simulación en el ensamblaje con mínima altura, donde se obtuvo un máximo desplazamiento de 3.547 mm, un valor bastante pequeño que no afecta al buen funcionamiento del mecanismo de transporte diseñado.

La Figura 37 detalla los factores de seguridad calculados de la simulación en el ensamblaje con mínima altura, obteniéndose un mínimo valor de 3.092 logrando verificar que el material empleado y el diseño propuesto es adecuado.

Figura 35

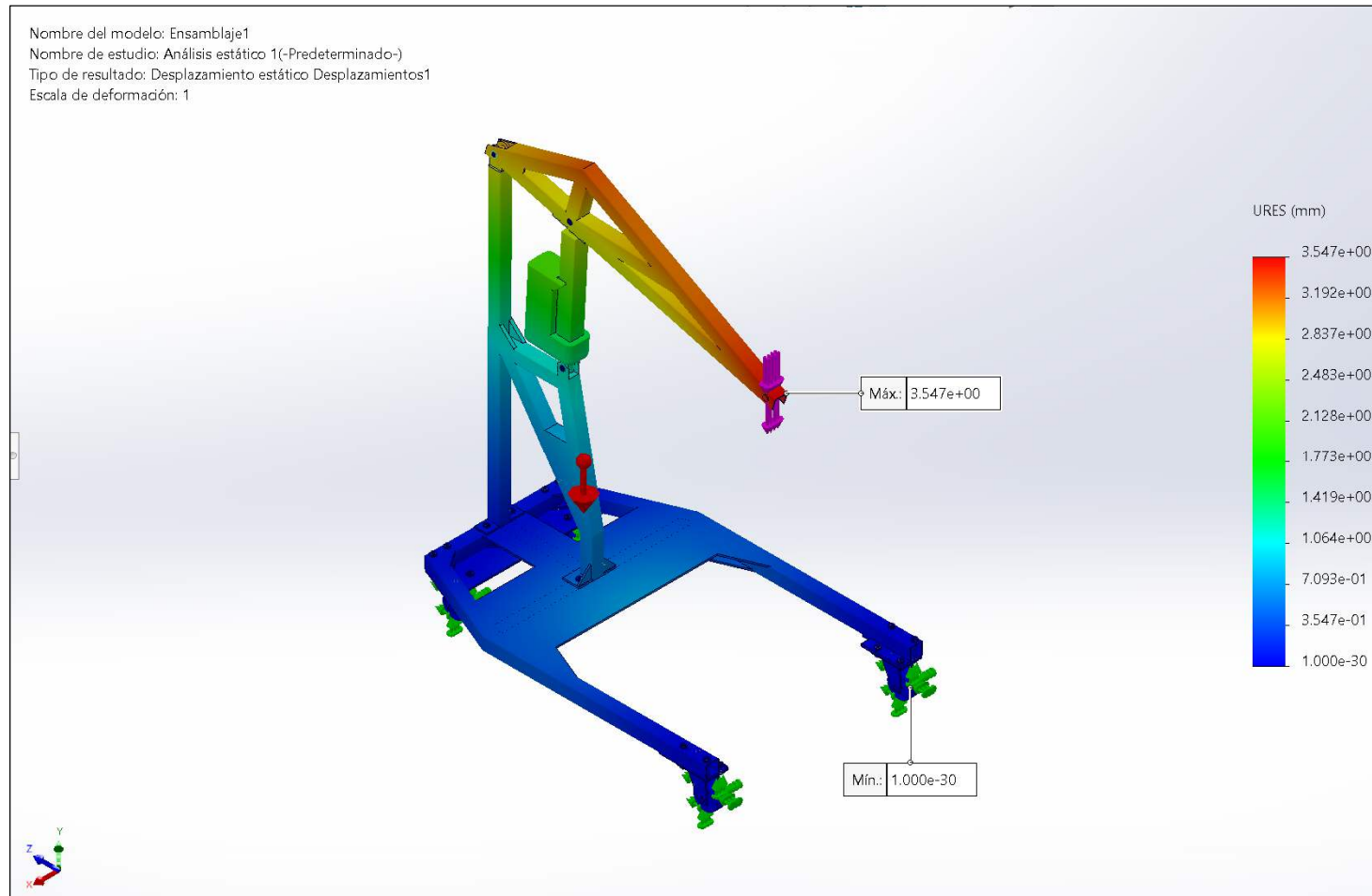
Esfuerzos calculados de la simulación en el ensamblaje con altura mínima



Fuente: Elaboración propia con SolidWorks 2022.

Figura 36

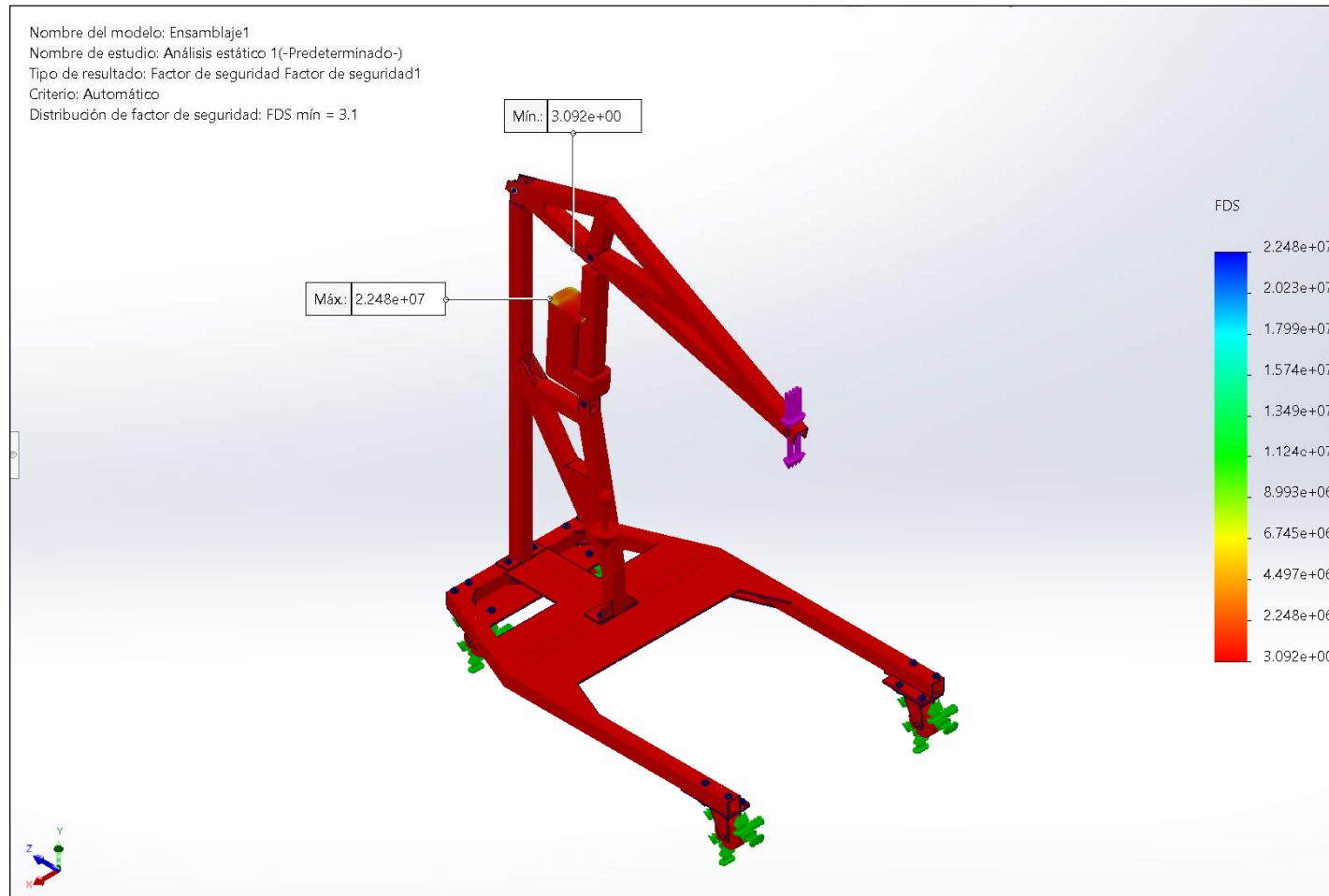
Desplazamientos calculados de la simulación en el ensamblaje con altura mínima



Fuente: Elaboración propia con SolidWorks 2022.

Figura 37

Factores de seguridad calculados de la simulación en el ensamblaje con altura mínima



Fuente: Elaboración propia con SolidWorks 2022.

Análisis de pandeo

Para determinar la estabilidad del mecanismo de transporte o grúa móvil, se procedió a realizar un análisis de pandeo con el software SolidWorks 2022, donde se obtuvieron los siguientes datos:

La Figura 38 muestra el análisis realizado cuando el ensamblaje se encuentra izado a su máxima altura, logrando un factor de carga de 16.378, que significa que la carga debe multiplicarse por dicho valor para que el mecanismo recién pueda fallar.

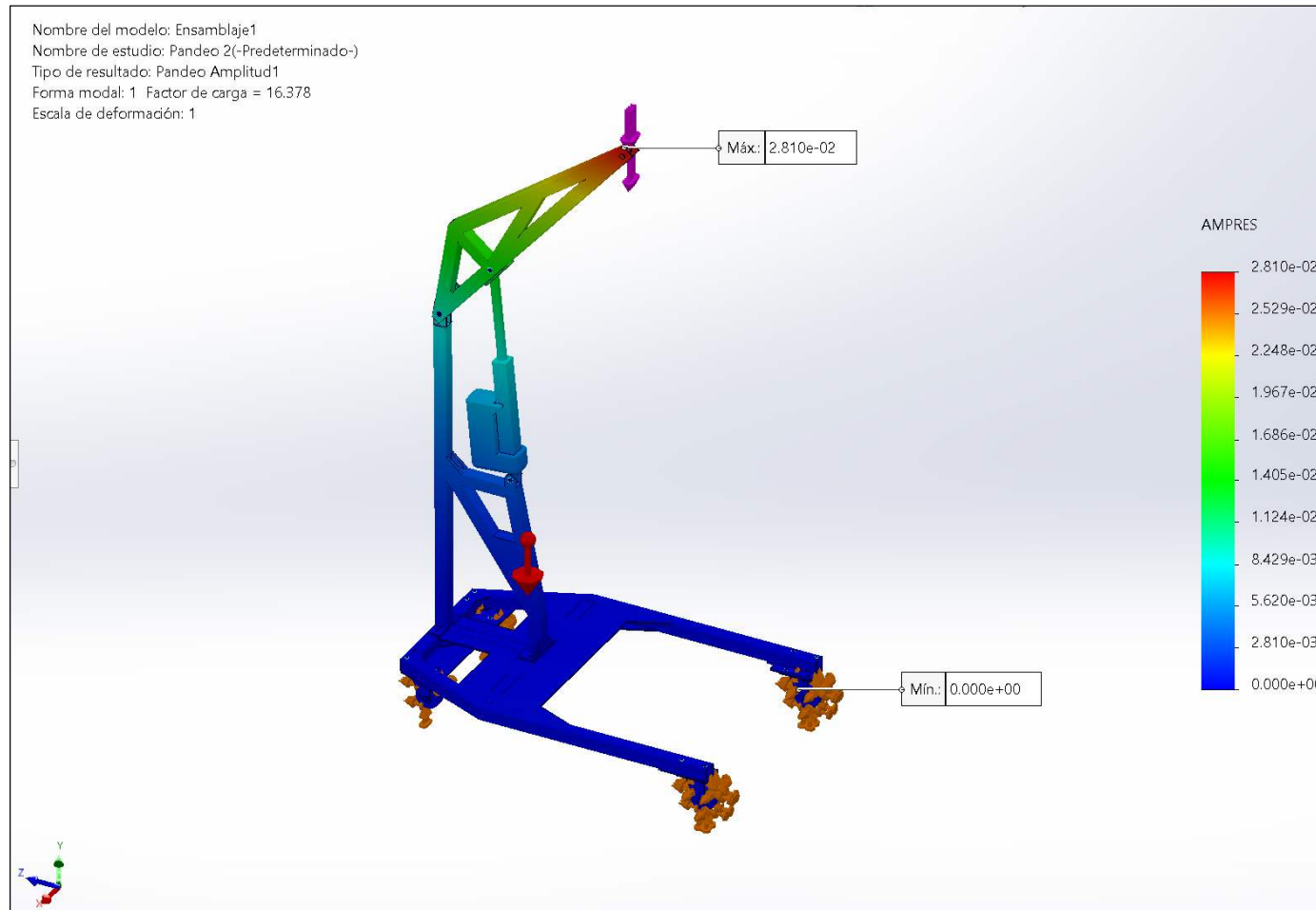
La Figura 39 muestra el análisis realizado cuando el ensamblaje se encuentra izado a media altura, logrando un factor de carga de 24.105, lo cual quiere decir, que la carga debe multiplicarse por dicho factor para que el mecanismo recién pueda fallar o pandearse.

La Figura 40 muestra el análisis realizado cuando el ensamblaje se encuentra izado a su mínima altura, logrando obtener un factor de carga de 23.811, significando que la carga debe multiplicarse por dicho valor para que el mecanismo pueda fallar o llegar al pandeo.

Por tanto, dichos resultados demuestran que el mecanismo de transporte o grúa diseñado es totalmente estable y no va a fallar, pudiendo ser implementado y posteriormente usado sin ningún riesgo.

Figura 38

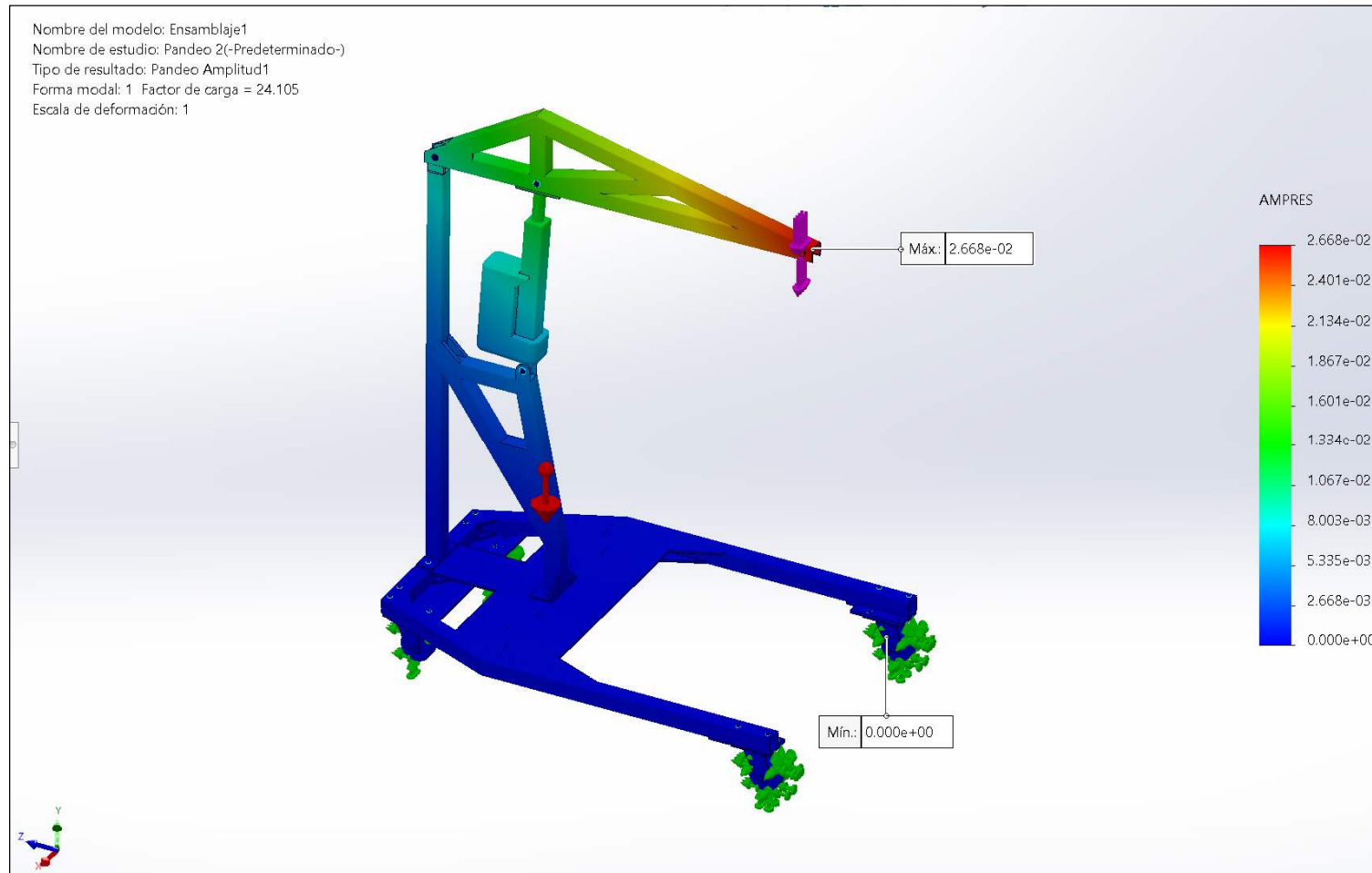
Análisis de pandeo a ensamble con altura máxima



Fuente: Elaboración propia con SolidWorks 2022.

Figura 39

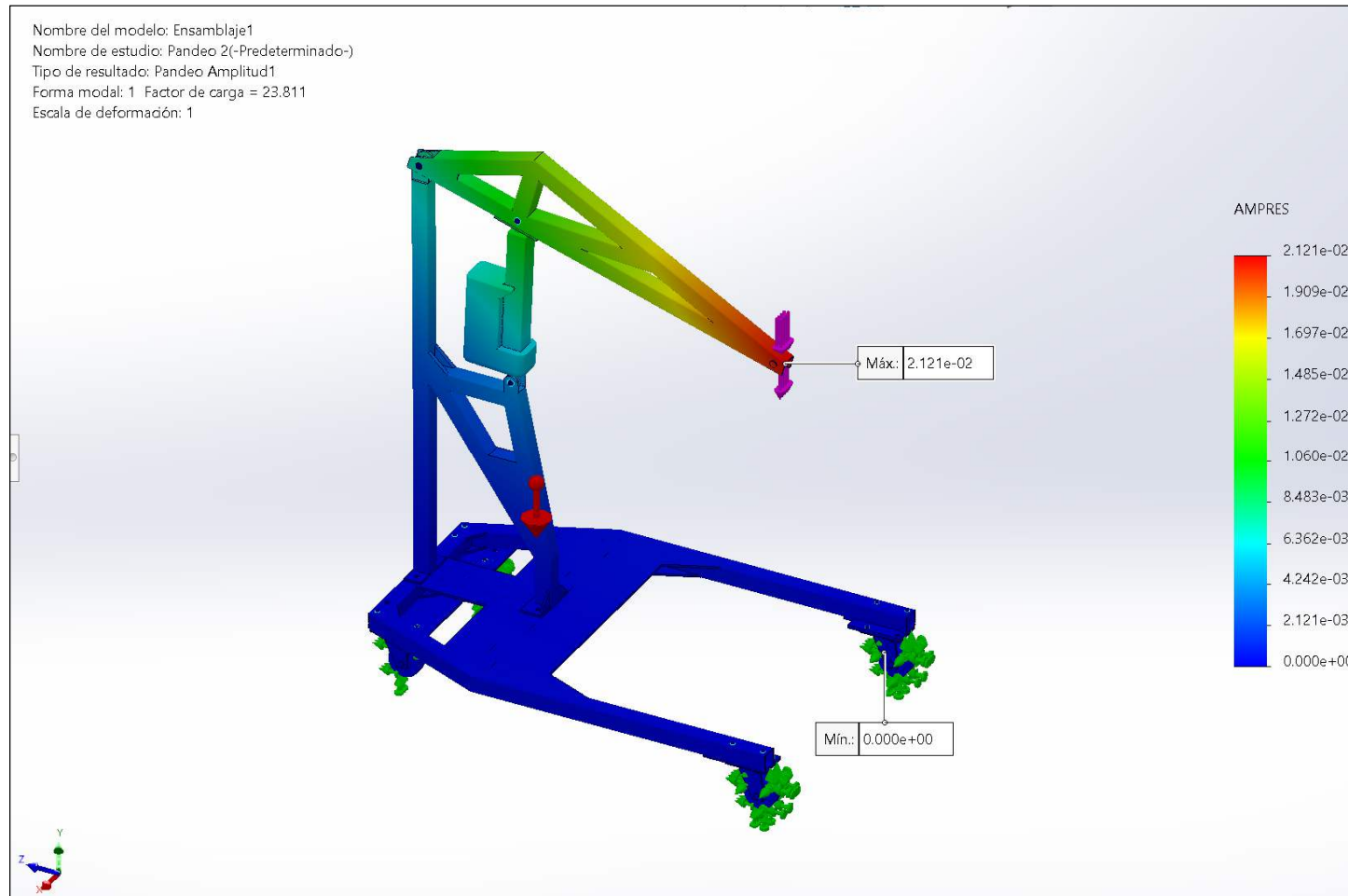
Análisis de pandeo a ensamblaje con altura media



Fuente: Elaboración propia con SolidWorks 2022.

Figura 40

Análisis de pandeo a ensamblaje con altura mínima



Fuente: Elaboración propia con SolidWorks 2022.

5.1.4. Presupuesto que conlleva implementar el mecanismo para traslado

Continuando con el desarrollo de los objetivos planteados, ahora es necesario calcular el presupuesto que conlleva implementar el mecanismo de traslado, para lo cual se elaboraron distintas tablas para poder tener por separado para concepto. La Tabla 5 brinda información sobre los materiales e insumos a utilizar, con sus costos unitarios y parciales, para luego obtener el subtotal que al incluirse el IGV se obtiene el costo total para el concepto mencionado, logrando un monto de S/.397.50.

Tabla 5

Presupuesto sobre insumos y materiales para el mecanismo de transporte

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Parcial
Actuador Lineal LINAK LA76	1 und	S/ 805.08	S/ 805.08
Brazo móvil (tubo 40mmx40mmx2.5mm)	1 und	S/ 550.85	S/ 550.85
Columna de soporte (tubo 40mmx40mmx2.5mm)	1 und	S/ 576.27	S/ 576.27
Base de soporte (tubo 40mmx40mmx2mm)	1 und	S/ 720.34	S/ 720.34
Pintura epóxica para base	3 gln	S/ 3.81	S/ 11.44
Pintura Gloss Acrílico para acabado	1 gln	S/ 80.51	S/ 80.51
Thinner	3/4 gln	S/ 50.85	S/ 38.14
Ruedas HOD con capacidad de hasta 100 kg	4	S/ 63.56	S/ 254.24
Percha o gancho para grúa de hasta 150 kg	1 und	S/ 76.27	S/ 76.27
Accesorios (pernos, tuercas, pasadores)	1 und	S/ 254.24	S/ 254.24
Subtotal por materiales sin IGV			S/ 3,367.37
IGV	18%		S/ 606.13
Costo total de materiales			S/ 3,973.50

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 6 muestra la información sobre el costo por mano de obra para la fabricación del mecanismo de transporte respecto al tema estructural, logrando determinar un costo total de S/.1320.00, incluyendo el IGV.

Tabla 6

Costo de mano de obra para fabricación estructural además de montaje

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Parcial
Montaje de elementos para mecanismo de transporte	1 glb	S/ 720.34	S/ 720.34
Instalación de ruedas	4 und	S/ 25.42	S/ 101.69
Instalación de actuador LINAK LA36	1 glb	S/ 296.61	S/ 296.61
Subtotal por mano de obra para fabricación			S/ 1,118.64
IGV	18%		S/ 201.36
Costo total por mano de obra para fabricación			S/ 1,320.00

Fuente: Elaboración propia.

De igual manera que para el montaje y fabricación estructural, se procedió a calcular el presupuesto para el sistema de control con relación al actuador seleccionado. La Tabla 7 permite observar el costo por materiales e insumos para el sistema de control que asciende a la suma de S/.1924.50.

Tabla 7

Costo de materiales e insumos para sistema de control

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Parcial
Módulo Nano Arduino	1 und	S/ 24.58	S/ 24.58
Pantalla LCD de 2x16 caracteres	1 und	S/ 25.42	S/ 25.42
Módulo Bluetooth	1 und	S/ 33.90	S/ 33.90
Tarjeta Puente H	1 glb	S/ 118.64	S/ 118.64
Reloj Calendario	1 und	S/ 33.90	S/ 33.90
Lámpara de señal de alarma (SIRENA)	1 und	S/ 4.66	S/ 4.66
Teclado	1 und	S/ 16.95	S/ 16.95
Cables, conectores, etc.	1 glb	S/ 118.64	S/ 118.64
Batería LINAK BAJL	1 und	S/ 974.58	S/ 974.58
Circuito electrónico adaptador a la balanza	1 und	S/ 186.44	S/ 186.44
Caja para sistema de control	1 und	S/ 93.22	S/ 93.22
Subtotal para materiales e insumos para sistema de control			S/ 1,630.93
IGV		18%	S/ 293.57
Costo total de materiales			S/ 1,924.50

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 8 detalla el costo total por mano de obra para sistema de control, donde se considera el diseño y armado de las tarjetas, programación más pruebas y la instalación del sistema en el mecanismo de transporte, donde el monto asciende a la suma de S/.900.00.

Tabla 8

Costo total por mano de obra para sistema de control

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Parcial
Diseño más armado de tarjeta puente H	1 glb	S/ 84.75	S/ 84.75
Quemado más armado de tarjeta digital	1 glb	S/ 177.97	S/ 177.97
Programación más pruebas del sistema de control	1 glb	S/ 288.14	S/ 288.14
Instalación del sistema en el mecanismo de transporte	1 glb	S/ 211.86	S/ 211.86
Subtotal para mano de obra de sistema de control			S/ 762.71
IGV		18%	S/ 137.29
Costo total para mano de obra de sistema de control			S/ 900.00

Fuente: Elaboración propia.

Para finalizar, se determina el costo global para la implementación del mecanismo de transporte propuesto, donde todo se resume en la Tabla 9, obteniendo un monto global que asciende a la suma de S/.8118.00.

Tabla 9

Resumen de costos para obtener el costo global para el mecanismo de transporte

Descripción	Costo total
Costo total de materiales	S/ 3,973.50
Costo total por mano de obra para fabricación	S/ 1,320.00
Costo total de materiales	S/ 1,924.50
Costo total para mano de obra de sistema de control	S/ 900.00
Costo total para implementar el mecanismo de transporte	S/ 8,118.00

Fuente: Elaboración propia.

5.2. Discusión de resultados

El hallazgo en el Hospital Belén de Lambayeque, donde el traslado de pacientes con discapacidad motriz se realiza de manera improvisada y riesgosa, guarda relación con lo identificado en diversos contextos internacionales y nacionales. En Ecuador, Tene & Sozoranga (2022) resaltaron la importancia de diseñar soluciones estructurales específicas para personas con movilidad reducida, subrayando cómo los parámetros de peso y dimensiones condicionan la propuesta, aspecto coincidente con los requerimientos encontrados en Lambayeque. De manera similar, Ajila & Cruz (2022) destacaron la necesidad de dispositivos ergonómicos y seguros que respondan a limitaciones motrices, logrando un diseño plegable con capacidad de 100 kg, lo cual muestra cómo las necesidades de seguridad y accesibilidad son comunes en distintos escenarios. Por su parte, Villareal et al. (2021) evidenciaron que, en Colombia, el desarrollo de medios de transporte adaptados también responde a la búsqueda de equilibrio entre funcionalidad, accesibilidad y costo, reforzando la pertinencia de plantear un mecanismo hospitalario robusto. A nivel nacional, Arias (2020) señaló que identificar las necesidades reales de los usuarios es clave para diseñar equipos de bajo costo y alta funcionalidad, lo cual se refleja en la propuesta de un mecanismo hospitalario para 150 kg con control remoto. Asimismo, Flores & Rodríguez (2019) confirmaron la importancia de reducir los riesgos ergonómicos del personal asistencial mediante grúas controladas electrónicamente, concordando con la necesidad de soluciones seguras para proteger tanto a pacientes como a cuidadores. Finalmente, Chang (2022), en un hospital de Chiclayo, también identificó limitaciones en la movilidad de pacientes y propuso una grúa móvil con factores de seguridad elevados, reafirmando la coincidencia regional sobre la urgencia de mecanismos especializados y confiables.

La selección de los componentes del mecanismo de transporte, que integran acero A500 y un actuador lineal de gran capacidad junto con un sistema electrónico basado en Arduino y Bluetooth, se vincula estrechamente con los antecedentes revisados. Tene & Sozoranga (2022) emplearon ajustes

estructurales y motores eléctricos acoplados a un chasis reforzado, lo cual evidencia la importancia de combinar materiales resistentes con soluciones tecnológicas para garantizar un desempeño seguro. De manera análoga, Ajila & Cruz (2022) recurrieron al acero y a manufactura aditiva para diseñar una caminadora adaptable, demostrando que la correcta integración de elementos mecánicos y accesorios innovadores mejora la funcionalidad de dispositivos de rehabilitación. Villareal et al. (2021) también resaltaron la relevancia de seleccionar componentes disponibles localmente, como baterías y motores asequibles, lo cual coincide con la elección de un sistema electrónico de bajo costo y alta disponibilidad como el Arduino Nano y el módulo Bluetooth HC-06. En el contexto peruano, Arias (2020) sostuvo que la selección de materiales y dimensiones debe garantizar estabilidad y resistencia, similar al planteamiento del presente mecanismo. Flores & Rodríguez (2019), al integrar actuadores lineales y control lógico difuso en una grúa de bipedestación, evidenciaron la trascendencia de la electrónica en el control de dispositivos hospitalarios. Finalmente, Chang (2022) aplicó criterios de cálculo y simulación en SolidWorks para seleccionar elementos estructurales con alto margen de seguridad, aspecto congruente con la definición de la estructura de acero A500 y sus complementos.

La validación del diseño a través de simulaciones en SolidWorks, que confirmaron esfuerzos máximos dentro de límites permisibles, desplazamientos mínimos y factores de seguridad superiores a 3, se encuentra en línea con los antecedentes. Ajila & Cruz (2022) emplearon análisis por elementos finitos para evaluar esfuerzos y deformaciones en una caminadora pasiva, garantizando que el diseño cumpliera condiciones mecánicas seguras, lo cual coincide con la metodología aplicada en el mecanismo de transporte hospitalario. En la misma línea, Arias (2020) utilizó SolidWorks para corroborar que las dimensiones y materiales de su dispositivo eran adecuados, destacando que este tipo de validaciones permiten mayor confianza en la propuesta final. Chang (2022) reportó también resultados de esfuerzos y factores de seguridad mediante simulación, con valores que demostraron la resistencia de la estructura, reforzando la

fiabilidad del método empleado en la presente investigación. Aunque Tene & Sozoranga (2022) y Villareal et al. (2021) no se centraron en software especializado, sí plantearon verificaciones de resistencia y funcionalidad que validan el cumplimiento de parámetros críticos, reforzando el argumento de que las simulaciones son herramientas clave en el diseño de dispositivos para personas con discapacidad. En conjunto, estos antecedentes evidencian que el uso de simulaciones virtuales no solo asegura el cumplimiento estructural, sino que también optimiza el diseño antes de la fabricación, aspecto esencial en proyectos de carácter hospitalario.

El cálculo del presupuesto, que arrojó un costo total de S/. 8118.00, confirma la viabilidad económica del proyecto y encuentra respaldo en investigaciones previas que resaltaron la importancia de dispositivos accesibles. Tene & Sozoranga (2022) concluyeron que su prototipo eléctrico tenía un costo relativamente bajo frente a las funciones ofrecidas, lo que coincide con la idea de optimizar el gasto sin sacrificar la utilidad. Ajila & Cruz (2022) destacaron que su caminadora, con un costo de 260 dólares, era competitiva en el mercado, confirmando que los dispositivos de apoyo deben ser asequibles para su masificación. En Colombia, Villareal et al. (2021) enfatizaron que el triciclo diseñado también ofrecía un costo reducido en relación con alternativas similares, lo que valida la necesidad de mantener un equilibrio entre calidad y accesibilidad económica. En el Perú, Arias (2020) demostró que su dispositivo resultaba más económico que los disponibles en el mercado, reforzando el criterio de sostenibilidad económica. Flores & Rodríguez (2019), al diseñar una grúa hospitalaria, subrayaron la factibilidad de integrar componentes eléctricos y mecánicos sin elevar desmesuradamente los costos, coincidiendo con la propuesta actual. Finalmente, Chang (2022) reportó un presupuesto de S/. 4530.50, mostrando que, aunque existen variaciones de costos según complejidad y componentes, los proyectos son económicamente viables dentro del contexto hospitalario peruano. Estos antecedentes respaldan que el costo global obtenido no solo es competitivo, sino que garantiza la implementación integral del mecanismo de traslado con control remoto.

CAPÍTULO VI : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- El estudio en el Hospital Belén de Lambayeque evidenció que el traslado de pacientes con discapacidad motriz se realiza de manera improvisada, sin mecanismos adecuados y con riesgos tanto para el personal como para los pacientes, donde se lograron identificar parámetros esenciales como peso máximo superior a 100 kg y dimensiones de los ambientes que condicionan el diseño, donde dichos resultados confirman la necesidad de implementar un mecanismo de traslado seguro, con capacidad de 150 kg y control Bluetooth, que optimice el trabajo del personal y brinde mayor seguridad a los pacientes.
- La selección de los componentes del mecanismo de transporte definió una estructura en acero A500 con brazo móvil, columna de soporte, base de soporte y ruedas hospitalarias para 100 kg de capacidad, dimensionados con factores de seguridad adecuados, donde se eligió el actuador lineal LINAK LA76 con capacidad de 6800 N, garantizando la resistencia requerida y se integró un sistema de control con placa Nano Arduino, módulo Bluetooth HC-06, sensores de peso y batería LINAK BAJL, estos elementos aseguran un diseño seguro, confiable y con control remoto, combinando adecuadamente la parte mecánica y electrónica del mecanismo.
- La simulación del mecanismo de transporte para la capacidad de 150 kg permitió validar el diseño estructural y los componentes seleccionados mediante el modelado y ensamblaje en SolidWorks 2022, se analizaron tres posiciones de operación (máxima altura, altura media y mínima altura), obteniéndose un esfuerzo máximo de 87.32 MPa, desplazamientos reducidos menores a 5 mm y factores de seguridad por arriba de 3 en todos los casos., donde estos resultados confirman que los materiales, dimensiones y elementos escogidos cumplen con los requerimientos de resistencia y estabilidad, asegurando un funcionamiento confiable del mecanismo con integración del sistema de control mediante tecnología Bluetooth.
- El cálculo del presupuesto para la implementación del mecanismo de

transporte con capacidad de hasta 150 kg y conexión Bluetooth permitió determinar que el costo global asciende a S/.8118.00, considerando materiales, insumos y mano de obra tanto para la parte estructural como para el sistema de control, de dicho monto, S/.3973.50 corresponden a materiales de la estructura, S/.1320.00 a la mano de obra de fabricación, S/.1924.50 a los insumos electrónicos del sistema de control y S/.900.00 a su instalación y programación, por ende, dichos resultados confirman la viabilidad económica del proyecto y proporcionan una estimación clara para su implementación integral.

6.2. Recomendaciones

- El traslado de pacientes con discapacidad motriz en el Hospital Belén de Lambayeque requiere un mecanismo especializado que reduzca riesgos y optimice el esfuerzo del personal, quedando pendiente la posibilidad de perfeccionar su diseño para diferentes contextos hospitalarios.
- La selección de los componentes mecánicos y electrónicos permitió consolidar una propuesta segura y funcional, aunque todavía se abre la necesidad de explorar materiales o tecnologías que ofrezcan mayor eficiencia y durabilidad.
- La simulación en SolidWorks confirmó que la estructura soporta la carga de 150 kg con márgenes de seguridad aceptables, sin embargo, aún queda por ampliar los ensayos hacia condiciones más extremas de uso que podrían surgir en la práctica clínica.
- El presupuesto estimado demuestra la viabilidad económica del proyecto, pero sigue abierta la opción de evaluar alternativas de menor costo o financiamiento que faciliten su implementación en distintos hospitales del país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ajila Loayza, I. P., & Cruz Bayas, J. J. (2022). *Diseño de una caminadora para niños con discapacidad motriz en extremidades inferiores*. Repositorio de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Álvarez Bustamante, C. I., & Paredes Vera, J. C. (2019). *Diseño de un sistema de grúa eléctrica para el manejo y traslado de pacientes con movilidad limitada*. Repositorio Institucional de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Arias Correa, B. P. (2020). *Diseño de un dispositivo para traslado y elevación de personas con discapacidad motriz*. Repositorio de la Universidad César Vallejo.
- Arranz, E. (11 de abril de 2023). *Qué es la discapacidad motora*. Fundación Adecco: <https://fundacionadecco.org/blog/que-es-la-discapacidad-motora/>
- Avilez Arévalo, P. J., & Fajardo Sigua, K. D. (2019). *Diseño, construcción e implementación de una grúa móvil para el transporte de personas con discapacidad*. Repositorio de la Universidad Politécnica Salesiana.
- Camargo Aguilar, D., Cruz Flores, R., Gonzalez Villa, J. C., & Maqueda Rodríguez, L. (2005). *Sistema de grúas para personas discapacitadas para el Centro de Rehabilitación Infantil Teletón; derivado del proyecto de investigación CGPI NO. 20031103*. Repositorio de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.
- Chang Luna, Y. Y. (2022). *Diseño de una grúa móvil para el traslado de pacientes con discapacidad motriz del área de traumatología del Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo*. Repositorio de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- Crisnebar. (2024). *Grúa de piscina desde el suelo*. <https://crisnebar.com/producto/grua-de-piscina/>
- Equipamiento Tapia. (2024). *Grúa para baño BG-10005*. <https://www.equipamientostapia.es/producto.php/es/Grua-para-bano-BG--10005/4802>

- Flores Pérez, P. Y., & Rodríguez Lizano, Y. P. (2019). *Diseño e implementación de una grúa de bipedestación controlada por lógica difusa para la movilización de pacientes con grados de dependencia 3 y 4 en el Hospital de Emergencias Grau - ESSALUD*. Repositorio de la Universidad Ricardo Palma.
- Hernández Gaviño, R. (2010). *Introducción a los sistemas de control: Conceptos, aplicaciones y simulación con MATLAB*. Pearson.
- Morales-Pérez, L., Caro-Cabezas, J., Amador-Cáceres, B., & García-Caicedo, J. (2021). Diseño de dispositivo mecánico para el traslado de pacientes con discapacidad motriz. *Revista UIS Ingenierías*, 21(1), 1-14. <https://doi.org/10.18273/revuin.v21n1-2022001>
- Mundo NANO. (2025). *Uno de los chicos de la familia*. (Proto Supplies) Retrieved 11 de Noviembre de 2020, from <http://www.bolanosdj.com.ar/MOVIL/ARDUINO2/mundonano.htm>
- Ortopedia Mimas. (30 de septiembre de 2021). *Cómo elegir el mejor arnés para grúa de traslado de enfermos y personas con discapacidad*. <https://www.ortopediamimas.com/blog-de-ortopedia/mejor-arnes-de-grua-para-enfermos/>
- STS Medical. (2024). *Grúa de techo*. <https://stsmedical.com/211-grua-de-techo-hospitalaria-para-pacientes>
- Sunrise Medical. (22 de mayo de 2020). *Todo acerca de las grúas de traslado para pacientes*. <https://www.sunrisemedical.es/blog/gruas-de-traslado-para-pacientes>
- Tene Medina, H. F., & Sozoranga Martínez, J. F. (2022). *Prototipo de vehículo monoplaza con motor eléctrico para personas con discapacidad motora en extremidades inferiores que se trasladan en silla de ruedas en la ciudad de Loja, periodo abril - octubre 2022*. Repositorio del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano.
- Villareal, J. S., Benavides, W., Ibarra, Á., Piamba, T., & Morán, R. (2021). Desarrollo de un triciclo para personas con capacidad diferencial en sus miembros

inferiores. *Ingeniare*, 17(30), 29-40. <https://doi.org/10.18041/1909-2458/ingeniare.30.7924>

WordPress. (27 de Julio de 2018). *Aprendiendo Arduino: Bluetooth en Arduino*. Retrieved 12 de Noviembre de 2020, from <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/11/13/bluetooth-en-arduino/>

ANEXOS

Anexo 1 – Instrumentos de recolección de datos

Cuestionario

Datos generales:

Edad: _____ años

Género: [M] [F] Ocupación: _____

Información específica

Cuidado del área de enfermería

1. Al momento de iniciar con el traslado de los pacientes con discapacidad motriz ¿Utiliza una postura adecuada para no dañar su cuerpo debido al peso?
2. Cuando se presenta un tipo de traslado con un riesgo alto ¿Suele solicitar apoyo de sus colegas u otras personas cercanas al paciente?
3. ¿Utiliza algún medio o mecanismo de transporte para el traslado del paciente con el fin de poder contrarrestar el sobreesfuerzo que se puede generar?
4. ¿Cuál es la frecuencia con que efectúa el traslado de pacientes con discapacidad motriz?
5. ¿Puede brindar algún aporte para poder mejorar o corregir el proceso de traslado de pacientes con discapacidad motriz?
6. ¿Con que frecuencia se presentan pacientes con discapacidad motriz en el hospital?
7. ¿Podría brindarme información sobre el peso de los pacientes con discapacidad motriz que se atendieron en el hospital durante los últimos 6 meses?

Registro de datos

Dimensión de los ambientes del área de traumatología donde son hospitalizados los pacientes con discapacidad motriz y puede pasar el mecanismo de transporte propuesto.

Ambiente	Dimensiones (m)
Pasillos	Anchura, altura
Cuartos	Anchura, altura, largo
Camilla	Anchura, altura
Cama (variable)	Altura mínima, altura máxima, anchura
Puertas	Anchura, altura

Anexo 2 – Ficha técnica actuador lineal LINAK LA76

TECHLINE
BY LINAK

Linear Actuator LA76 Data Sheet



LINAK.COM/TECHLINE

LINAK® 
WE IMPROVE YOUR LIFE

Contents

Preface	3
Terms of use	4
Introduction	5
Safety instructions.....	5
Features	7
Options in general	7
Usage	8
Ordering example	9
Load vs stroke length	11
Technical specifications	12
Speed and current curves.....	13
Current limits	15
Stroke and built-in tolerances.....	15
Built-in dimensions.....	15
Keep a clearance when mounting a bracket.....	16
Durability for piston rod eyes	18
Piston rod eyes.....	19
All dimensions are in mm.....	19
Back fixtures	22
Back fixture orientation.....	24
Cable mounting.....	25
Cables	26
Power cable dimensions.....	26
9-pin Signal cable dimensions.....	26
Cable kit article numbers	27
Environmental tests – Climatic	29
Environmental tests - Mechanical	31
Environmental tests - Electrical	31
Contacts	32

Preface

Dear User,

We are delighted that you have chosen a LINAK® product.

LINAK systems are high-tech products based on many years of experience in the manufacture and development of actuators, lifting columns, desk frames, electric control boxes, controls, batteries, accessories and chargers.

This User Manual does not address the end user. It is intended as a source of information for the equipment or system manufacturer only, and it will tell you how to install, use and maintain your LINAK electronics. The manufacturer of the end product has the responsibility to provide a User Manual, where relevant safety information from this manual is passed on to the end user.

We are convinced that your LINAK product/system will give you many years of problem-free operation.

Before our products leave the factory, they undergo both function and quality testing. Should you, nevertheless, experience problems with your product/system, you are always welcome to contact your supplier.

LINAK subsidiaries and some distributors situated all over the world have authorised service centres, which are always ready to help you. Locate your local contact information on the back page.

LINAK provides a warranty on all products. (See warranty section).

This warranty, however, is subject to correct use in accordance with the specifications, maintenance being done correctly, and any repairs being carried out at a service centre, which is authorised to repair LINAK products.

Changes in installation and use of LINAK systems can affect their operation and durability. The products may only be opened by authorised personnel.

This User Manual has been written based on the present technical knowledge. LINAK reserves the right to carry out technical modifications and keeps the associated information updated.

LINAK A/S

Terms of use

LINAK® takes great care in providing accurate and up-to-date information on its products. However, the user is responsible for determining the suitability of LINAK products for a specific application.

Due to continual development, LINAK products are subject to frequent modifications and changes. LINAK reserves the rights to conduct modifications, updates, and changes without any prior notice. For the same reason, LINAK cannot guarantee the correctness and actual status of imprinted information on its products.

LINAK uses its best efforts to fulfil orders. However, for the reasons mentioned above, LINAK cannot guarantee availability of any particular product at any given time. LINAK reserves the right to discontinue the sale of any product displayed on its website or listed in its catalogues or in other written material created and produced by LINAK, LINAK subsidiaries, or LINAK affiliates.

All sales are subject to the 'Standard Terms of Sale and Delivery for LINAK A/S' available on LINAK websites.

LINAK and the LINAK logotype are registered trademarks of LINAK A/S. All rights reserved.

Introduction

Versatile electric linear actuator that delivers both robustness and long-term reliability. It excels in challenging environments and is a wise choice for a wide array of industrial machinery and applications that require high-level performance.

Safety instructions

Please read this safety information carefully.

Be aware of the following three symbols throughout the document:



Warning!

Failing to follow these instructions can cause accidents resulting in serious personal injury.



Recommendations

Failing to follow these instructions can result in the actuator suffering damage or being ruined.



Additional information

Usage tips or additional information that is important in connection with the use of the actuator.

Furthermore, ensure that all staff who are to connect, mount, or use the actuator are in possession of the necessary information and that they have access to this document.

Persons who do not have the necessary experience or knowledge of the product/products must not use the product/products. Besides, persons with reduced physical or mental abilities must not use the product/products, unless they are under surveillance or they have been thoroughly instructed in the use of the apparatus by a person who is responsible for the safety of these persons.

Moreover, children must be under surveillance to ensure that they do not play with the product.

Before you start mounting/dismounting, ensure that the following points are observed:

- The actuator is not in operation.
- The actuator is free from loads that could be released during this work.

Before you put the actuator into operation, check the following:

- The actuator is correctly mounted as indicated in the relevant user instructions.
- The equipment can be freely moved over the actuator's whole working area.
- The actuator is connected to a mains electricity supply/transformer with the correct voltage and which is dimensioned and adapted to the actuator in question.
- Ensure that the voltage applied matches to the voltage specified on the actuator label.
- Ensure that the connection bolts can withstand the wear.
- Ensure that the connection bolts are secured safely.

During operation, please be aware of the following:

- Listen for unusual sounds and watch out for uneven running. Stop the actuator immediately if anything unusual is observed.
- Do not sideload the actuator.
- Only use the actuator within the specified working limits.
- Do not step on or kick the actuator.

When the equipment is not in use:

- Switch off the mains supply in order to prevent unintentional operation.
- Check regularly for extraordinary wear.

Classification

The equipment is not suitable for use in the presence of a flammable anaesthetic mixture with air or with oxygen or nitrous oxide.

Warnings

- Do not sideload the actuator.
- When mounting the actuator in the application ensure that the bolts can withstand the wear and that they are secured safely.
- If irregularities are observed, the actuator must be replaced.

**Recommendations**

- Do not place load on the actuator housing.
- Prevent impact or blows, or any other form of stress to the housing.
- Ensure that the cable cover is mounted correctly. Use 3.5 Nm torque.
- Ensure that the duty cycle and the usage temperatures for LA76 actuators are respected.
- Ensure that the cable cannot be squeezed, pulled or subjected to any other stress.
- Furthermore, it will be good practice to ensure that the actuator is fully retracted in the "normal" position. The reason is that there will be a vacuum inside the actuator if it is extended which over time can lead to water entering the actuator.

Features

- Protection class: IP66 for outdoor use (dynamic). Furthermore, the actuator can be washed down by a high pressure cleaner (IP69K - static)
- Highly efficient acme thread spindle
- Safety factor 2: The actuator has been certified to withstand static loads that are twice the magnitude of its dynamic load capacity without sustaining damage.
- Hand crank for manual operation
- Integrated brake with high self-lock ability
- Endplay: max. 3.5 mm
- Non-rotating piston rod eye
- Noise level: 73 dB (A). Measuring method: DS/EN ISO 3746 (actuator not loaded)
- Built-in Zero Point positioning
- Heavy duty aluminium housing for harsh conditions
- Hall effect sensor for precise positioning
- Current monitoring

Options in general

- 24 / 48 V DC Brushless motor
- Load from 500 N - 6,800 N depending on gear ratio and spindle pitch
- Max. speed 142 mm/sec. depending on gear ratio and spindle pitch
- Stroke length from 100 to 1,200 mm
- Back fixture turnable in steps of 30 degrees
- Exchangeable cables in different lengths
- When ordering AISI (304 and up) piston rod eye and back fixture, stainless steel screws are automatically included
- Endstop reached signals
- IC options including:
 - I/O
 - Ethernet/IP
 - Modbus TCP/IP
 - Modbus RTU
 - IO-Link
 - CAN SAE J1939
 - CANopen
 - PROFINET
- Specific interface user manuals are available at the [TECHLINE webpage](#) containing both Connection Diagrams and I/O Specifications
- PC configuration tool (Actuator Connect™)

Usage

- Duty cycle up to 600 mm stroke: max. 20% (4 min. drive and 16 min. rest)
- Duty cycle at 601-999 mm stroke: max. 15% (3 min. drive and 17 min. rest)
- Duty cycle at 1,000-1,200 mm stroke: max. 10% (2 min. drive and 18 min. rest)
- Ambient operating temperature: Full performance from +5 °C to +40 °C
-30 °C (reduced load 50%) to + 85 °C (reduced duty cycle 10%)
-40 °C (no load)
- Storage temperature:
(Actuator is not activated/connected) -40 °C to +70 °C
-40 °C to +85 °C for 72 hours
-55 °C to +95 °C for 24 hours for Standard platform
-55 °C to +105 °C for 24 hours for Integrated Control platform
Acclimatization before usage.
- Relative humidity:
(Actuator is not activated/connected) Full performance from 20 % to 80 % - non-condensing
- Cyclic state: 93 % to 98 % - non-condensing +25 °C to +55 °C for 12 hours
- Steady state 93 % to 95 % - non-condensing +40 °C for 56 Days
- Atmospheric pressure: 700 to 1060 hPa
- Meters above sea level: Max. 3000 meters

Ordering example

76 120 200 0 H C3 2 6 = 6 1 6 G 3 0300 N C S 0 0 0

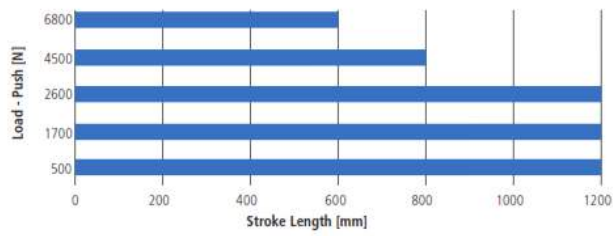
Actuator Type	76	= LA76		
Spindle Type	120	= 12 mm	200	= 20 mm
Stroke length	200	= ≤ 995 Length in mm (50-995)	Axx	= 10xx Length in mm (1,000-1,095)
	Bxx	= 11xx Length in mm (1,100-1,195)	C00	= 1,200 Length in mm
Safety	0	= No safety nut		
Feedback	0	= No feedback	A	= Analogue feedback (Hall potentiometer)
	H	= Dual Hall	X	= Special
	K	= Single Hall		
Platform			9-pin	
		Zero Point		Zero Point with split supply
	B3	= I/O (Basic)	A7	= CAN SAE J1939
	C3	= I/O (Customised)	A8	= CANopen
	F3	= I/O (Full)	0E	= Modbus TCP/IP
	0B	= IO-Link	2E	= Ethernet/IP
	14	= Modbus RTU	4E	= PROFINET
			XX	= Special
Motor type	2	= 24 V BLDC	4	= 48 V BLDC
IP	6	= IP66 - Reinforced house		
Motor type	=	= Brushless Direct Current (BLDC)		
Colour	6	= Dark olivish grey NCS S7000-N	X	= Special
Back fixture	1	= 0 degrees	3	= Ball eye
	A	= 30 degrees	4	= Outer thread
	B	= 60 degrees	5	= Inner thread
	2	= 90 degrees	6	= Rotated (30° interval)
	C	= 120 degrees	D	= 150 degrees
			X	= Special
Piston rod eye	1	= With slot	5	= Inner thread
	2	= Solid	6	= Ball eye
	4	= Outer thread	X	= Special

Gear	E	= Ratio 1:7	F	= Ratio 1:18
	G	= Ratio 1:31	H	= Ratio 1:46
Brake	3	= Push/Pull		
Built-in dimension	0300	= mm (min. length)	XXXX	= mm
Endstop reached output*	A	= A_HIGH / A_HIGH	B	= A_LOW / A_HIGH
	C	= A_HIGH / A_LOW	D	= A_LOW / A_LOW
	N	= LOW / LOW	X	= Special
Plug type	0	= No plug (when no cable is chosen)	H	= AMP
	J	= Deutsch (DT4)	K	= AMP Super Seal
	9	= Deutsch - Moulded	7	= AMP Super Seal - Moulded
	C	= Flying leads (when no connector is chosen)	E**	= M12 Ethernet Y-cable
	N	= M12 IO-Link cable	R	= M12 Modbus RTU cable
			X	= Special
Cable	0	= No cable selected	S**	= Straight
	Y	= Y-cable	X	= Special
Parallel mode	0	= Not parallel	2-8	= Critical parallel (number of actuators in the parallel system)
SW Config.	0	= Standard software	X	= Special software
Not used	0	= Not used		

* A_High is active high and A_LOW is active low. HIGH is constant high and LOW is constant low.
 Active high: The signal goes from low to high, when the endstop is reached.
 Active low: The signal goes from high to low, when the endstop is reached.
 Low: The signal stays low at all times.

** Actuators with Ethernet/IP are only compatible with Plug type E and Cable type S
 (ordering number: CAB0367402)

Load vs stroke length



Please note:

500-1,700 N is with 20 mm spindle pitch

500-6,800 N is with 12 mm spindle pitch

- For applications that only operate in pull, the limitations are 1,200 mm stroke and 6,800 N load.

Technical specifications

24 V

Push/ pull max. (N)	Self- lock min. (N) Push/ pull	Pitch (mm/ spindle rev.)	Gear/ Ratio	Hall Resolution mm/count	End- play in mm	Regu- lated speed (mm/s)	Standard stroke lengths (mm) in steps of 50 mm	Typical amp. (A)	
								No load	Full load
500	1,000	20	E 1:7	0.721	4.5	142	100-1,200	2	12
1,700	2,200	20	F 1:18	0.721	3.5	65	100-1,200	1	12
2,600	3,400	12	F 1:18	0.433	2.6	39	100-1,200	1	12
4,500	5,800	12	G 1:31	0.254	2.3	23	100-1,200**	1	12
6,800	8,800	12	H 1:46	0.166	2.2	15	100-1,200**	1	12

48 V

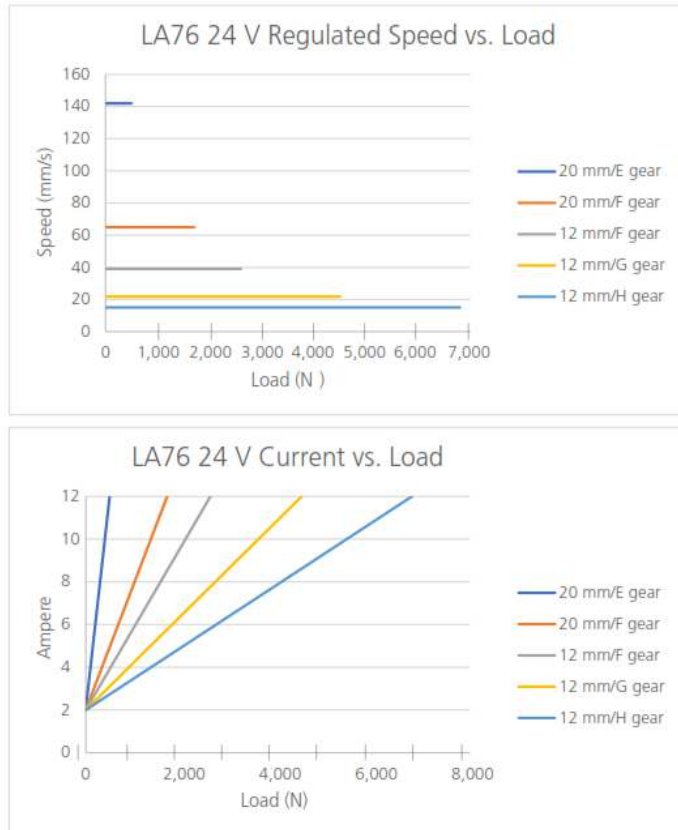
Push/ Pull max. (N)	Self- lock min. (N) Push/ Pull	Pitch (mm/ Spindle rev.)	Gear/ Ratio	Hall Resolution mm/count	End- play in mm	Regu- lated speed (mm/s)	Standard stroke lengths (mm) in steps of 50 mm	*Typical amp. (A)	
								No load	Full load
500	1,000	20	E 1:7	0.721	4.5	142	100-1,200	1	6
1,700	2,200	20	F 1:18	0.721	3.5	65	100-1,200	1	6
2,600	3,400	12	F 1:18	0.433	2.6	39	100-1,200	1	6
4,500	5,800	12	G 1:31	0.254	2.3	23	100-1,200**	1	6
6,800	8,800	12	H 1:46	0.166	2.2	15	100-1,200**	1	6

* The typical values can have a variation of $\pm 20\%$ on the current values and $\pm 10\%$ on the speed values. Measurements are made with an actuator in connection with a stable power supply and an ambient temperature at 20°C.

** There are limitations on the stroke length. If you need full load, please see "Load v. Stroke Length".

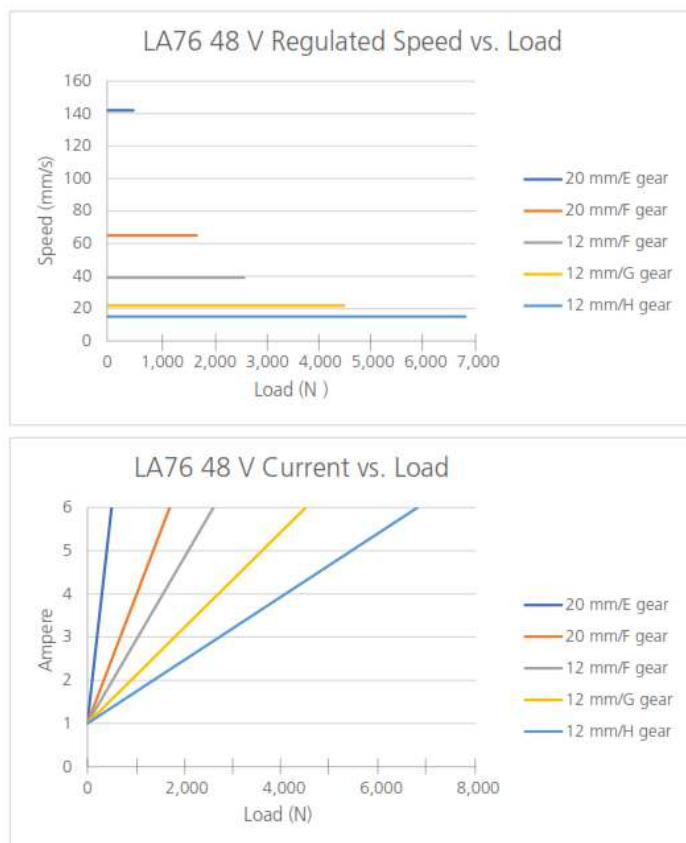
Speed and current curves

The values below are typical values and made with a stable power supply and an ambient temperature of 20°C.



Speed and current curves

The values below are typical values and made with a stable power supply and an ambient temperature of 20°C.



All measurements above describe the spindle pitch (e.g. 20mm) and the gear type (e.g. H gear) of the actuator.

Current limits

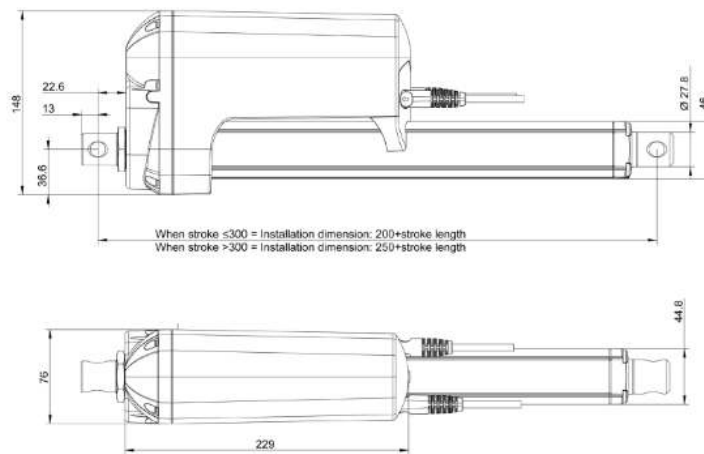
Platform	24 V	48 V	Reference temperature: 0°C
All	13 A	8 A	Above
	26 A	13 A	Below

Stroke and built-in tolerances

Platform	Stroke tolerance	Example for 200 mm stroke	BID tolerance	Example for 400 mm BID
All	+/- 2 mm	198 to 202 mm	+/- 2 mm	398 to 402 mm

Built-in dimensions

All dimensions are in mm



 The above dimensions apply for all piston rod eyes and back fixtures.

Keep a clearance when mounting a bracket

-  When mounting a custom bracket on the moving part of the actuator, please observe the minimum clearance between bracket and cylinder top, when fully retracted, to avoid jamming and destruction of actuator drive train.



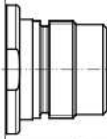
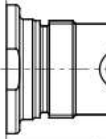
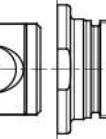
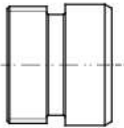
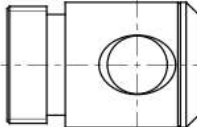
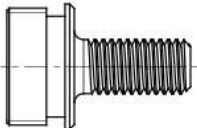
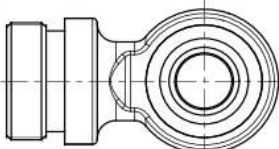
With Zero Point the minimum stroke is 100 mm

The Zero Point Initialisation Zone is located between 35-75 mm going from the most inward position.

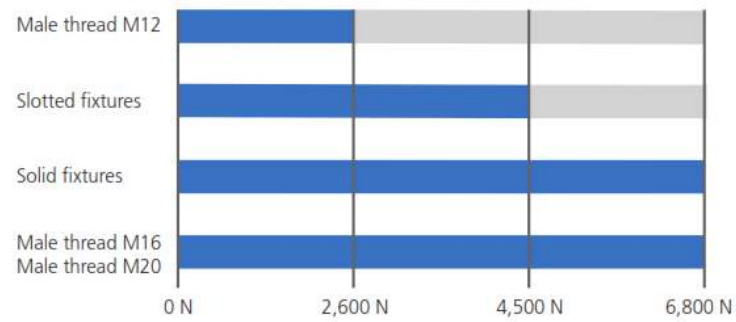
The movement passing the zone has to be stable for the initialisation to succeed. No virtual limits can be set in the initialisation zone.

Built-in dimensions with different PRE and BF

All dimensions are in mm

	Back fixture								
Length of stroke		<=300 >300		<=300 >300		<=300 >300		<=300 >300	
Piston rod eye		Inner thread - from the surface		Solid or slotted fixture - to center of the hole		Outer thread - from the surface			
	Inner thread - from the surface	189	239	195	245	180	230		
	Solid or slotted fixture - to center of the hole	194	244	200	250	185	235		
	Outer thread - from the surface	181	231	187	237	173	223		
	Ball eye - to center of the hole	209	259	215	265	200	250		

Durability for piston rod eyes and back fixtures



Blue = Full Lifetime

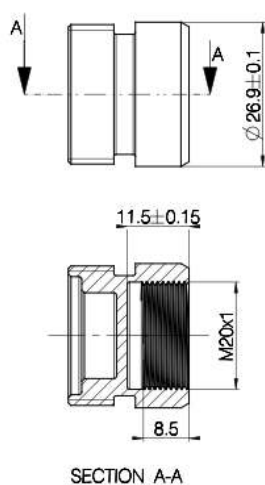
Grey = Reduced lifetime

(If e.g. a Male thread M12 is used with an actuator with a larger load than 2,600 N and a Slotted fixture is used with an actuator with a larger load than 4,500 N their lifetime will be shorter than if the other fixtures are chosen).

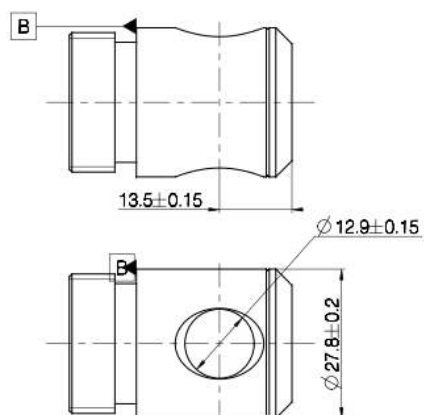
Piston rod eyes

All dimensions are in mm.

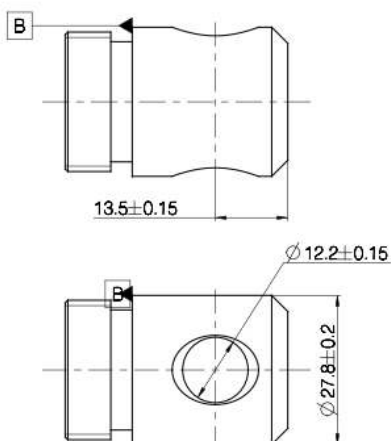
LINAK P/N: 0361016
AISI 303



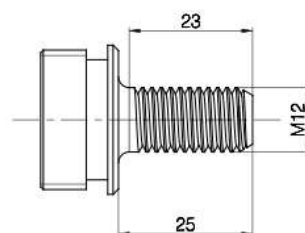
LINAK P/N: 0361018
Free-cutting steel with galvanised surface



LINAK P/N: 0361109
Free-cutting steel with galvanised surface



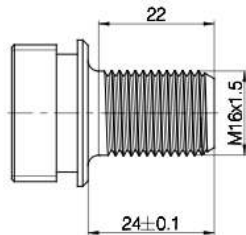
LINAK P/N: 0361224
AISI 303



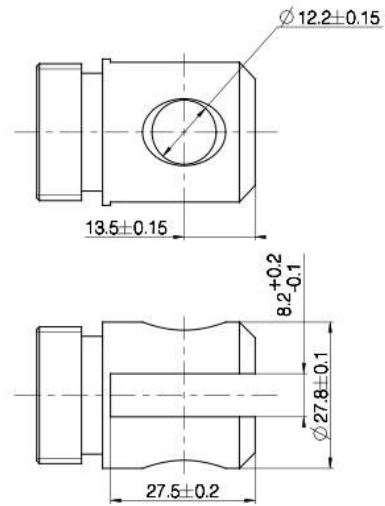
 The piston rod eye is only allowed to turn 0 - 180 degrees.

Piston rod eyes

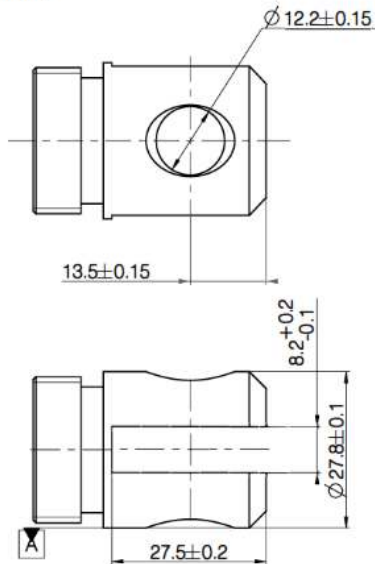
LINAK P/N: 0361135
AISI 303



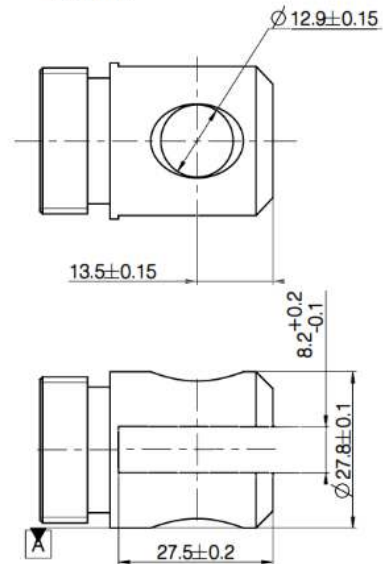
LINAK P/N: 0361138
Free-cutting steel with galvanised surface



LINAK P/N: 0361260
AISI 304



LINAK P/N: 0361275
AISI 304



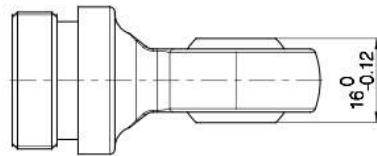
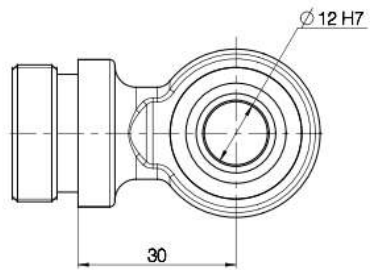
 The piston rod eye is only allowed to turn 0 - 180 degrees.

Piston rod eyes

LINAK P/N: 0361350

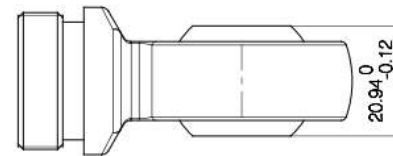
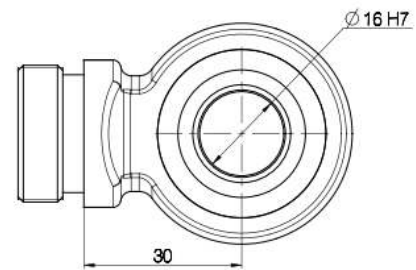
AISI 304

Max. load 6,800 N in pull



LINAK P/N: 0361351

AISI 304



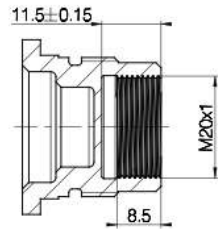
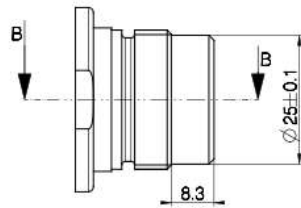
The piston rod eye is only allowed to turn 0 - 180 degrees.

Back fixtures

All dimensions are in mm.

LINAK P/N: 0361761

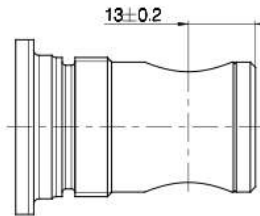
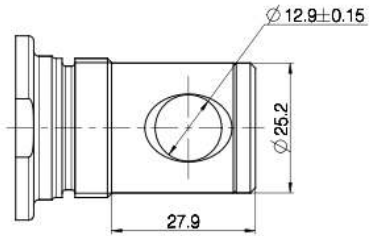
AISI 303



SECTION B-B

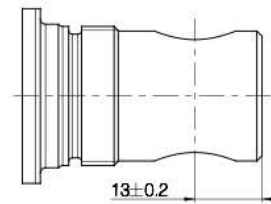
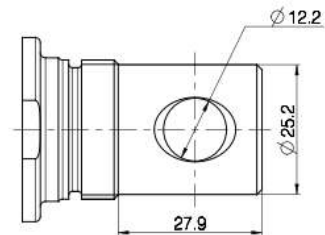
LINAK P/N: 0361715

Free-cutting steel galvanised surface



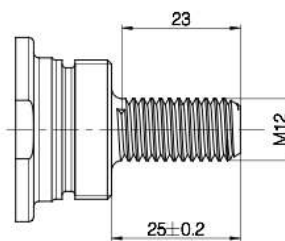
LINAK P/N: 0361714

Free-cutting steel with galvanised surface



LINAK P/N: 0361753

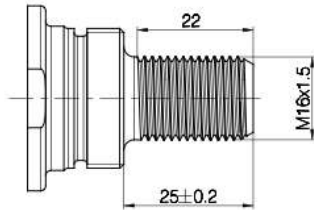
AISI 303



Back fixtures

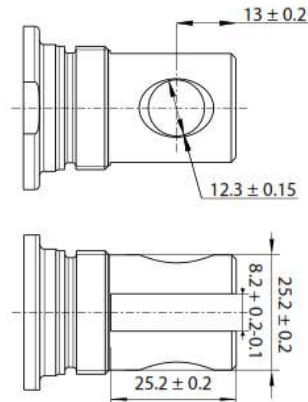
LINAK P/N: 0361754

AISI 303



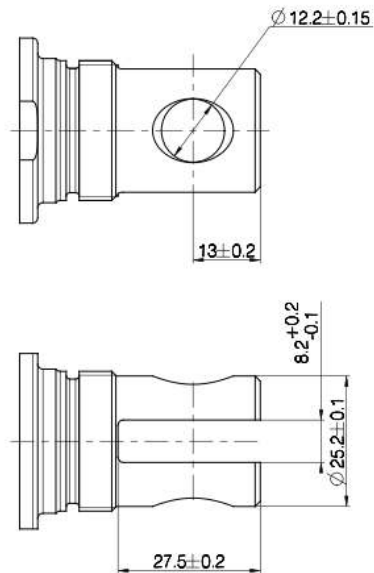
LINAK P/N: 0361713

Free-cutting steel with galvanised surface



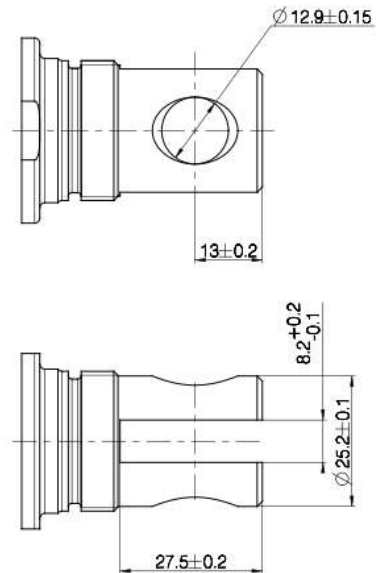
LINAK P/N: 0361742

AISI 304

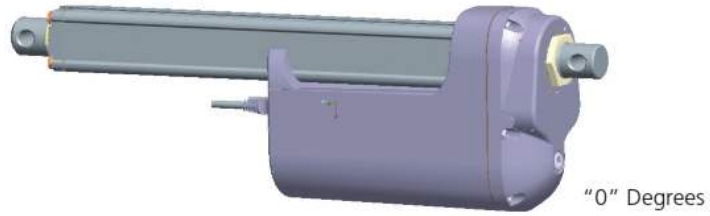


LINAK P/N: 0361743

AISI 304

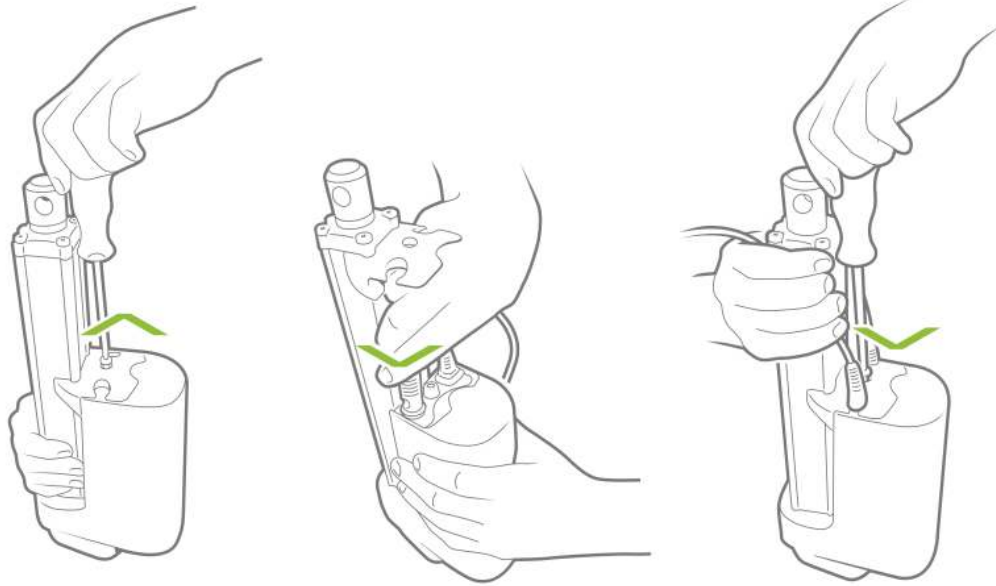


Back fixture orientation



NB. All with tolerance of $\pm 4^\circ$

Cable mounting



1. Unscrew the screw and separate the cover from the housing. Remove the blind plug(s).

2. Plug in the power cable and/or the signal cable.

3. Slide the cover onto the actuator.

The torque of the cover screw is approx. 3.5
± 0.3 Nm TORX 25IP



When changing the cables on a LINAK® actuator, it is important that this is done carefully, in order to protect the plugs and pins. Before the new cable is mounted, we recommend that the socket is greased with Vaseline®, to keep the high IP protection and ensure an easy mounting. Please be sure that the plug is in the right location and fully pressed in before the cable lid is mounted.

Remove the tinned cable end when the cable end is mechanically connected. The tinned end is only to be used when a soldered connection is made.

Please note that if the cables are mounted and dismantled more than 3 times, the plugs can be damaged. Therefore, we recommend that such cables are discarded and replaced. Also note that the cables should not be used for carrying the actuator.

We recommend taking some precaution and designing the wire connection in a way, where the cable end is kept inside a closed, protected area to guarantee the high IP protection.

Cables

Power cable dimensions

LINAK® P/N 0367046

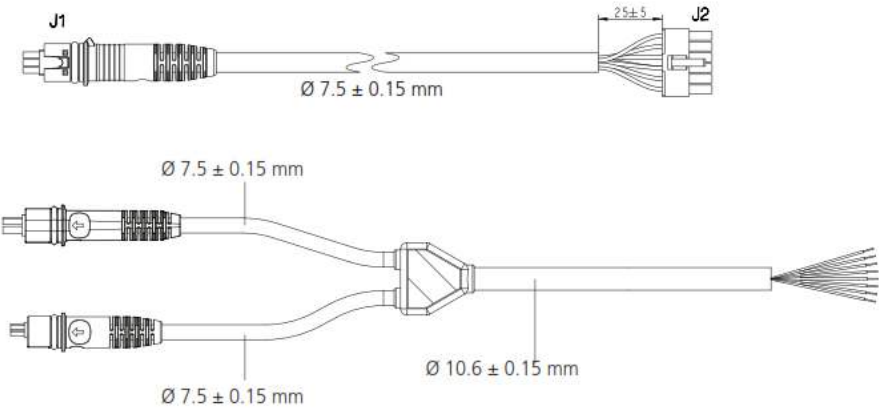
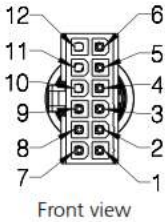
Colour	Outer dimensions	Core mm ²	AWG*
Brown	Ø2.8 mm	2.0	14
Blue	Ø2.8 mm	2.0	14



9-pin Signal cable dimensions

LINAK P/N 0368543

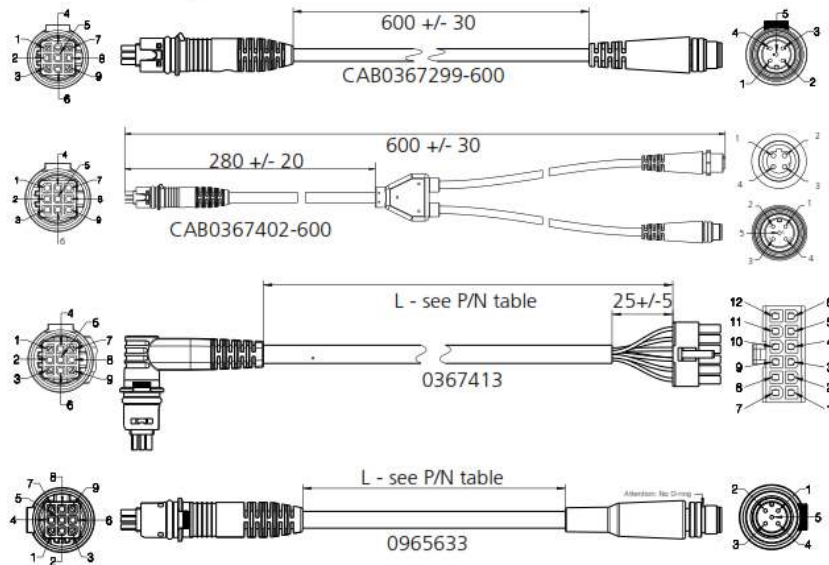
Colour	Outer dimensions	Core mm ²	AWG*	Pin
Orange	Ø1.5 mm	0.5	20	5
Black	Ø1.5 mm	0.5	20	1
Red	Ø1.5 mm	0.5	20	2
Light Blue	Ø1.5 mm	0.5	20	6
Yellow	Ø1.5 mm	0.5	20	3
Green	Ø1.5 mm	0.5	20	4
Grey	Ø1.5 mm	0.5	20	0
Violet	Ø1.5 mm	0.5	20	7
White	Ø1.5 mm	0.5	20	8



*AWG: American Wire Gauge

Cable P/N Table					
LINAK P/N	Cable type	# Wires	mm ²	AWG*	Length in mm
0367006	Power cable with AMP	2	2.0	14	200
CAB0367046-0400	Power cable	2	2.0	14	400
CAB0367046-0600	Power cable	2	2.0	14	600
CAB0367046-1500	Power cable	2	2.0	14	1,500
CAB0367046-5000	Power cable	2	2.0	14	5,000
CAB0368543-1500	Signal cable	9	0.5	20	1,500
CAB0368543-5000	Signal cable	9	0.5	20	5,000
CAB0367299-600	Signal cable for IO-Link	9	0.5	20	600
CAB0367402-600	Signal Y-cable for Ethernet	9	0.5	20	600
0367413-XXXX	Signal cable w. 90° plug	9	0.5	20	600 1,500 5,000
0965633-1000	Signal cable for Modbus	9	0.5	20	1000
0367430-XXXX	Y-Cable Signal and Power	9 2	0.5 2.0	20 14	1,500 5,000 10,000
0367440-XXXX	Y-Cable w. 90° plug Signal and Power	9 2	0.5 2.0	20 14	1,500 5,000 10,000

*AWG: American Wire Gauge



Cable kit article numbers

Actuator Connect™ cable kits:				
System	Article no.	Connection	Includes	Colour
All	0367996	Signal-power + RJ45	(Adapter + USB2Lin)	Grey

Latest versions of Actuator Connect can be downloaded at the [LINAK/TECHLINE](#) page.

Manual hand crank

The manual hand crank can be used in the case of a power failure -it is only intended for emergency use.



The cover over the Allen key socket must be unscrewed before the Allen key can be inserted and the hand crank operated.

Hand crank torque: 6-8 Nm

Hand crank RPM: Max. 65

Piston rod movement per turn:		
Spindle type:	12 mm	20 mm
Gear E	-	27 mm
Gear F	11 mm	18 mm
Gear G	6 mm	10 mm
Gear H	4 mm	7 mm

* 5 mm Allen key -if stainless steel piston rod eye and back fixture are chosen



- The power supply has to be disconnected during manual operation.
- If the actuator is operated as a hand crank, it must only be operated by hand - otherwise there is a potential risk of overloading and thereby damaging the actuator. Do NOT use power tools to operate the hand crank!
- After using the hand crank, the ingress protection IP66 cannot be maintained.
- After using the hand crank, always return the actuator to the most inward position. Failing to do so can damage the actuator or the application it is used for.
- Actuators with absolute positioning must be initialised after use of the manual hand crank, because their positioning will be displaced when the power is disconnected.

Environmental tests – Climatic

Test	Specification	Comment
Cold Test	EN 60068-2-1 (Ab)	Storage at low temperature: Temperature: -40 °C Duration: 72 h Not connected Tested at room temperature.
	EN 60068-2-1 (Ad)	Storage at low temperature: Temperature: -30 °C Duration: 2 h Actuator is not activated/connected. Tested at low temperature.
Dry Heat	EN 60068-2-2 (Bb)	Storage at high temperature: Temperature: +90 °C Duration: 72 h Actuator is not activated/connected. Tested at room temperature
	EN 60068-2-2 (Bd)	Storage at high temperature: Temperature: +70 °C Duration: 1,000 h Actuator is not activated/connected Tested at high temperature. Operating at high temperature: Temperature: +60 °C Int. max. 17 % Duration: 700 h Actuator is activated Tested at high temperature.
Change of Temperature	EN 60068-2-14 (Na)	Rapid change of temperature: High temperature: +100 °C in 60 minutes. Low temperature: -30 °C in 60 minutes. Transition time: <10 seconds Duration: 100 cycles Actuator is not activated/connected. Tested at room temperature.
	EN 60068-2-14 (Nb)	Controlled change of temperature: Temperature change 5 °C pr. minute High temperature: +70 °C in 60 minutes. Low temperature: -30 °C in 30 minutes. 130 minutes pr. Cycle. Duration: 1,000 cycles (90 days) Actuator is not activated/connected. Tested at 250, 500 and 1,000 cycles at low and high temperatures.

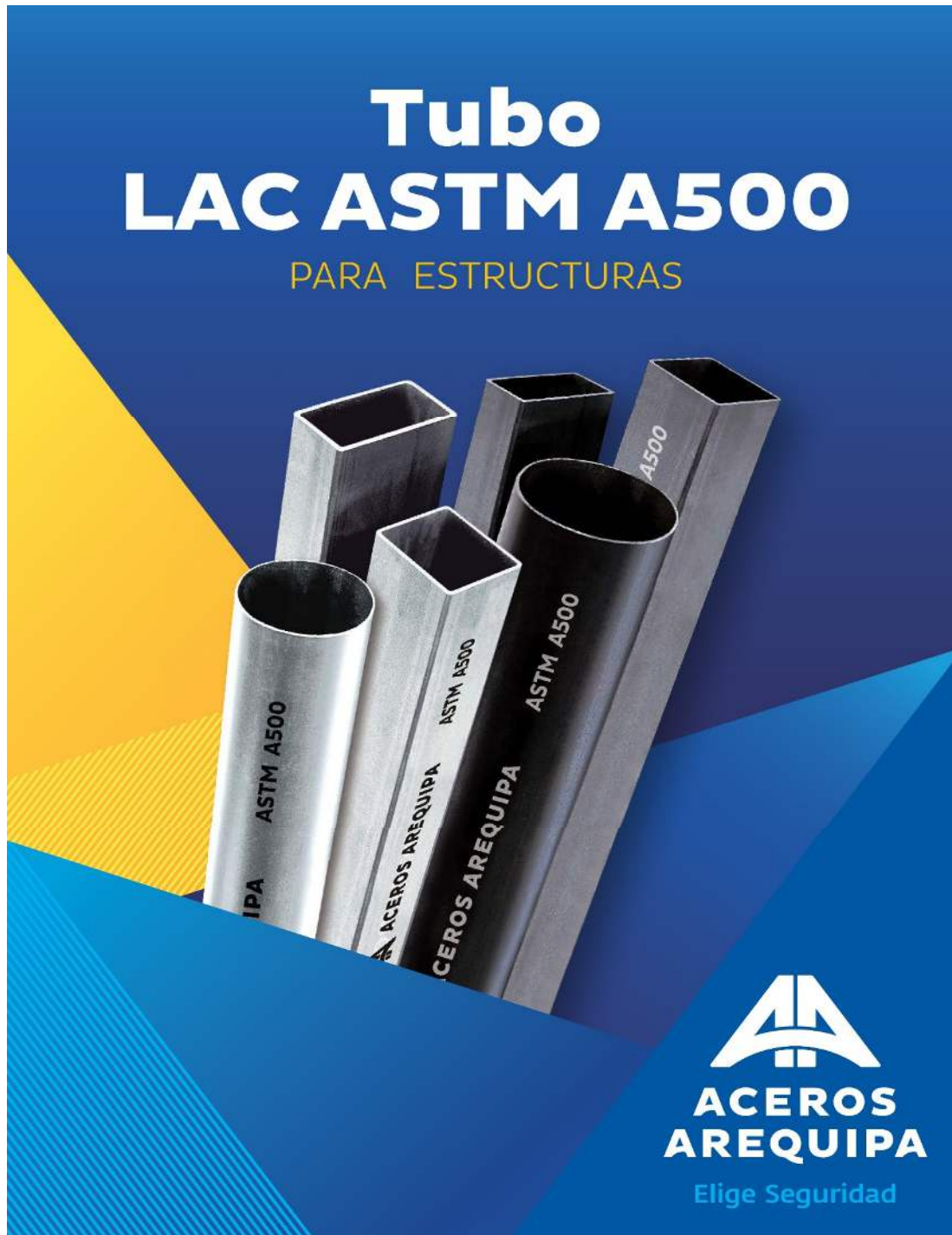
Test	Specification	Comment
Damp Heat	EN 60068-2-30 (Db)	Damp heat, Cyclic: Relative humidity: 93-98 % High temperature: +55 °C in 12 hours Low temperature: +25 °C in 12 hours Duration: 21 cycles * 24 hours Actuator is not activated/connected. Tested within 1 hour after condensation, after upper temperature has been reached.
	EN 60068-2-3 (Ca)	Damp heat, Steady state: Relative humidity: 93-95 % Temperature: +40 ± 2 °C Duration: 56 days Actuator is not activated/connected. Tested within one hour after exposure.
Salt Mist	EN 60068-2-52 (Kb)	Salt spray test: Salt solution: 5 % sodium chloride (NaCl) 4 spraying periods, each of 2 hours. Humidity storage 7 days after each. Actuator not activated/connected. Exposure time: 500 hours
Degrees of Protection	EN 60529 – IP66	IP6X - Dust: Dust-tight, No ingress of dust. Actuator is not activated. IPX6 – Water: Ingress of water in quantities causing harmful effects is not allowed. Duration: 100 litres pr. minute in 3 minutes Actuator is not activated. IPX6 –Connected actuator: Actuator is driving out and in for 3 min. 100 (l/min) jet of water is placed at the wiper ring for 3 (min). IPX6 –Connected actuator and push 6,800 (N) Actuator is driving out and in for 3 min. and Push 6,800 (N) at the end-pos. 100 (l/min.) jet of water is placed at the wiper ring for 3 min.
	DIN 40050 – IP69K	High pressure cleaner: Water temperature: +80 °C Water pressure: 80 bar Spray angle: 45 ° Spray distance: 100 mm Duration: From any direction 10 seconds of spraying followed by 10 seconds rest. Actuator is not activated. Ingress of water in quantities causing harmful effects is not allowed.
	DUNK test	The actuator has been warmed up to 115 °C for 20 hours. After this it is cooled down in 20 °C salt water. Cooling time: 5 minutes Opened for checking salt deposit and water.
Chemicals	BS7691 / 96 hours	Diesel 100 % Hydraulic oil 100 % Ethylene Glucol 50 % Urea Nitrogen saturated solution Liquid lime 10 % (Super- Cal) NPK Fertilizer (NPK 16-4-12) saturated Tested for corrosion.

Environmental tests - Mechanical

Test	Specification	Comment
Free Fall		<u>Free fall from all sides:</u> Height of fall: 0.4 meter onto steel. Actuator not activated/connected.
Vibration	EN 60068-2-36 (Fdb) EN 60068-2-6 (Fc)	<u>Random vibration:</u> Short time test: 6.29 g RMS Actuator is not connected. Long time test: 7.21 g RMS Actuator is not connected. Duration: 2 hours in each direction <u>Sinus vibration:</u> Frequency 5-25 Hz: Amplitude = 3.3 mm pp Frequency 25-200 Hz: Acceleration 4 g Number of directions: 3 (X-Z-Y) Duration: 2 hours in each direction. Actuator is not activated.
Bump	EN 60068-2-29 (Eb)	<u>Bump test:</u> Level: 40 g Duration: 6 milliseconds Number of bumps: 500 shocks in each of 6 directions. Actuator is not connected.
Shock	EN 60068-2-27 (Ea)	<u>Shock test:</u> Level: 100 g Duration: 6 milliseconds Number of bumps: 3 shocks in each of 6 directions. Actuator is not connected.

Environmental tests - Electrical

Test	Specification	Comment
Emission	EN 61000-6-4	Level is within limits for the motor.
Automotive Transients	ISO 7637	Load dump test only accepted on motor power connection.



Tubo LAC ASTM A500

PARA ESTRUCTURAS

DENOMINACIÓN:

TNM RED ND A500, TNM RED OD A500, TGM RED ND A500,
TGM RED OD A500, TNM CUA A500, TNM REC A500, TGM CUA A500,
TGM REC A500.

DESCRIPCIÓN:

Tubo fabricado con acero al carbono laminado en caliente (LAC), utilizando el sistema de soldadura por resistencia eléctrica por inducción de alta frecuencia longitudinal (ERW). Las secciones de fabricación son redondas, cuadradas y rectangulares.

USOS:

Diversas estructuras livianas y pesadas, carrocerías, tijerales, postes, etc.

NORMAS TÉCNICAS DE FABRICACIÓN:

Las dimensiones, pesos y espesores se fabrican según la norma ASTM A500 – A y B.

PRESENTACIÓN:

- 1.- Longitud
 - Redondos: 6.40 m y 6 m.
 - Cuadrados y rectangulares: 6 m.
 - Otras longitudes a pedido.
- 2.- Acabado de extremos: Refrentado (plano), limpios de rebordes.
- 3.- Recubrimiento
 - Negro.
 - Galvanizado.
 - (mínimo de 120 gr/m²).

DIMENSIONES Y PESOS NOMINALES en Kg/m:

DESIGNACIÓN NOMINAL	DIMENSIÓN EXTERIOR (mm)	ESPEORES (mm)							
		1.5	1.8	2	2.5	3	4	4.5	6
REDONDO	1/2"	21.3	0.866	0.952	1.159				
	3/4"	26.7	1.105	1.218	1.492				
	1"	33.4	1.403	1.549	1.905	2.249			
	1 1/4"	42.2	1.793	1.983	2.448	2.900			
	1 1/2"	48.3	2.064	2.284	2.824	3.351			
	2"	60.3	2.597	2.876	3.564	4.239			
	2 1/2"	73.0		3.502	4.347	5.179			
	3"	88.9		4.285	5.327	6.355			
	4"	114.3		5.539	6.852	8.234			
	5"	141.3		6.888	8.486	10.192			
CUAD. Y RECT.	20x20	1.061	1.460						
	25x25	1.300	1.700						
	30x30	1.770	2.244						
	40x40	2.250	3.122	3.872	4.316				
	50x50		3.122	3.872	4.316				
	60x60		4.500	5.560	6.810				
	75x75		6.165	7.675	9.174	12.133	13.594	16.980	
	100x100								
	125x125								
	150x150								

■ Negro y Galvanizado

DESIGNACIÓN NOMINAL	DIMENSIÓN EXTERIOR (mm)	ESPEORES (mm)							
		1.5	1.8	2	2.5	3	4	4.5	6
RECT. Y CUAD.	20x40	1.354	1.700						
	25x50	1.650	2.261						
	40x60	2.260	3.033	3.600	4.250				
	40x80	2.710	3.660	4.390	5.190				
	50x75				5.423				
	50x100		4.500	5.560	6.600	8.590			
	50x150		6.165	7.676	9.174	11.730			
	60x100								

■ Negro y Galvanizado

PROPIEDADES MECÁNICAS (ASTM A500/A500M GRADOS A y B)

SECCIÓN	GRADO	LÍMITE DE FLUENCIA (MPa)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (MPa)
REDONDO	A	230	310
CUADRADO Y RECTANGULAR	A	270	310
	B	315	400

MATERIA PRIMA:

Acero laminado en caliente calidad estructural.

TOLERANCIAS DIMENSIONALES

(Referidas a los valores nominales):

Espesor : + / - 10%

Longitud : +12.7 / -6.4 mm

Sección:

1.- Redondo:

DIÁMETRO NOMINAL (pulg)	TOLERANCIA DIMENSIONAL + / - (pulg)
Menores 1 1/2" incl.	0.5 %
Mayores 2"	0.75 %

2.- Cuadrados y Rectangulares:

LADO EXTERIOR DEL TUBO (pulg)	VARIACIÓN MÁXIMA + / - (pulg)
Menores 1 1/2" incl.	0.020
2 1/2" a 3 1/2" incl.	0.025
3 1/2" a 4 incl.	0.030

3.- Cuadrados y Rectangulares:

LADO EXTERIOR DEL TUBO (pulg)	VARIACIÓN MÁXIMA + / - (pulg)
Menores a 63.5 incl.	0.51
63.5 a 88.9 incl.	0.64
88.9 a 139.7 incl.	0.76
Mayores a 139.7	0.01 veces el largo de la dimensión plana

QCQA01-F219 / 02 / MAY 16



ISO 9001:2015
CERTIFICATE N° 57219



ISO 14001:2015
CERTIFICATE N° 57220



OHSAS 18001:2007
CERTIFICATE N° 57221

Lima: Av. Antonio Miró Quesada N° 425 Piso 17, Magdalena del Mar. Tel. (51-01) 517 1800.

Pisco: Panamericana Sur Km. 240, Ica. Tel. (51-056) 58 0830.

Arequipa: Variante de Uchumayo KM. 5.5, Cerro Colorado, Arequipa. Tel. (51-01) 517 1800.

LA PAZ: Av. Hilbe N° 100, Zona El Kenko. Tel. (591) 77641658.

Santa Cruz: Urb. Parque Industrial Latinoamericano, Unidad Industrial UI 06, Mz. 1, Lote 4 - Warnes. Tel. (591) 76303499. E-mail: contactobolivia@caa.com.bo

Encontranos en: www.acerosarequipa.com

ACEROS
AREQUIPA

Anexo 4 – Ficha técnica de rueda HOD giratoria mediana

Información del producto

GIRATORIA MEDIANA

POLIURETANO (PU)

SOPORTE GIRATORIA ensamblada con un soporte de acero de grueso calibre, acabado galvanizado con doble pista de esferas y con sello de protección contra el polvo, acabado en galvanizado o negro.

RUEDA rin central de POLIPROPILENO (PP) vulcanizada en POLIURETANO (PU) duro con doble rodamiento de bolas interno, muy resistente a la abrasión. Disponible en GRIS.

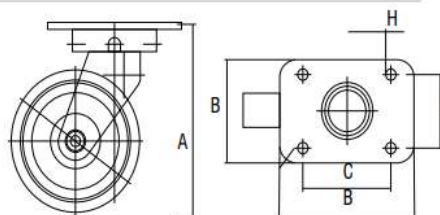


Datos técnicos

Descripción: GIRATORIA **Material:** POLIURETANO **Rodamiento:** INTERNO

	2"	3"	4"	5"
Diámetro de la rueda	50 mm	75 mm	100 mm	125 mm
Ancho de la rueda	26 mm	32 mm	32 mm	32 mm
Medida de base	B: 71x52	B: 97x67	B: 97x67	B: 97x67
Distancia de agujeros	C: 52x32	C: 73x45	C: 73x45	C: 73x45
Diámetro del hueco	H: 8.2 mm	H: 8.5 mm	H: 8.5 mm	H: 8.5 mm
Capacidad de carga	50 kg	100 kg	120 kg	140 kg
Altura total	A: 74.5 mm	A: 106 mm	A: 131 mm	A: 160 mm
Perno diámetro				

Resistencia a la rodadura	+	+	+	+	+
Ruido de movimiento	+	+	+	+	+
Desgaste	+	+	+	+	+
Protección contra el óxido	+	+	+	+	+

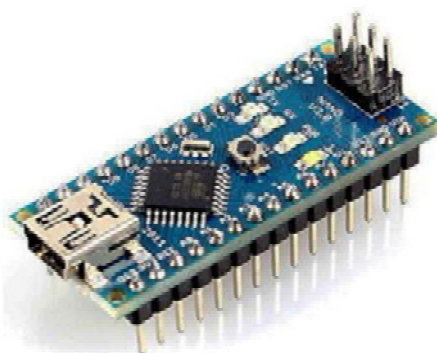


*Todos los productos HOD, ANTCASTER y E&M fabricados en materiales PU, PA y TPR tiene una garantía de 7 meses. Más no los fabricados en materiales PP y PVC.

www.grupoemperu.com



MB0016: OEM ARDUINO NANO V3.0



Descripción:

Arduino Nano es una pequeña y completa placa basada en el ATmega328 (Arduino Nano 3.0) que se usa conectándola a una Protoboard. Tiene funcionalidad similar al Arduino UNO, pero con una presentación diferente. No posee conector para alimentación externa, y funciona con un cable USB Mini-B en vez del cable estándar.

Especificaciones

Microcontrolador: ATmega328.

Tensión de Operación (nivel lógico): 5 V.

Tensión de Entrada (recomendado): 7-12 V.

Tensión de Entrada (límites): 6-20 V.

Pines E/S Digitales: 14 (de los cuales 6 proveen de salida PWM).

Entradas Analógicas: 8.

Corriente máx por cada PIN de E/S: 40 mA.

Memoria Flash: 32 KB (ATmega328) de los cuales 2KB son usados por el bootloader.

SRAM: 2 KB (ATmega328).

EEPROM: 1 KB (ATmega328).

Frecuencia de reloj: 16 MHz.

Dimensiones: 18.5mm x 43.2mm

Alimentación

El Arduino Nano puede ser alimentado usando el cable USB Mini-B, con una fuente externa no regulada de 6-20V (pin 30), o con una fuente externa regulada de 5V (pin 27). La fuente de alimentación es seleccionada automáticamente a aquella con mayor tensión.

El chip FTDI FT232RL que posee el Nano solo es alimentado si la placa está siendo alimentada usando el cable USB.

Cuando se utiliza una fuente externa (no USB), la salida de 3.3V (la cual es proporcionada por el chip FTDI) no está disponible y los pines 1 y 0 parpadearán si los pines digitales 0 o 1 están a nivel alto.

NANO/PINOUT



AG *Electrónica*
¿Qué vamos a innovar hoy?

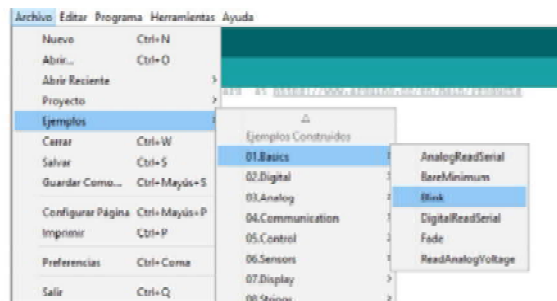
Primeros Pasos

Para cargar el primer sketch debe tener instalado el IDE de Arduino en su computadora, que se debe descargar de la siguiente página:

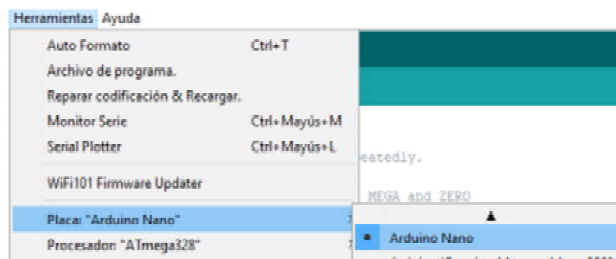
<https://www.arduino.cc/en/Main/Software>

Una vez instalado el software, dirijase a la pestaña:
Archivo -> Ejemplos -> Basics
Deberá elegir Blink
Posteriormente deberá elegir la placa en:
Herramientas -> Placa -> Arduino Nano
Conecte su placa y a continuación vaya a:
Herramientas -> Puerto
Elija el puerto COM que su PC asigne a su placa.

Elección del ejemplo



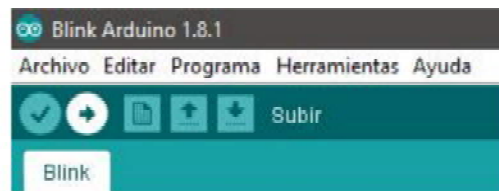
Elección de placa y puerto



Código de ejemplo

```
// void setup() {  
  // inicializa como pin digital LED_BUILTIN y lo declara como  
  // salida.  
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);  
}  
  
//el ciclo loop que indica que las funciones que estén dentro de  
//el se realicen indefinidamente.  
void loop() {  
  digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // enciende el LED  
  delay(1000); // lo deja un segundo encendido  
  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // apaga el LED  
  delay(1000); // lo apaga por un segundo  
}
```

Para Finalizar debe Compilar y Cargar el programa. En la flecha que indica subir:



AG Electrónica S.A. de C.V.
República del Salvador N° 20
Segundo Piso
Teléfono: 5130 - 7210

<http://agelectronica.com/AG/>

Rev 1. RMG

Fecha: 20/10/2017

Rev 2. BMF

AG **Electrónica**
¿Qué vamos a innovar hoy?

Anexo 6 – Ficha técnica de módulo bluetooth HC-06

EGBT-046S

Bluetooth Modules

Wireless UART Cable Replacement

Hardware Manual &
AT Commands Reference Manual Rev. 1r0

EGBT-045MS and EGBT-046S Bluetooth Module are low cost replacements of our now retired EGBC-04 Bluetooth Module. EGBC-04 is an excellent Bluetooth Module, it is fully certified to Bluetooth standards, and is loaded with programmable features users had come to love. There is just one thing that went against it- it is expensive.

It is easy to see why the EGBC-04 cost so much. Firstly, the manufacturer produced these specialty modules in relatively small volume; hence, there is no economy of the scale to speak of. Secondly, certification costs a lot of money; and this cost will have to be added on top of the manufacturing cost. Hence, EGBC-04 ended up costing about 10 times more expensive than its garden variety USB-type Bluetooth dongles cousins.

Fortunately, at least one volume manufacturer have came up with an idea of producing a generic Bluetooth module in large quantity, for sale and distribution to developers who now have to put only the firmware functionalities. This resulted in a huge drop in prices of these specialty Bluetooth modules, benefiting us experimenters and hobbyists.

EGBT-045MS and EGBT-046S are generic Bluetooth Modules loaded with SPP firmware for UART wireless cable replacement functions. The EGBT-045MS can be configured by the user to work either as a master or slave Bluetooth device using a set of AT commands.

EGBT-046S, on the other hand, is permanently programmed as Bluetooth slave device. EGBT-046S, because of its simpler function, is a lot easier to use, and of course, costs less than EGBT-045MS. You can use it straight out of the box as a UART wireless cable replacement, without any need to add set-up codes in your microcontroller application



The new EGBT-04 Bluetooth module comes in two flavors. The EGBT-046S is permanently configured as a slave device. EGBT-045MS, on the other hand, can be configured by the user to work as a master or slave Bluetooth device.



EGBT-04 modules can be soldered directly on a hi-rel type IC socket to make it easier to work with prototyping platforms, such as breadboards and perforated prototyping boards.

firmware.

Use the cheaper EGBT-046S if your application will connect to a master Bluetooth device, such as PC or laptops. Use the EGBT-045MS if your application must connect to a slave Bluetooth device, such as with EGBT-046S. Note that EGBT-045MS will work as well as a slave Bluetooth device.

COMMON SPECIFICATIONS

Radio Chip: CSR BC417
 Memory: External 8Mbit Flash
 Output Power: -4 to +6dbm Class 2
 Sensitivity: -80dbm Typical
 Bit Rate: EDR, up to 3Mbps
 Interface: UART
 Antenna: Built-in
 Dimension: 27W x 13H mm

Voltage: 3.1 to 4.2VDC
 Current: 40mA max

COMMON HARDWARE INTERFACING CONSIDERATIONS

The EGBT-04 module will work with supply voltage of 3.1VDC to 4.2VDC. When supplied with 3.3VDC, it will interface directly with the UART port of any microcontroller chip running at 3.3VDC.

When used with 5V microcontrollers, The TXD output logic swing of the EGBT-04 still falls within the valid 5V TTL range, hence, can be connected directly to the UART RXD of the 5V microcontroller host. EGBT RXD and inputs, however, are not 5V tolerant, and can be damaged by 5V level logic going in. Some level translation circuit must be added to protect the inputs.

A simple diode level translator circuit like the ones shown in Figure 3 and 7 will suffice in most applications. A better alternative is with the use of 5V input tolerant tiny logic chips such as 74LVC1G125 – a single buffer chip housed in smd sot23-5 package.

EGBT-046S PIN CONFIGURATION

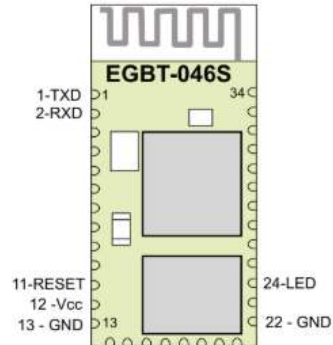


Figure 1. EGBT-046S Pin Layout

Table 1. EGBT-046S Pin Description

PIN	ID	DESCRIPTION
1	TXD	UART TXD Output
2	RXD	UART RXD Input
11	RESET	RESET Input
12	Vcc	+3.1 to 4.2VDC Power Input
13	GND	Common Ground
22	GND	Common Ground
24	LED	LED Status Indicator Flashing - Waiting to Connect/Pair Steady ON - Connected/Paired

Note:

All unassigned pins must be left unconnected.

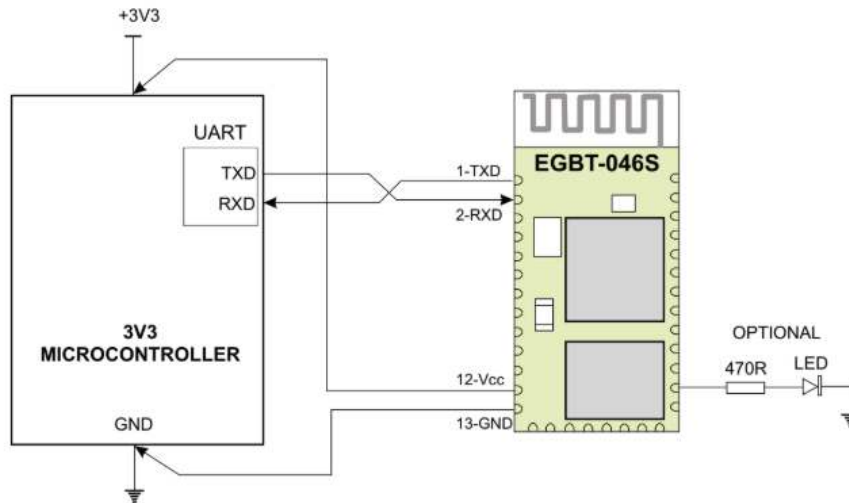


Figure 2. EGBT-046S wiring example with a 3v3 host microcontroller. The 470R resistor and LED are for status indication, and may be omitted if not needed.

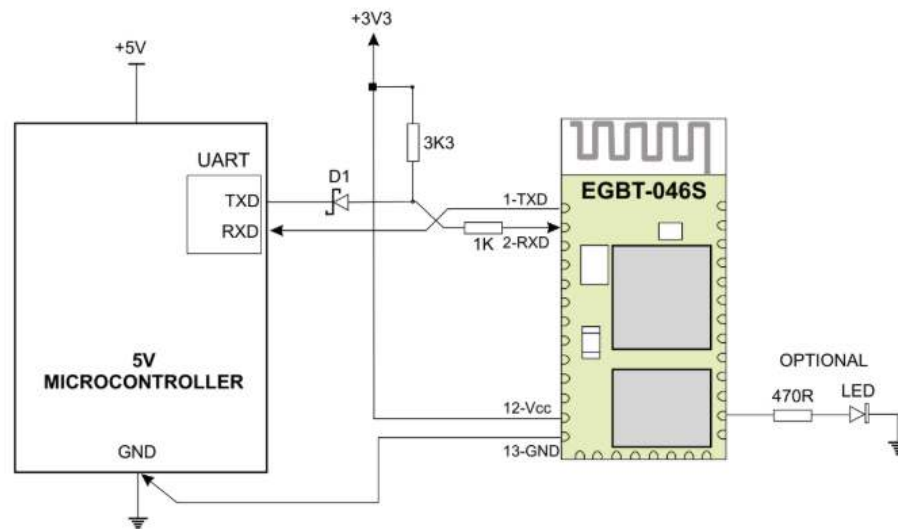


Figure 3. EGBT-046S RX input is not 5V tolerant. A schottky diode connected as shown will keep 5V voltages out of the Bluetooth module when operated with a 5V host microcontroller.

PREPARATION FOR USE

The EGBT-046S is permanently configured as a slave Bluetooth device. It works under the following default configuration:

Baud Rate: 9600 bps
Data : 8 bits
Stop Bits: 1 bit
Parity : None
Handshake: None

Passkey: 1234
Device Name: linvor

If the default configuration suits your application, then you can use EGBT-046S immediately. Once it is paired to a master Bluetooth device, its operation becomes transparent to the user. No user code specific to the Bluetooth module is needed at all in the user microcontroller program.

The EGBT-046S automatically sets itself up in Command Mode when it is not remotely connected

(paired) to any other Bluetooth device. You can change the Passkey, Device Name, and Baud Rate while the EGBT-046S is in Command Mode by entering a small subset of AT style commands. Any changes made will be retained even after power is removed from the EGBT-046S, hence device configuration setup must not be repeated unless new changes need to be made.

You can do configuration setup using the host controller itself (the microcontroller in your own circuit), or a PC running a terminal software using a serial to TTL (or USB to Serial TTL) converter. See Figure 4 for connection details.

It is important to note that EGBT-046S does not wait for any termination character for each AT command entry. Instead, it acts to whatever character you entered after one second. Hence, if you are not able to complete a command entry within a second, it will be ignored. Because of this behavior, it may be extremely difficult to do manual entry configuration using Windows Hyperterminal software. Terminal software that allows batch sending of multiple characters must be used.

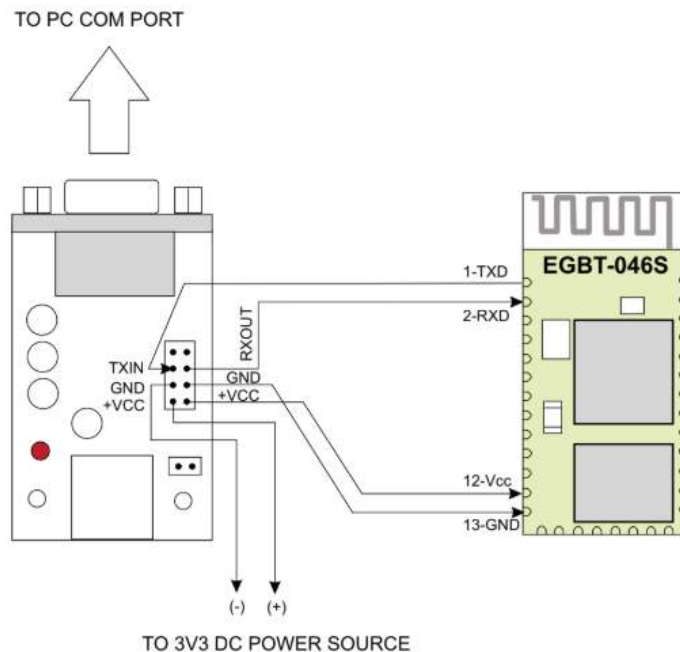


Figure 4. A PC may be used to configure the EGBT-04. To connect to a PC COM port, a RS-232C to TTL converter is needed. This figure shows a wiring example using e-Gizmo RS-232 to TTL converter kit.

EGBT-046S AT Command Set

1. TEST

Used to test the UART connection between the host controller and Bluetooth Module.

COMMAND	RESPONSE
AT	OK

2. Change Baud Rate

COMMAND	RESPONSE
AT+BAUD<p>	OK<r>

where:

<p> Paramater

<r> Response, set to nnnn bps

<p>	<r>	Remarks
1	1200	set to 1200bps
2	2400	set to 2400bps
3	4800	set to 4800bps
4	9600	set to 9600bps (Default)
5	19200	set to 19200bps
6	38400	set to 38400bps
7	57600	set to 57600bps
8	115200	set to 115200bps
9	230400	set to 230400bps
A	460800	set to 460800bps
B	921600	set to 921600bps
C	1382400	set to 1382400bps

Caution:

PC standard COM port hardware does not support baud rates in excess of 115200bps. If you are using a PC to configure EGBT-046S and accidentally set baud rate to these values, connection to a PC COM port will no longer be possible. Use of USB to Serial converter cable that can work at higher bauds may be necessary to re-establish a connection. Prolific PL-2303 based USB to Serial converter cables are known to work up to 921600bps.

Example1: Set baud rate to 57600bps

From Host controller:

AT+BAUD7

EGBT-046S Response

OK57600

Example2: Set baud rate to 4800bps

From Host controller:

AT+BAUD3

EGBT-046S Response

OK4800

3. Change Device Name

The EGBT-046S can be assigned a readable name of up to 20 characters in length.

COMMAND	RESPONSE
AT+NAME<name>	OK<name>

Example1: Set device name as EGBT-04

From Host controller:

AT+NAMEEGBT-04

EGBT-046S Response

OK EGBT-04

4. Change PASSKEY(PIN code)

Passkey (PIN Code) is a 4-digit code shared with a master Bluetooth Device (e.g. PC) to prevent unauthorized pairing.

COMMAND	RESPONSE
AT+PIN<nnnn>	OK<nnnn>

Where:

<nnnn> 4-digit passkey

Example1: Set PASSKEY to 5995

From Host controller:

AT+PIN5995

EGBT-046S Response

OK5995

Anexo 7 – Código fuente para sistema Bluetooth

CÓDIGO FUENTE:

```
#include<LiquidCrystal.h>

// DECLARACIÓN DE PINES DE LOS SENSORES
const int PIN_SB=A0;      // PIN DEL SENSOR DEL NIVEL DE BATERÍA
const int PIN_GALGA=A1;   // PIN DE LA GALGA (BALANZA)
// DECLARACIÓN DE PINES DEL BLUETOOTH
const int BO=2;           // PIN DE ALIMENTACIÓN DEL BLUETOOTH (ON // OFF)
// DECLARACIÓN DE PINES DE LOS BOTONES
const int BR=3;           // BOTÓN RETRACTOR
const int BE=4;           // BOTÓN EXTENSOR
// DECLARACIÓN DE PINES DE LAS SALIDAS DE CONTROL
const int E=5;
const int R=6;
// DECLARACIÓN DE LOS PINES DE LA PANTALLA
LiquidCrystal lcd(12,11,10,9,8,7);
// PIN A LA SIRENA
const int SIRENA=13;
// VARIABLES DEL BLUETOOTH
char NOMBRE_BLUETOOTH[17]="ACTUADOR LINEAL";
char PIN[5]="4488";
char VELOCIDAD='4';      //9600 BAUDIOS
char ROLE='0';           //MAESTRO:1 - ESCLAVO:0
// VARIABLES DE LA BATERÍA
int ADC_BATERIA;
float NIVEL_BATERIA;
// VARIABLES DE LA GALGA
int ADC_GALGA;
float NIVEL_GALGA;
// VARIABLE DEL PUERTO SERIAL (BLUETOOTH)
int DATO=0;

/*HIGH: PIN A 5VDC --- LOW PIN A 0VDC */

void setup()
{
  // INICIALIZO LA COMUNICACIÓN SERIAL BLUETOOTH (9600 BAUDIOS)
  Serial.begin(9600);
  // MÓDULOS DE LA PANTALLA LCD
  lcd.begin(16,2); // inicializa el LCD
  lcd.clear();    // LIMPIA LA PANTALLA LCD
  // CONFIGURACION DE LOS PINES USADOS
  pinMode(SIRENA,OUTPUT);
  pinMode(BO,OUTPUT);
  pinMode(E,OUTPUT);
  pinMode(R,OUTPUT);
  pinMode(BE,INPUT);
  pinMode(BR,INPUT);
  // INICIALIZO LOS PINES DE SALIDA
  digitalWrite(E,LOW);
  digitalWrite(R,LOW);
  digitalWrite(BO,LOW);
}
```

```

digitalWrite(SIRENA,LOW);
lcd.setCursor(3,0);lcd.print("ENCENDIENDO");
lcd.setCursor(3,1);lcd.print("ESPERE...");
delay(7000);lcd.clear();digitalWrite(BO,HIGH);
}

void loop()
{
  /* VERIFICA SI HAY DATO ENVIADO DESDE LA APP */
  // LOS DATOS PUEDEN SER CAMBIADOS DEPENDIENDO DE LA APP USADA
  if(Serial.available())
  {
    DATO=Serial.read();
    if(DATO=='E')
      {digitalWrite(E,HIGH);digitalWrite(R,LOW);delay(200);digitalWrite(E,LOW);}
    if(DATO=='R')
      {digitalWrite(E,LOW);digitalWrite(R,HIGH);delay(200);digitalWrite(R,LOW);}
    if(DATO=='P')
      {digitalWrite(E,LOW);digitalWrite(R,LOW);delay(200);}
    if(DATO=='A')
      {digitalWrite(E,HIGH);digitalWrite(R,HIGH);delay(200);}
  }
  /* TESTEO DEL NIVEL DE BATERÍA */
  ADC_BATERIA=analogRead(PIN_SB);
  NIVEL_BATERIA=(5.0/1024.0)*ADC_BATERIA*20; //YA ESTÁ EN PORCENTAJE
  /* TESTEO DEL NIVEL DE LA GALGA */
  ADC_GALGA=analogRead(PIN_GALGA);
  NIVEL_GALGA=(5.0/1024.0)*ADC_GALGA;
  /* VISUALIZACIÓN DE LOS DATOS EN PANTALLA LCD */
  lcd.setCursor(0,0);lcd.print("MASA: ");lcd.print(String(NIVEL_GALGA));
  lcd.setCursor(0,1);lcd.print("BAT: ");lcd.print(String(NIVEL_BATERIA));delay(100);
  /* TRANSMISIÓN DE LOS DATOS VÍA BLUETOOTH (FORMATO: COMUNICACIÓN
  SERIAL) */
  Serial.print("M: ");Serial.print(NIVEL_GALGA);Serial.print(" kg - B: ");
  Serial.print(NIVEL_BATERIA);Serial.print(" %");Serial.print("\n\r");delay(100);
  /* TESTEO DE LOS NIVELES DE BATERÍA Y ALARMA */
  if(NIVEL_BATERIA<11)
    {digitalWrite(SIRENA,HIGH);delay(200);}
  else
    {digitalWrite(SIRENA,LOW);}
  /* TESTEO DE LOS BOTONES */
  if(digitalRead(BE)==HIGH && digitalRead(BR)==LOW)
    {digitalWrite(E,HIGH);digitalWrite(R,LOW);}
  else
    {if(digitalRead(BE)==LOW && digitalRead(BR)==HIGH)
      {digitalWrite(E,LOW);digitalWrite(R,HIGH);}
      else
        {if(digitalRead(BE)==HIGH && digitalRead(BR)==HIGH)
          {digitalWrite(E,HIGH);digitalWrite(R,HIGH);}
          else
            {digitalWrite(E,LOW);digitalWrite(R,LOW);}
        }
    }
  }
  delay(100);
}

```

Anexo 8 – Baterías Linak BAJL

MEDLINE[®] CARELINE[®]
IMPROVING EFFICIENCY



Battery pack BAJ
Data sheet

LINAK.COM/MEDLINE-CARELINE

LINAK[®] 
WE IMPROVE YOUR LIFE

Battery pack BAJ

The battery pack BAJ has been specially developed for use with the JUMBO system. They are easy to exchange through an integrated snap system, and can easily be mounted on the mounting brackets.



Features and Options:

- Functional and elegant design
- High battery capacity: 24 VDC, 1 x 2.9 Ah
This gives 40 lifts and lowering for the JUMBO system with fully charged battery under the following conditions:
 - Thrust up to: 6000 N
 - The actuator does not reach the end position at any time.
 - Stroke: S = 200 mm
- By means of a snap system the battery pack can easily be mounted on the charger and/or the control box using LINAK mounting brackets
- BAJ can be ordered with integrated DC plug
- Protection class: Up to IPX5 (not defined for BAJ with integrated DC plug)
- Colour: Bottom dark grey (RAL 7016) and top light grey (RAL 7035)
- Possibility for customised front cover
- Accessory: Battery cover

BAJ is also available in a special edition that can be used in harsh conditions in the pool environment both outdoor and indoor. The pool lift version features and options differ from BAJ:

- Improved contact terminals
- Stainless steel screws
- Robot injected sealing glue
- Always external charger CHJ2
- Always IPX5

Usage:

- BAJ is a part of the JUMBO system. It is compatible with CBJ1/CBJ2, CHJ2, CBJCare and COBO
- Duty cycle: 10% or 2 min. continuous use then 18 min. not in use
- Ambient temperature: +5° to +40 °C
- Storage temperature: -15° to +40° C
- Relative humidity: 20% to 80% - non-condensing
- Atmospheric pressure: 700 to 1060 hPa
- Height above sea level: Max. 3000 meters
- Flammability rating: UL94-V0
- Approvals: IEC60601-1, ANSI/AAMI ES60601, CAN/CSA-22.2 No 60601-1

Charging:

BAJ can be charged by

- Charger CHJ2
- Control box CBJ1/2, CBJCare, COBO
- BAJ with integrated DC plug can also be charged by use of the external charger CH01

LINAK.COM/MEDLINE-CARELINE

Ordering example:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

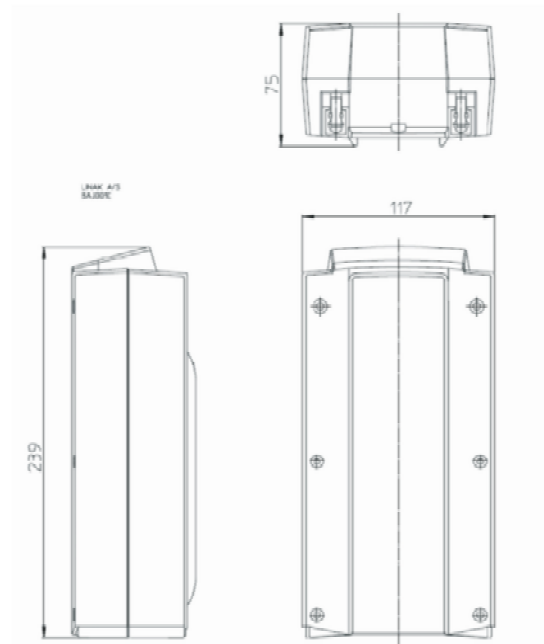
IP protection:	0 = IPX0 1 = IPX5 4 = IPX4
Frontplate no.:	See the front cover table for details xx (last 2 digits)
Color of bottom part:	0 = RAL7016, Dark grey (Standard) 1 = RAL7035, Light grey
Not used:	0 = Not specified
Not used:	00 = Not specified
Not used:	0 = Not specified
Capacity:	0 = 2,9 Ah BAJ1 - Pb
Options:	00 = Standard 01 = With DC socket for charging the batteries
Type:	1 = Standard Pb battery pack

Pool lift version should be ordered as special articles.

Please contact LINAK A/S sales for further information if you need this BAJ solution.

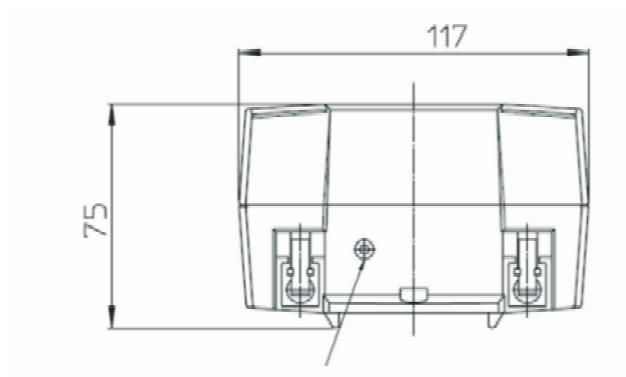
Dimensions:

BAJ without integrated DC plug



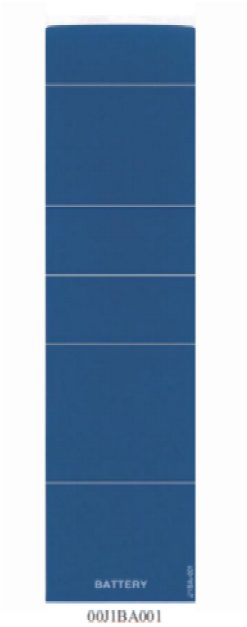
Drawing no: BAJ001C

BAJ with integrated DC plug

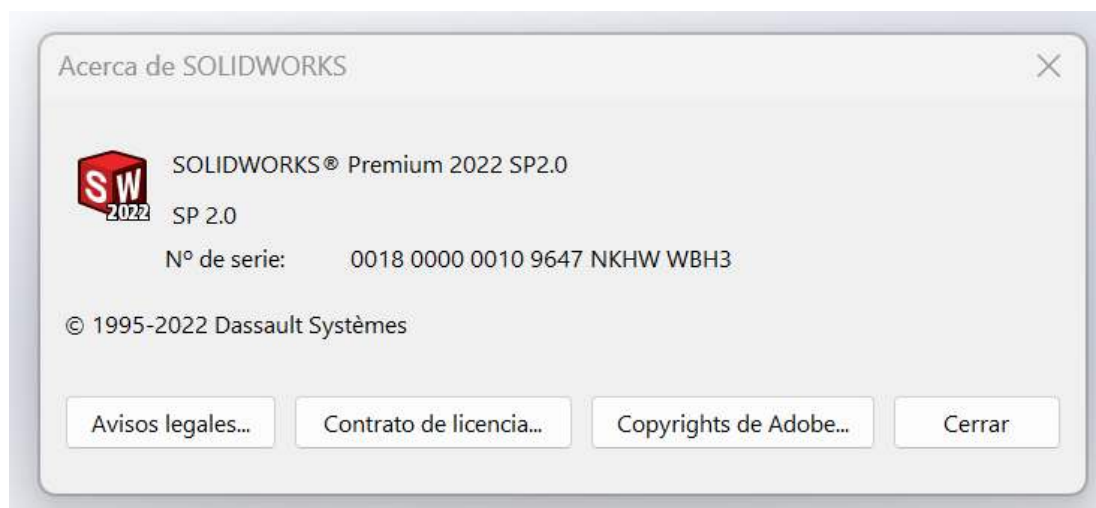


Drawing no: BAJ002B

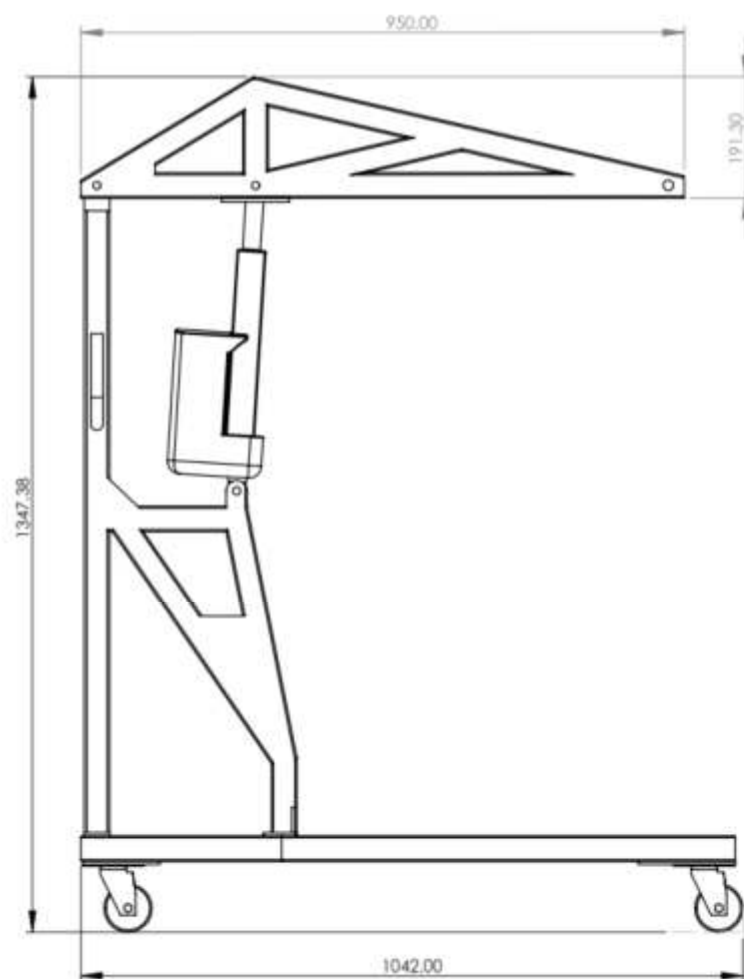
BAJ Standard front covers



Anexo 9 – Licencia de SolidWorks 2022



Anexo 10 – Plano del ensamble del mecanismo de transporte



ESCALA 1 : 10

